

下水道管きょ耐震設計指針(案)

令和6年度新訂版

令和7年4月

取手地方広域下水道組合

序

「下水道管きょ耐震設計指針（案）」は、取手地方広域下水道組合における開削工法及び小口径管推進工法の実施設等を行う上で必要となる耐震対策に関する事項について、とりまとめたものである。

2011年3月11日、東北地方太平洋沖地震が発生し、多くの自治体等が地震・津波による未曾有の被害を受けました。現在でも下水道施設が甚大な被害を受けた津波被災地等では、復旧・復興に向けた懸命な取組みが続けられています。

これには、既存施設を有効に活用したハード対策や様々なソフト対策との連携等を総合的に組み合わせた防災・減災を計画的に進めていくことが求められます。特に、今回新たに盛り込まれた津波対策では、最大クラスの津波に対し、人命を守ることを最優先に最低限必要な下水道機能を確保することを検討する必要があります。

取手地方広域下水道組合では、東北地方太平洋沖地震による地震被害を教訓として、既存施設の段階的かつ早期の耐震化及び新設に対する適切な耐震化が喫緊の課題であることを踏まえ、社団法人日本下水道協会発行の「下水道施設の耐震対策指針と解説—2014年版—」の改訂に伴い、「下水道管きょ耐震設計指針（案）」を作成することになった。

「下水道管きょ耐震設計指針（案）」は、取手地方広域下水道組合における管きょ施設の耐震設計に適用するものである。

令和7年4月

取手地方広域下水道組合

「下水道管きょ耐震設計指針（案）」の作成に引用した主な文献資料を、以下に示す。

- 「下水道施設の耐震対策指針と解説」【2014年版】
(社)日本下水道協会
- 「下水道施設計画・設計指針と解説（前編）」【2009年版】
(社)日本下水道協会
- 「下水道用設計積算要領—管路施設（開削工法）編—」【2015年版】
(社)日本下水道協会
- 「下水道推進工法の指針と解説」【2010年版】
(社)日本下水道協会
- 「下水道事業の手引」【令和6年版】

日本水道新聞

第 1 章 総 論	2
第 1 節 総 説	2
1.1.1 総 説.....	2
1.1.2 用語の定義.....	4
1.1.3 関連法規等.....	11
第 2 節 耐震対策の基本的な考え方	13
1.2.1 地震対策の基本的な考え方.....	13
1.2.2 下水道のアウトカム目標（保持すべき目標）.....	14
1.2.3 下水道における要求機能.....	16
1.2.4 設計地震動.....	16
第 2 章 下水道施設の耐震設計	18
第 1 節 耐震設計の基本方針	18
2.1.1 耐震設計の基本方針.....	18
2.1.2 耐震設計に用いる地震動レベル.....	19
2.1.3 施設の重要度と優先度.....	20
2.1.4 保持すべき耐震性能と耐震対策.....	39
第 2 節 地域特性、地形、地盤	41
2.2.1 調査.....	41
2.2.2 地域特性.....	43
2.2.3 地形.....	43
2.2.4 地盤及び土質.....	44
第 3 節 設計地震動	49
2.3.1 管路施設の設計地震動.....	49
第 4 節 液状化の判定	55
2.4.1 液状化による下水道施設への影響.....	55
2.4.2 液状化の判定.....	59
2.4.3 液状化による管路施設等の浮上と地盤の沈下.....	64
2.4.4 液状化危険度.....	66
2.4.5 液状化対策.....	71
第 5 節 地盤変位と地盤のひずみ	72

2.5.1	液状化による側方流動	72
2.5.2	設計に用いる地盤の永久ひずみ.....	74
第6節	耐震手順及び計算手法	77
2.6.1	管路施設の耐震設計手順.....	77
2.6.2	耐震計算法と対象構造物.....	79
2.6.3	応答変位法	81
第3章	管路施設の耐震対策	84
第1節	管路施設の被害想定と耐震対策（案）	84
3.1.1	地震時の被害想定内容	84
3.1.2	新設管路施設の耐震対策（案）	87
3.1.3	新設管路施設の耐震対策（案）の内容.....	87
	（参考3.1）小口径管の耐震計算の省略化について	92
第4章	既存管路施設の耐震対策	97
第1節	耐震診断と対策の優先順位	97
4.1.1	耐震対策の優先順位.....	97
第2節	簡易診断.....	101
4.2.1	簡易診断.....	101
4.2.2	情報の収集	101
4.2.3	簡易診断の実施方法.....	103
第3節	詳細診断.....	105
4.3.1	詳細診断.....	105
4.3.2	情報の収集	105
4.3.3	詳細診断の実施方法.....	106
第4節	耐震対策（案）	109
4.4.1	既存管路施設の耐震対策.....	109
4.4.2	既存施設の耐震対策（案）の内容	110
第5章	参考資料	117
第1節	耐震対策の比較検討.....	117

5.1.1	耐震対策の比較検討	117
第2節	耐震対策の事業フロー（案）	123
5.2.1	耐震対策の事業フロー（案）	123
第3節	減災対策（案）	125
5.3.1	減災対策（案）	125
第4節	土質情報	126
5.4.1	土質情報	126

第 1 章

総

論

第1章 総 論

第1節 総 説

1.1.1 総 説

下水道は、汚水の排除・処理による公衆衛生の確保・生活環境の保全、雨水の排除による浸水の防除、汚濁負荷削減による公共用水域の水質保全等、住民の暮らし、安全及び環境を守るとともに都市活動を支える根幹的社会基盤である。また、下水道は、日常生活における最も基本的な事項を担うとともに、電気や水道、ガス等と同様に都市機能を支える重要なライフラインである。

さらに、下水道施設は大規模な地震時に避難所などの生活空間におけるトイレの使用という、生命活動の最も基本的な事項の一端を担う施設であるとともに、大規模な地震発生時においても、住民の生活空間での汚水の滞留や未処理下水の流出に伴う水系伝染病の発生を防ぎ、雨水排水機能等の喪失による甚大な浸水被害の発生も防止することが求められる。

加えて、下水道管理職員や下水道施設に避難する住民等の人命保護を最優先しながら下水道の有すべき機能（要求機能）を維持し、被災した場合にも、早期の機能回復を図り、その影響を最小限に食い止めなければならない。

「下水道管きょ耐震設計指針（案）」は、下水道の地震対策のうち、主に下水道管きょ施設の構造面での対策を中心にした耐震対策に関する性能設計の基本を示すものである。

【解説】

下水道施設は大部分が地下に築造されるため、いったん被害が発生すると、その復旧に長期間を要する場合が多い。また、下水道は電気や水道、ガス等とともに住民生活や都市活動を支える重要なライフラインの一つであり、下水道施設が被災して機能が麻痺した場合、トイレ使用の制限や自粛のお願い、未処理下水の流出による水系伝染病の発生等、住民の生命、健康に関わる公衆衛生上の問題が懸念される。また、公共用水域の汚染や雨天時の浸水被害等、住民の生活や財産を危険にさらすおそれがある。

このようなことから地震の発生時にも下水道施設の要求機能を確保し、あるいは速やかに回復することにより、住民の視点に立って下水道の保持すべき目標を果たすこと（**本章 1.2.2 下水道のアウトカム目標（保持すべき目標）**参照）が求められている。平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震のような大規模な地震発生時には、施設自体の損傷等のほか、リソースの制約等に伴い長期間の機能低下のおそれがある。被災時にも一定の下水道機能を確保することは、下水道事業の規模の大小にかかわらず最重要課題の一つであり、そのために必要な地震対策を早急に実施する必要がある。

これまでの下水道施設の耐震設計は、平成 7 年（1995 年）兵庫県南部地震、平成 16 年（2004 年）新潟県中越地震等による被害の分析を加味して改定発刊された「下水道施設の耐震対策指針と

解説（2006年版）」に基づき行われてきた。

また、2014年度には「下水道施設の耐震対策指針と解説」及び「下水道の地震対策マニュアル」（以下「マニュアル」という）が改定され、その後発生した平成19年（2007年）新潟県中越沖地震や平成20年（2008年）岩手・宮城内陸地震、さらに東北地方太平洋沖地震等の教訓を参考とした。特に、東北地方太平洋沖地震では地震直後に発生した大津波により、東北地方を中心に太平洋沿岸部で下水道施設の壊滅的な被害が発生した。また、関東地方の東京湾沿岸部や内陸低地等を中心に広域的な周辺地盤の液状化が発生し、管路施設へ土砂等が流入し管路を閉塞したこと等により流下機能を喪失した。これらの事象によって下水道機能が長期間停止した地域が見られたことから、今後は、下水道管理職員や下水道施設に避難する住民等の人命保護を最優先にしながら、従来の地震対策に加えて、広域的な周辺地盤の液状化も想定した対策や対応が必要となる。特に、地域特性等に応じた早期の耐震性能の強化が課題となる。耐震波対策の基本は、個々の施設における構造面での耐震化を図ることにあるため、既存施設については、速やかに耐震診断を実施し、現状の耐震性能を把握することが重要となる。また、耐震対策の基準に対し性能不適合な施設については、下水道の機能、施設の管理状況等を踏まえ、耐震対策の優先順位を定め、段階的に要求性能を向上させる。さらに、改築事業と連携しながら重要施設の耐震化を進めていく必要がある。

下水道施設の地震対策には、上記のような耐震対策に加え、下水道施設への影響を最小限に抑制し速やかな復旧を可能とする減災、日常の点検、震後の応急対策等が含まれ、これらが一体となって地震対策を推進する必要がある。**本指針（案）**はこのうち、主に前者の下水道施設の構造面での耐震対策に適用するものである。

1.1.2 用語の定義

本指針（案）及び関連して「下水道施設の耐震対策指針と解説-2014-」で使用する用語の定義は、次のとおりである。

【基本用語】

- (1) 地震対策
- (2) 耐震対策
- (3) 防 災
- (4) 減 災
- (5) 震 災
- (6) 震 前
- (7) 震 後

【地震対策】

- (8) アウトカム目標
- (9) 要求機能
- (10) 要求性能
- (11) 耐震性能
- (12) 供用性
- (13) 運転継続性
- (14) 修復性
- (15) 安全性
- (16) 下水道BCP
- (17) BCM
- (18) リスクマネジメント
- (19) クライシスマネジメント
- (20) リスクレベル
- (21) リスク対応レベル
- (22) ハード対策
- (23) ソフト対策

【被害予測等】

- (24) 耐震診断
- (25) 地震ハザードマップ
- (26) 液状化マップ（液状化危険度マップ）
- (27) 周辺地盤の液状化

【設計】

- (28) 耐震設計

- (29) 耐震計算
- (30) 地震動
- (31) レベル 1 地震動・レベル 2 地震動
- (32) 中地震動・大地震動
- (33) 地震力
- (34) 震度法
- (35) 応答変位法
- (36) 基盤面
- (37) 液状化
- (38) 側方流動
- (39) 地盤の永久ひずみ
- (40) 性能設計
- (41) 線形解析
- (42) 非線形解析
- (43) 動的解析
- (44) 応答スペクトル
- (45) 加速度応答スペクトル
- (46) 速度応答スペクトル
- 【その他】
- (47) 一次災害
- (48) 二次災害
- (49) 避難場所
- (50) 避難所

(1) 地震対策

地震の発生時においても、下水道施設の要求機能を確保する、または、被害や機能低下が発生した場合にも速やかに要求機能を回復し、アウトカム目標を果たすための施設の計画、設計、施工及び維持管理や施設の再構築の各段階にわたる全ての対策をいう。対策には、個々の施設の耐震対策のほか、耐震診断、維持管理情報に基づく下水道システム全体のポテンシャルの把握、資機材等の備蓄・活用計画、地震による被害発生後の応急対応や災害復旧等、適切な防災や減災の効果を得ることに資する全てのものが含まれる。

地震による揺れや液状化に対するものを地震対策という。

(2) 耐震対策

新設における耐震設計のほか、既存施設の耐震化により、個々の下水道施設の要求性能を確保するために実施する構造上のハード対策（計画、設計及び施工）をいう。

(3) 防 災

広義にはあらゆる自然災害に対して国土並びに国民の生命、身体及び財産を保護する行政上最も重要な施策をいうが、**本指針**では下水道に特化して、地震の発生後の要求機能の低下、また、その回復に係る応急対策活動に重大な影響が生じないよう、個々の施設の構造面での耐震化等により、要求機能を確保するためのハード対策をいう。

(4) 減 災

構造面での耐震化のみでは限界があることを踏まえ、地震が発生しても被害を軽減し最小化する、あるいは、被災後の要求機能の回復、早期の復旧を図るための、ハードとソフトの対策を適切に組み合わせた対策をいう。

(5) 震 災

震災は、地震という自然現象が国民の生命や財産等を脅かす災害全般をいう。**本指針**では、主に地震の発生に伴い、下水道管理職員等の生命、下水道施設の運転継続等、下水道サービスに影響を来すおそれのある被害が生じるような災害をいう。

(6) 震 前

下水道に影響をおよぼすおそれのある地震が発生する前の段階をいう。

(7) 震 後

下水道に影響をおよぼすおそれのある地震の発生後の段階をいう。

(8) アウトカム目標

要求機能を確保し、あるいは速やかに回復することにより、地震等による災害の発生時にも下水道が保持すべき目標をいう。

(9) 要求機能

地震の発生時にも下水道施設が有すべき機能をいう。安全衛生機能・避難機能、揚水機能、消毒機能、沈殿機能、脱水機能、その他水処理・汚泥処理機能、流下機能、交通確保機能等があげられる。

(10) 要求性能

要求機能を確保するために構造物に求められる性能で、耐震性能に区分される。

(11) 耐震性能

地震時の揺れや液状化に対し、構造物に求められる性能をいう。耐震性能は、対象地震動と施設の重要度に応じて設定する。

(12) 供用性

想定される作用に対して、損傷・支障の程度が、修復せずに本来機能の確保ができる範囲に留まること。

(13) 運転継続性

想定される作用に対して、支障の程度が、制約を受けても運転状態を継続し、機能を維持可能な程度までの低下の範囲に留まること。

(14) 修復性

想定される作用に対して、損傷・支障の程度が、機能回復のための修復が応急復旧で対応できる範囲に留まり（短期的修復性）、恒久的復旧が可能であること（長期的修復性）。

(15) 安全性

想定される作用に対して、損傷・支障の程度が、施設として致命的とならず、人命の安全確保や他の施設等に重大な影響が生じない範囲に留まること。

(16) 下水道 BCP

BCP（Business Continuity Plan、業務継続計画）とは、リソースが相当程度の制約を受けた場合を想定して、下水道機能の継続、早期回復を図るための計画。非常時対応計画、事前対策計画、訓練・維持改善計画等で構成される。

(17) BCM

BCM（Business Continuity Management、業務継続管理）とは、発災時に下水道 BCP の検討成果をより柔軟に実効的に応用・実践可能とするためのマネジメントをいう。

(18) リスクマネジメント

リスクを組織的に管理し、最小の費用で合理的に損失などの回避又は低減をはかるプロセスをいう。

(19) クライシスマネジメント

事業継続や組織自体の存続を脅かすような危機的状況に直面した際に、組織的に被害を最小限に抑えるために行う一連の活動及び対処法をいう。本指針では、地震によって下水道の事業継続に影響する大規模な被害が生じた直後から応急復旧までの緊急的、応急的な対応をいう。

(20) リスクレベル

被害の発生確率と被害の大きさ等の関連する諸条件を踏まえた総合的な影響度として捉えた顕在する危機の大きさをいう。

(21) リスク対応レベル

現状のリスクレベルを許容される範囲まで削減するための「リスク対応の手段」をいう。

(22) ハード対策

要求機能・要求性能を確保するために構造物や設備等を行う対策をいう。

(23) ソフト対策

要求機能を確保するためにハード対策の実施に関する計画策定やマネジメント等による対策をいう。地震対策のうち、ハード対策以外の対策をいう。

(24) 耐震診断

既存施設に対して、設計・建設年度や現状の形状寸法、劣化の程度など耐震計算に必要な資料を収集し、施設の重要度に応じた地震動レベルにより耐震計算を行い、施設の耐荷力や液状化による変位を含めた変形量を照査して、所要の耐震性能の有無を調べること。

(25) 地震ハザードマップ

液状化等の地震情報、防災拠点や耐震診断状況、被害予測等を地図に示したものをいう。

(26) 液状化マップ（液状化危険度マップ）

液状化判定の結果を地図上に示した図。判定値としては FL 値（液状化に対する抵抗率）や PL 値（地盤液状化指数）等がある。

(27) 周辺地盤の液状化

管路施設周辺の道路、宅地地盤を含めたエリアの液状化をいう。埋め戻し土の液状化と区分して用いる。広範囲にわたり原地盤や造成地盤等が液状化する場合などの広範囲にわたる周辺地盤の液状化を、広域的な周辺地盤の液状化という。

(28) 耐震設計

各施設が、それぞれの立地条件、配置、構造特性及び周辺地盤条件に適応して要求性能を有するよう、計算に基づく構造規定の適用、材料の選定等の設計を行う過程の総称をいう。

(29) 耐震計算

耐震設計のため、地震時の荷重、液状化に伴う地盤変状、浮力及びこれに対する構造物の安定、部材応力と応力度等の計算を行い、形状及び寸法の決定、安全性の確認等を行うことをいう。

(30) 地震動

地震によって引き起こされる波動（地震波）の伝播により、地表もしくは地中に発生した振動をいう。

(31) レベル1 地震動・レベル2 地震動

施設の供用期間内に 1～2 度発生する確率を有する地震による地震動をレベル 1 地震動という。一方、陸地近傍に発生する大規模なプレート境界地震や、直下型地震による地震動のように、施設の供用期間内に発生する確率は低いが大きな強度を持つ地震動をレベル 2 地震動という。

(32) 中地震動・大地震動

建築基準法の規定に基づき、建築構造物の設計において用いる地震動。耐用年限中に数度は遭遇する程度の地震動を中地震動という。一方、耐用年限中に一度遭遇するかもしれない程度の地震動を大地震動という。

(33) 地震力

地震動によって構造物に作用する荷重（慣性力、土圧、動水圧の総称）をいう。

(34) 震度法

地震力を静的な荷重に置換えて、構造物の計算を行う耐震計算法をいう。

(35) 応答変位法

地中に埋設される管路、管廊等の施設を対象とし、地震時の挙動が周辺地盤の運動によって支配されるものとして、地盤の相対変位から応力等を算定する設計法をいう。

(36) 基盤面

耐震設計時に設定する基盤層であって、表層地盤に比べて相対的に堅固な地盤が下方に続くとき、その地盤の上面のことをいう。

(37) 液状化

地震動による間隙水圧の急激な上昇により、飽和した砂質土層がせん断強度を失い、土の構造に破壊が生じること。

(38) 側方流動

液状化に伴い、地盤が水平方向に移動すること。

(39) 地盤の永久ひずみ

地震によって地盤に発生し、残留した静的なひずみをいう。地盤の永久ひずみには引張りひずみと圧縮ひずみがある。

(40) 性能設計

下水道施設に求められる性能を要求し、その性能を満たす設計を行う手法。

(41) 線形解析

荷重－変位（応力－ひずみ）が比例関係にあるとした、弾性域内での解析法。

(42) 非線形解析

荷重－変位（応力－ひずみ）の関係が、弾性範囲を超え、塑性域内までを考慮した解析法。

(43) 動的解析

地震時における構造物及び地盤の挙動を動力的に解析して応答値を算出する方法。

(44) 応答スペクトル

耐震設計において、地震による外力を表現する概念であり、地震動をばねと質量とからなる線形の 1 自由度系に作用させて強制振動を起こし、その応答の最大値を 1 自由度系の固有周期ごとに求めてグラフにしたものである。

(45) 加速度応答スペクトル

縦軸に1自由度系の絶対加速度応答の最大値をとった応答スペクトルである。応答スペクトルと記載されている場合は加速度応答スペクトルを指す場合が多い。短周期側では地震動の最大加速度に漸近し、長周期側では周期(T)に対して $(1/T^2)$ でゼロに漸近する。

(46) 速度応答スペクトル

縦軸に相対速度応答の最大値をとった応答スペクトルである。短周期側では周期($T \approx 0s$)に対してゼロに漸近し、長周期側では一定値の傾向を示す。

(47) 一次災害

本震による地震動、液状化により直接的に生じる被害及び本震とほとんど同時に発生した火事、爆発、その他の事象により生じる被害のうち、社会通念上災害と見なされるものをいう。

(48) 二次災害

一次災害発生後に、一次災害に起因して新たに生じた影響のうち、社会通念上災害と見なされるものをいう。二次災害には、一次災害による施設機能の低下に伴って新たに生じるものと、一次災害の拡大に伴って新たに生じるものがある。また、**本指針**では下水道以外のライフラインの被害(停電、断水等)により下水道施設の機能が支障を受けることも含む。

(49) 避難場所

災害が発生したときに一時的に避難する場所。

(50) 避難所

災害が起きた時に自宅が住めなくなった人たちが一定期間、避難生活をする場所。

1.1.3 関連法規等

耐震設計、診断及び対策等に関連する主要な法規等には、災害対策、災害予防、災害時応急対策、財政金融措置等に関するものがある。調査、診断、設計、施工等においては、これらの法規、**本指針（案）**、関連する基準、指針などに準拠する。

【解説】

地震対策に関連する主な法規としては表 1.1.1 に示すものがある。

災害対策基本法は、他の災害関係の法律に対しては一般法の性格を有するもので、総合的かつ計画的な防災行政の推進を図るため、次に示すように災害対策全般にわたる基本的施策の確立を行うことを定めている。

- 防災に関する責任の所在の明確化
- 国及び地方を通じた防災体制の確立
- 防災の計画化
- 災害予防対策の強化
- 災害応急対策の迅速・適切化
- 災害復旧の迅速化と改良復旧の実施
- 財政負担の適正化
- 災害緊急事態における措置等

表 1.1.1 震前対策、震災復旧に関連する主要な法規¹⁾に加筆

法 規	所管省庁	災害 予防	応急 対策	災害 復旧	財政 金融	施行年月日
関 災 害 害 す る 対 法 策 規 に	災害対策基本法	内閣府・国交省	○	○	○	昭36.11.15
	大規模地震対策特別措置法	内閣府・国交省	○	○		昭53.6.15
	南海トラフ地震に係る地震防災対策の 推進に関する特別措置法	内閣府	○			平14.7.26
	首都直下地震対策特別措置法	内閣府	○			平25.11.29
災 害 予 防 に 関 連 し た 法 規	河 川 法	国土交通省	○	○		昭39.4.10
	砂 防 法	国土交通省	○			明30.3.30
	地すべり等防止法	国交省・農水省	○	○		昭33.3.31
	急傾斜地の崩壊による災害の防止に関 する法律	国土交通省	○			昭44.4.1
	海 岸 法	国交省・農水省	○			昭31.5.11
	治山治水緊急措置法	国交省・農水省	○			昭35.5.31
	道 路 法	国土交通省	○	○		昭27.6.10
	都市計画法	国土交通省	○			昭43.6.15
	都市再開発法	国土交通省	○			昭44.6.3
	宅地造成等規制法	国土交通省	○			昭36.11.7
	防災のための集団移転促進事業に係る 国の財政上の特別措置に関する法律	国土交通省	○			○ 昭44.12.8
	下 水 道 法	国交省・環境省	○			昭33.4.24
建築基準法	国土交通省	○			昭25.11.23	
に 災 害 害 す る 応 急 対 策 規 策	気象業務法	国土交通省		○		昭27.6.2
	災害救助法	厚生省		○		昭22.10.14
	水 防 法	内閣府・国交省		○		昭24.6.4
	水害予防組合法	内閣府・国交省		○		明41.4.13
	消 防 法	総務省		○		昭23.7.24
に 財 政 金 融 措 置 規 策	激甚災害に対処するための特別の財政 援助等に関する法律	内閣府・国交省				○ 昭37.9.6
	地震防災対策強化地域における地震対 策緊急整備事業に係る国の財政上の特 別措置に関する法律	内閣府・国交省				○ 昭55.5.28
	公共土木施設災害復旧事業費国庫負担 法	国交省・農水省		○	○	○ 昭26.3.31
	地方交付税法	内閣府				○ 昭25.5.30
関 連 法 規	日本赤十字社法	厚生労働省		○		昭27.8.14
	自 衛 隊 法	防衛庁		○		昭29.6.9
	警 察 法	警察庁		○		昭29.6.8
	放 送 法	総務省		○		昭25.5.2
	電 波 法	総務省		○		昭25.5.2
	公衆電気通信法	総務省		○		昭28.1.31

注)：国交省：国土交通省、農水省：農林水産省、厚生省：厚生労働省

1)：土木構造物の震災復旧技術マニュアル(案) 昭和61年3月 (財)土木研究センター

第2節 耐震対策の基本的な考え方

1.2.1 地震対策の基本的な考え方

下水道の地震対策は、アウトカム目標を達成するために優先的に有すべき要求機能を設定し、防災を基本としつつ減災を組み合わせる。

【解説】

下水道施設については、地震時の揺れや液状化による浸水等に対し、構造物に求められる性能を満足する施設を構築すれば、計画目標となる地震の発生時にも下水道の果たすべき役割を確保することができる。しかしながら全ての施設に対して診断・評価を行い、要求性能を満足するための対策を一様に講じることは、物理的、経済的に困難である。

東北地方太平洋沖地震による災害の教訓を踏まえて、従来の防災中心の地震対策から転換を図り、要求機能を確保するために減災の観点を含めてハード対策、ソフト対策を組み合わせる総合的に検討する必要があり、地域全体の地震防災方針との整合を図り、被災時にも下水道の有すべき要求機能を維持することが重要である。

なお、下水道の総合的な地震対策の体系や考え方、下水道 BCP 及び BCM に基づく「減災」のマネジメント、地震対策の進め方等、全体的な体系については、マニュアルに詳述しているのでこれを参照する。

地震対策は、次のような考え方に基づき検討する（図 1.2.1 参照）。

- ① 下水道の地震対策は、アウトカム目標を達成するために実施する。
- ② 各目標の達成のために、地域や施設等の特性を踏まえた要求機能の優先度を定める。
- ③ 設定した要求機能を確保するために、「防災」、「減災」の手段を合理的に組み合わせる。
- ④ 既存施設の「耐震性能」は、施設の重要度やリスク対応レベルに応じ、段階的に向上させることも勘案する。
- ⑤ 「減災」では「仮設使用や復旧に耐え得る」性能を確保し、併せてこれを補完する対策も講じる。
- ⑥ 早期にアウトカム目標を達成するため、「下水道 BCP」に基づき、合理的、総合的な地震対策を実施する。

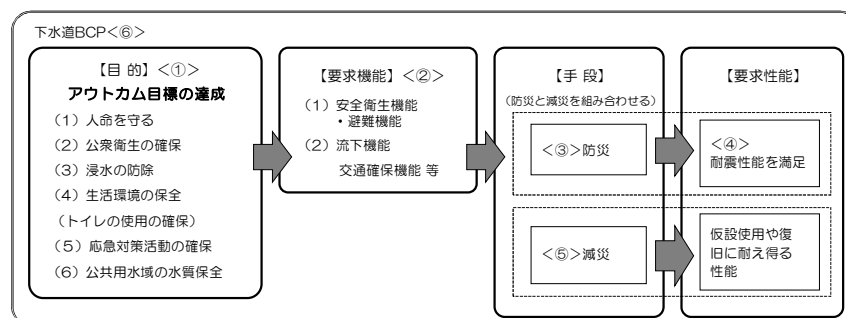


図 1.2.1 総合的な地震対策の検討フロー

1.2.2 下水道のアウトカム目標（保持すべき目標）

下水道は、都市機能を支える重要なライフラインであり、地震の発生時にも、要求機能を確保し、あるいは速やかに回復することが求められるため、次の目標を達成する必要がある。

- (1) 人命を守る（人命の保護）
- (2) 公衆衛生の確保（水系伝染病等の抑制）
- (3) 浸水の防除
- (4) 生活環境の保全（トイレの使用の確保等）
- (5) 応急対策活動の確保
- (6) 公共用水域の水質保全

【解説】

下水道のアウトカム目標において、「人命を守る」という目標は、最優先で達成されねばならない。次いで、「公衆衛生の確保」、「浸水の防除」、「生活環境の保全」、「応急対策活動の確保」は地震の発生時においても下水道が果たすべき基本的な役割であり、地域の特性等を踏まえて各々の下水道管理者が目標達成の優先順位を定める。また、「公共用水域の水質保全」は、個々の施設について本来の要求機能を確保することにより達成される目標となる。

(1) 人命を守る（人命の保護）について

大規模地震の発生時には、下水処理場周辺から避難する住民への対応、下水道施設の被災による周辺地域への二次災害の防止、下水道管理職員等の安全確保のため、適切な避難行動等に資するハード及びソフト対策や施策の構築が重要である。

都市部等では下水道施設が避難場所等として位置付けられている場合があるため、震災時に避難する住民の生命の保護の観点から、下水道施設の耐震性能性能の向上や、下水道施設の非常用発電を活用した電気供給機能等の確保等も必要である。

(2) 公衆衛生の確保（水系伝染病等の抑制）について

汚水管路施設の流下機能やポンプ場の揚水機能等が喪失すれば、生活空間や水源水域等に未処理下水の溢水や流出、滞留が生じ、周辺環境等を汚染するおそれがある。このような場合、水系伝染病の発生のほか、不衛生環境による伝染病等、住民の生命に係わる公衆衛生上の問題が懸念される。

したがって、被災時においても、公衆衛生を確保するために速やかに生活空間から汚水を排除するための排水機能、また、必要に応じて応急復旧施設等により処理機能を確保する必要がある。このとき、公共用水域の水質保全にも留意する必要がある。

(3) 浸水の防除について

梅雨や台風シーズン等の大雨期に、雨水ポンプ場の排水機能や雨水管路施設の流下機能が喪失すれば、避難所を含む住民の生活空間に甚大な浸水被害が発生し、住民の生命や財産に影響を及ぼすおそれがある。

したがって、浸水被害が発生しやすい大雨期の地震発生を想定し、被災時においても、浸水

被害を防止するための排水機能や流下機能を確保する必要がある。また、東北地方太平洋沖地震では、液状化や地盤変状等に伴う地盤沈下により臨海部の低地区を中心に内水の排除不良が発生したことから、このような二次災害にも留意する必要がある。

(4) 生活環境の保全（トイレの使用の確保等）について

汚水の流下機能が喪失すると、トイレの使用が困難な状況となり、住民の健康維持や日常生活に深刻な影響を及ぼすおそれがある。過去の震災において、住民の健康に深刻な影響を与える様々な問題が生じた教訓から、下水道管理者も他部局と連携し、快適なトイレ使用環境を確保することを最重要課題として捉える必要がある。このため、被災時においても地域防災計画等、行政全体の地震対策と整合を図り、消毒機能や流下機能等を確保し、地域防災拠点からのし尿等の受け入れなどのサービスを提供する必要がある。

(5) 応急対策活動の確保について

マンホールの浮き上がりや管路の損傷に伴う道路陥没は、交通障害を引き起こす要因となり、被災者救助、救急搬送や避難所の支援活動等に支障を来すとともに、復旧作業にも影響を与え、下水道を含むライフラインの復旧を遅らせるおそれがある。

したがって、被災時における都市や交通の機能を確保する観点から、当該地域における被災後の影響の大きさや対応の難易等も勘案し、下水道施設の被害を低減する対策を講じていく必要がある。

(6) 公共用水域の水質保全について

下水道施設の被災により所定の機能を喪失すると、市街地や処理施設等から下水が流出し、公共用水域を汚染するおそれがある。このような場合、利水や水産等に影響し、特に、水道水源上流の水域の汚染は、水系伝染病の集団蔓延等、重大な被害に繋がるおそれがある。

したがって、被災時においても、公共用水域の水質保全を確保するための処理機能を確保する必要がある。また、既存の施設が一旦被災した場合には、被災直後から、消毒放流等の緊急措置、応急復旧による暫定的な水処理が必要となる場合がある。また、段階的な復旧過程では病院排水や有害物質を含む排水を受け入れる可能性があるため、処理場における処理機能や消毒機能の稼働状況の確認を行う等、適切な震後対応も重要となる。

1.2.3 下水道における要求機能

地震の発生時における下水道の要求機能には、安全衛生機能・避難機能、流下機能、交通確保機能等がある。

【解説】

1) 要求機能

① 安全衛生機能・避難機能

地震発生時に、施設内での安全ルートの確保や構造物の補強などにより、人命を守るための機能である。

② 流下機能、交通確保機能

地震発生時に、マンホールの浮き上がりや管路の被災による道路陥没等を抑制することにより、流下機能を維持するとともに、車両等の応急対策活動を阻害しないための機能である。

1.2.4 設計地震動

設計地震動は、土木構造物（管路施設）において二段階の地震動を想定する。

【解説】

下水道の土木構造物（管路施設）の耐震設計において対象とする地震動は、施設の供用期間内に1～2度発生する確率を有する地震動（レベル1地震動）及び陸地近傍に発生する大規模なプレート境界型地震や直下型地震による地震動のように、供用期間内に発生する確率は低いが大きな強度を持つ地震動（レベル2地震動）の、二段階の地震動を想定する。

レベル1地震動は、原則として第2章第3節 設計地震動に示す値を用いる。レベル2地震動は、原則として第2章第3節 設計地震動に示す値を用いるが、それぞれの地点において影響を受ける活断層を設定して地震規模を想定し、地震動の大きさを推定することが可能な場合にはその大きさをを用いることができる。

第 2 章

下水道施設の耐震設計

第2章 下水道施設の耐震設計

第1節 耐震設計の基本方針

2.1.1 耐震設計の基本方針

下水道施設の耐震設計にあたっては、地域特性、地盤特性及び施設の特性や規模並びに類似施設の被害事例を考慮し、個々の下水道施設及び下水道システム全体として必要な耐震性能を有するよう配慮しなければならない。

【解説】

1995年兵庫県南部地震の発生により、これまでの下水道施設の耐震設計手法が見直され、1997年版指針において耐震設計の基本が整理された。

その後、2004年新潟県中越地震や2007年新潟県中越沖地震、2011年東北地方太平洋沖地震でも大きな地震動が観測された。また、これらの地震では、震度5弱以上の余震が繰り返し発生したことも特徴となっている。しかしながら、地震動により下水道施設の躯体（各部材）が大きく被害を受けることはなかったことから、従来からの考え方を踏襲し、レベル2地震動に用いる設計地震外力は1995年兵庫県南部地震を想定して設定した1997年版の設計地震動とした。

地震による下水道施設の被害原因としては、地盤の液状化やそれに伴う側方流動等の地盤の変状によるものが多い。2003年十勝沖地震や2004年新潟県中越地震、2007年新潟県中越沖地震においては、管路の埋戻し土の液状化によるマンホールの浮上がり等の被害が生じた。さらに、2011年東北地方太平洋沖地震では、津波により処理場・ポンプ場の土木・建築施設、機械・電気設備に壊滅的被害が生じたほか、海浜埋立地等で発生した周辺地盤の液状化により管路施設が土砂で閉塞する被害やマンホール浮上等の被害が発生し、長期間にわたり下水道施設の機能が停止した。したがって、これら被害に対する対策を耐震設計の中で考慮する必要がある。

管路施設の耐震設計は、管路施設と類似の地中構造物の設計手法を準用することとし、応答変位法を用いることを標準とする。

なお、対象構造物の特性や地盤状況等に応じ、他の計算方法を採用することができる。

2.1.2 耐震設計に用いる地震動レベル

下水道施設の耐震設計においては、施設の供用期間内に 1～2 度発生する確率を有する地震動（レベル 1 地震動）と供用期間内に発生する確率は低いが大きな強度を持つ地震動（レベル 2 地震動）の、二段階の地震動を考慮する。

【解説】

管路施設の土木構造物の耐震設計において、対象とする地震動は、施設の供用期間内に 1～2 度発生する確率を有する地震動（レベル 1 地震動）及び陸地近傍に発生する大規模なプレート境界型地震や、直下型地震による地震動のように、供用期間内に発生する確率は低いが大きな強度を持つ地震動（レベル 2 地震動）の、二段階の地震動を想定することとする。

表 2.1.1 耐震設計上の設計地震動（土木構造物）

想定地震動区分	想定地震動区分別の地震動の内容
レベル 1 地震動	施設の供用期間内に 1～2 度発生する確率を有する地震動
レベル 2 地震動	施設の供用期間内に度発生する確率は低いが大きな強度を有する地震動

2.1.3 施設の重要度と優先度

地震対策では、施設の重要度、要求機能の優先度、リスク対応レベルに応じて対策の優先順位を設定し、計画的かつ着実に実施する。

【解説】

1) 地震対策における施設の重要度と要求機能の優先度

地震対策では、下水道施設について施設の重要度を設定し、施設の重要度や要求機能の優先度に応じて対策の優先順位を設定する。

地震対策では、下水道施設のうち、重要な施設については、レベル2地震動に対してリスク対応レベルを「リスク回避」と位置付けて対策を講じ、要求機能を確保する必要がある。重要な施設は、管路施設では「重要な幹線等」とする。

なお、地震対策ではレベル2地震動に対して、「人命を守る」ことを最優先とする。そのため、安全衛生機能・避難機能の確保を最優先とし、リスク対応レベルを「リスク回避」として位置付け、対策を実施する。

既存の管路施設における地震対策では、被災時の機能喪失による他の施設等への影響度及び代替機能の有無等を踏まえ、施設の重要度に応じて地震対策の優先順位を設定する。

既存の管路施設の優先度は、表1.2.1に示すとおり、「重要な幹線等」のうち、「特に重要な幹線等」の流下機能・交通確保機能が高く（優先度A）、次いで、「その他の重要な幹線等」を位置付け（優先度B）、レベル1及びレベル2地震動に対する耐震性能を確保していく。一方、「その他の管路」については、レベル1地震動に対し設計流下能力の確保を目指す、改築更新計画等を考慮しつつ順次対策を講じる。

「重要な幹線等」のうち、「特に重要な幹線等」の位置付けを図1.2.2に示す。

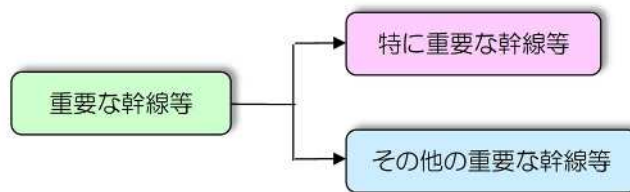


図2.1.1 特に重要な幹線等の位置付け

表2.1.2 地震時における要求機能の優先度（例）

（管路施設）

		リスク回避（レベル2地震動）	
		優先度A ^{注1}	優先度B ^{注1}
施設	要求機能		
特に重要な幹線等	流下機能	○	
その他の重要な幹線等	交通確保機能		○

「下水道施設の耐震対策指針と解説-2014年版-」及び「下水道事業の手引き-令和6年版-」を踏まえた【特に重要な幹線等】及び【その他の重要な幹線等】は、次表のとおりである。これを踏まえ、当組合の下水道管路施設の耐震化事業を推進していくこととする。

表2.1.4 特に重要な幹線等の施設内容

【特に重要な幹線等の施設内容】		該当する管路
a)	流域幹線の管路	該当無し
a)	処理場に直結する幹線管路	・県南クリーンセンターまでつながる管きよのうち、下水道法事業計画で位置付けられた幹線管きよ
c)	河川・軌道等を横断する管路（水管橋含む ^{※1} ）で地震被害によって二次災害を誘発するおそれのあるもの及び復旧が極めて困難と予想される幹線管路等	・河川（地形図上で水域表示されている水路）を横断する管路 ・JR各線を横断する管路
d)	被災時に重要な交通機能への障害を及ぼすおそれのある緊急輸送路、重要物流道路及び代替・補完路 ^{※2} に埋設されている管路	・地域防災計画で定められている緊急輸送路下に埋設されている管路 ・道路法に基づく重要物流道路・代替補完路の下に埋設されている管路
e)	相当広範囲の排水区を受け持つ吐き口に直結する幹線管路	・雨水幹線
f)	地域防災計画に位置付けられた施設（防災拠点・広域避難場所・避難所・避難施設）、並びに高齢者・障害者等要配慮者関連施設、感染症拠点病院、災害拠点病院、帰宅困難者一時滞在施設からの排水を受ける管路 ^{※3}	地域防災計画で位置付けられた、以下の施設の排水を受ける管路 ・防災拠点・防災関連拠点、広域避難場所・避難所・避難場所 ・要配慮者関連施設（福祉避難所） ・災害拠点病院・救急告示医療機関・感染症拠点病院・救急医療施設
g)	その他、下水を流下収集させる機能面から見てシステムとして重要な管路	・汚水中継ポンプ場、マンホールポンプからの圧送管

※1下水道総合地震対策事業（令和6年版 下水道事業の手引き）において、水管橋は事業対象であることが記載されている。

※2下水道総合地震対策事業（令和6年版 下水道事業の手引き）において、緊急輸送路、重要物流道路及び代替・補完路に埋設されている管路は事業対象であることが記載されている。

※3下水道総合地震対策事業（令和6年版 下水道事業の手引き）において、高齢者・障害者等要配慮者関連施設、感染症拠点病院、災害拠点病院、帰宅困難者一時滞在施設と終末処理場とを接続する管路は事業対象であることが記載されている。

表2.1.5 その他の重要な幹線等の施設内容

【その他の重要な幹線等の施設内容】		該当する管路
b)	ポンプ場に直結する幹線管路	・汚水中継ポンプ場までつながる管きよのうち、下水道法事業計画で位置付けられた幹線管きよ

当組合内における【特に重要な幹線等】及び【その他の重要な幹線等】の根拠である取手市及びつくばみらい市の地域防災計画に設定されている各耐震関連情報を整理する。

表 2.1.6 耐震関連情報に関する資料

No.	文 献 名	発行年月日
1	取手市地域防災計画（震災対策編、風水害等対策編、資料編）	令和5年 10月
2	つくばみらい市 地域防災計画	令和4年 3月

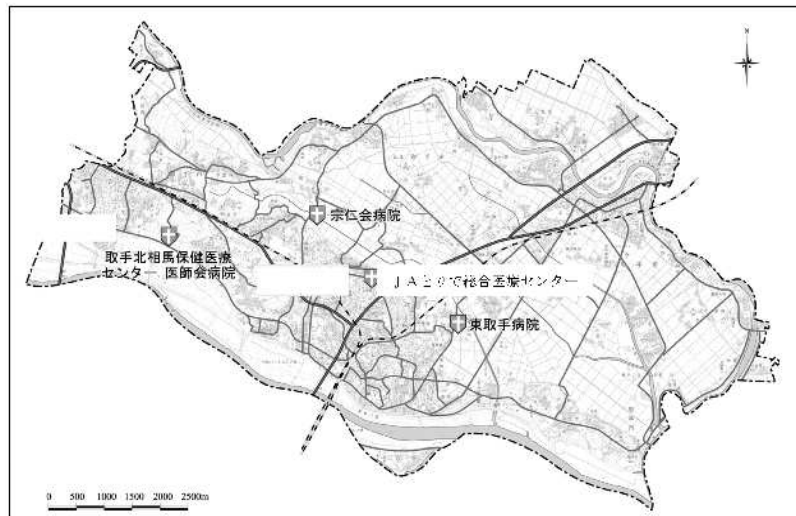


図 2.1.2 取手市における救急指定（告示）病院

「取手市地域防災計画 平成 25年 3月 26日 震災対策編 P14 に加筆」



図 2.1.3 取手市における避難場所等分布図

「取手市地域防災計画 令和5年 10月 震災対策編 P19」



図2.1.4 取手市における震災時避難所等分布図

「取手市地域防災計画 令和5年10月 震災対策編 P20」



図2.1.5 取手市における防災関連施設分布図

「取手市地域防災計画 平成25年3月26日 震災対策編 P20」

表2.1.7 取手市における緊急輸送路

① 国道6号	: 一次緊急輸送道路
② 国道294号	: 一次緊急輸送道路
③ 取手市道0114号線(都市計画道路3・4・3号線)	: 一次緊急輸送道路
④ 取手つくば線	: 一次緊急輸送道路
⑤ 取手東線	: 二次緊急輸送道路
⑥ 守谷藤代線	: 二次緊急輸送道路
⑦ 取手市道0160号線	: 二次緊急輸送道路
⑧ 常総取手線	: 三次緊急輸送道路
⑨ 長沖藤代線(一部区間)	: 三次緊急輸送道路
⑩ 長沖藤代線(一部区間)	: 三次緊急輸送道路
⑪ 取手谷中線	: 三次緊急輸送道路
⑫ 守谷藤代線	: 三次緊急輸送道路
⑬ 取手市道0134号線	: 三次緊急輸送道路
⑭ 谷田部藤代線	: 三次緊急輸送道路
⑮ 取手停車場線	: 三次緊急輸送道路
⑯ 藤代停車場線	: 三次緊急輸送道路
⑰ 取手市道0203号線	: 三次緊急輸送道路
⑱ 取手市道1-3282・3453号線	: 三次緊急輸送道路
⑲ 取手市道1-1526号線	: 三次緊急輸送道路
⑳ 取手市道2-3102号線(一部区間)	: 三次緊急輸送道路
21 取手市道2-3102号線(一部区間)	: 三次緊急輸送道路
22 取手市道2-3102号線(一部区間)	: 三次緊急輸送道路
23 取手市道2-4405号線	: 三次緊急輸送道路

「取手市地域防災計画 令和5年10月 震災対策編 P203~P204」



出典：茨城県竜ヶ崎工事事務所管内図

図 1-1 取手市内の緊急輸送路位置図

表 2.1.8 つくばみらい市における緊急輸送路

【第1次緊急輸送道路】			
路線番号	路線名	起点側	終点側
高速道路			
1	常磐自動車道	守谷市県境(千葉県)から	北茨城市県境(福島県)まで
一般国道			
294	国道 294 号	柏市呼塚交差点(千葉県)から	会津若松市北柳原交差点(福島県)まで
354	国道 354 号	古川市錦町県境(埼玉県)から	鹿島郡大洋村級上国道 51 号交差まで

「つくばみらい市 地域防災計画 令和4年3月 資料編 P25」



出典：茨城県土浦土木事務所管内図

図 1-2 つくばみらい市の緊急輸送路位置図

表 2.1.9 取手地方広域下水道組合における防災拠点一覧表

No.	施設種別	該当地区	施設名	所在地
1	防災拠点	取手市	取手市役所	寺田5139
2	防災拠点	取手市	旧小文間小学校	小文間4359
3	防災拠点	取手市	取手小学校	東5-3-1
4	防災拠点	取手市	取手第二中学校	寺田5147
5	防災拠点	取手市	戸頭中学校	戸頭7-1-1
6	防災拠点	取手市	藤代庁舎	藤代700
7	防災拠点	取手市	取手市消防本部	井野1264-1
8	防災拠点	取手市	吉田消防署	吉田545-1
9	防災拠点	取手市	桐木消防署宮和田出張所	宮和田1782-1
10	防災拠点	取手市	戸頭消防署	戸頭4-20-1
11	防災拠点	取手市	桐木消防署	桐木950-1
12	防災関連拠点	取手市	国土交通省利根川下流河川事務所取手出張所	新町1-1-2
13	防災関連拠点	取手市	国土交通省下館河川事務所藤代出張所	小浮気144-1
14	防災関連拠点	取手市	県取手警察署	桑原955-1
15	防災関連拠点	取手市	県南クリーンセンター	小文間173
16	防災拠点	つくばみらい市	つくばみらい市役所伊奈庁舎	福田195
17	防災拠点	つくばみらい市	つくばみらい市役所谷和原庁舎	加藤237
18	防災関連拠点	つくばみらい市	つくばみらい消防署	福田759
19	防災関連拠点	つくばみらい市	つくばみらい消防署谷和原出張所	加藤507-2
20	防災関連拠点	つくばみらい市	つくばみらい消防署東部出張所	台628-4

「取手市地域防災計画 令和5年10月 震災対策編 P63,P161」

「つくばみらい市 地域防災計画 令和4年3月 第2編 風水害等 P 資料編 P2」

表 2.1.9 取手地方広域下水道組合における広域避難場所一覧表

No.	避難地種別	該当地区	施設名	所在地
1	広域避難場所	取手市	とがしら公園	戸頭8-1
2	広域避難場所	取手市	競輪場	白山6-2
3	広域避難場所	取手市	取手緑地運動公園	取手1丁目地先
4	広域避難場所	取手市	藤代スポーツセンター	桐木15
5	広域避難場所	取手市	北浦川緑地	中田地先
6	広域避難場所	取手市	県南総合防災センター	桐木103
7	広域避難場所	取手市	稲戸井調節池内硬式野球場	戸頭地先（利根川189.5km付近）

「取手市地域防災計画 令和5年10月 震災対策編 P194」

表2.1.10 取手地方広域下水道組合における避難場所一覧表（1 / 2）

No.	避難地種別	該当地区	施設名	所在地
1	避難場所	取手市	市之代集会所	市之代499-1
2	避難場所	取手市	旧戸頭西小学校	戸頭8-10-1
3	避難場所	取手市	戸頭中学校	戸頭7-1-1
4	避難場所	取手市	戸頭小学校	戸頭3-21-1
5	避難場所	取手市	永山小学校	下高井2340
6	避難場所	取手市	永山中学校	下高井2311
7	避難場所	取手市	高井小学校	ゆめみ野3-22-1
8	避難場所	取手市	江戸川学園取手小学校	野々井1567-3
9	避難場所	取手市	取手西小学校	稲70
10	避難場所	取手市	江戸川学園取手中・高等学校	西1-37-1
11	避難場所	取手市	取手第二中学校	寺田5147
12	避難場所	取手市	旧白山西小学校（前田建設工業㈱）	白山8-11-6
13	避難場所	取手市	白山小学校	白山2-3-18
14	避難場所	取手市	寺原小学校	井野台5-14-1
15	避難場所	取手市	取手第一高等学校	台宿2-4-1
16	避難場所	取手市	旧井野小学校	井野団地1-1
17	避難場所	取手市	旧取手第一中学校	井野3-15-1
18	避難場所	取手市	取手第二高等学校	東2-5-1
19	避難場所	取手市	取手小学校	東5-3-1
20	避難場所	取手市	取手東小学校	吉田400
21	避難場所	取手市	取手第一中学校	吉田470
22	避難場所	取手市	旧小文間小学校	小文間4359
23	避難場所	取手市	取手松陽高等学校	小文間4770
24	避難場所	取手市	小堀集会所	小堀3894-1
25	避難場所	取手市	成田国際航空専門学校	取手西野1842
26	避難場所	取手市	藤代小学校	藤代53
27	避難場所	取手市	宮和田小学校	藤代南3-11-1
28	避難場所	取手市	山王小学校	山王380
29	避難場所	取手市	六郷小学校	清水373-1
30	避難場所	取手市	久賀小学校	萱場60
31	避難場所	取手市	桜が丘小学校	桜が丘2-17-1
32	避難場所	取手市	藤代中学校	桐木1343
33	避難場所	取手市	藤代南中学校	中田880
34	避難場所	取手市	藤代高等学校	毛有640
35	避難場所	取手市	藤代紫水高等学校	紫水1-660
36	避難場所	取手市	高須公民館	高須2157
37	避難場所	取手市	取手グリーンスポーツセンター	野々井1299
38	避難場所	取手市	旧高須小学校（グラウンド）	高須2151
39	指定緊急避難場所	つくばみらい市	小張小学校	小張1661
40	指定緊急避難場所	つくばみらい市	伊奈小学校	谷井田2047
41	指定緊急避難場所	つくばみらい市	豊小学校	豊体1692
42	指定緊急避難場所	つくばみらい市	わかかさ幼稚園（旧三島小学校）	下島422
43	指定緊急避難場所	つくばみらい市	伊奈東小学校	板橋2379
44	指定緊急避難場所	つくばみらい市	すみれ幼稚園（旧東小学校）	足高1313
45	指定緊急避難場所	つくばみらい市	谷原小学校	加藤241
46	指定緊急避難場所	つくばみらい市	十和小学校	上長沼1250
47	指定緊急避難場所	つくばみらい市	福岡小学校	福岡971
48	指定緊急避難場所	つくばみらい市	小絹小学校	小絹858
49	指定緊急避難場所	つくばみらい市	陽光台小学校	陽光台3-1
50	指定緊急避難場所	つくばみらい市	富士見ヶ丘小学校	富士見ヶ丘2-18-1

表2.1.11 取手地方広域下水道組合における避難場所一覧表（2/2）

No.	避難地種別	該当地区	施設名	所在地
51	指定緊急避難場所	つくばみらい市	伊奈中学校	市野深600
52	指定緊急避難場所	つくばみらい市	伊奈東中学校	南太田254
53	指定緊急避難場所	つくばみらい市	谷和原中学校	古川950
54	指定緊急避難場所	つくばみらい市	小絹中学校	絹の台1-14-2
55	指定緊急避難場所	つくばみらい市	茨城県立伊奈高等学校	福田711
56	指定緊急避難場所	つくばみらい市	茨城県立伊奈特別支援学校	青古新田300
57	指定緊急避難場所	つくばみらい市	谷和原幼稚園	上小目600
58	指定緊急避難場所	つくばみらい市	谷和原第2保育所	上小目600
59	指定緊急避難場所	つくばみらい市	伊奈第1保育所	山王新田1253
60	指定緊急避難場所	つくばみらい市	伊奈第2保育所	小張4705
61	指定緊急避難場所	つくばみらい市	谷和原第1保育所	仁佐衛門新田641
62	指定緊急避難場所	つくばみらい市	谷井田コミュニティセンター	谷井田1960
63	指定緊急避難場所	つくばみらい市	板橋コミュニティセンター	板橋2675-1
64	指定緊急避難場所	つくばみらい市	小絹コミュニティセンター	小絹848
65	指定緊急避難場所	つくばみらい市	みらい平コミュニティセンター	紫峰ヶ丘4-4-1
66	指定緊急避難場所	つくばみらい市	総合運動公園 体育館	小張1770
67	指定緊急避難場所	つくばみらい市	総合運動公園 研修道場	小張1770
68	指定緊急避難場所	つくばみらい市	きらくやまふれあいの丘 すこやか福祉館	神生530
69	指定緊急避難場所	つくばみらい市	きらくやまふれあいの丘 世代ふれあいの館	神生530
70	指定緊急避難場所	つくばみらい市	勤兵衛新田児童公園	伊奈東33-100
71	指定緊急避難場所	つくばみらい市	福岡塚さくら公園	北山2633-7
72	指定緊急避難場所	つくばみらい市	鈴の丘公園	絹の台1-13
73	指定緊急避難場所	つくばみらい市	絹の台公園	絹の台3-2
74	指定緊急避難場所	つくばみらい市	笹の丘公園	絹の台3-25
75	指定緊急避難場所	つくばみらい市	鐘の丘公園	絹の台5-14
76	指定緊急避難場所	つくばみらい市	なかよし公園	陽光台2-11-6
77	指定緊急避難場所	つくばみらい市	石の公園	陽光台3-20
78	指定緊急避難場所	つくばみらい市	みらい平さくら公園	陽光台3-45
79	指定緊急避難場所	つくばみらい市	すこやか公園	陽光台4-8-1
80	指定緊急避難場所	つくばみらい市	きょうりゅう公園	紫峰ヶ丘1-16-1
81	指定緊急避難場所	つくばみらい市	とんぼ公園	紫峰ヶ丘2-10
82	指定緊急避難場所	つくばみらい市	かたつむり公園	紫峰ヶ丘3-16-6
83	指定緊急避難場所	つくばみらい市	みらい平どんぐり公園	紫峰ヶ丘4-5-1
84	指定緊急避難場所	つくばみらい市	ちようちよう公園	紫峰ヶ丘5-32-16
85	指定緊急避難場所	つくばみらい市	てんとうむし公園	富士見ヶ丘1-10-1
86	指定緊急避難場所	つくばみらい市	みらいの森公園	富士見ヶ丘1-25-1
87	指定緊急避難場所	つくばみらい市	くわがた公園	富士見ヶ丘2-10-1
88	指定緊急避難場所	つくばみらい市	かえる公園	富士見ヶ丘3-14
89	指定緊急避難場所	つくばみらい市	ほたる公園	富士見ヶ丘4-26-21
90	指定緊急避難場所	つくばみらい市	旧茨城県みなみ農業共済組合茨城南支所	中平柳336-1

表2.1.12 取手地方広域下水道組合における避難所一覧表（1 / 2）

No.	避難地種別	該当地区	施設名	所在地
1	避難所	取手市	旧戸頭西小学校	戸頭8-10-1
2	避難所	取手市	戸頭中学校	戸頭7-1-1
3	避難所	取手市	戸頭小学校	戸頭3-21-1
4	避難所	取手市	永山小学校	下高井2340
5	避難所	取手市	永山中学校	下高井2311
6	避難所	取手市	高井小学校	ゆめみ野3-22-1
7	避難所	取手市	江戸川学園取手小学校	野々井1567-3
8	避難所	取手市	取手西小学校	稲70
9	避難所	取手市	江戸川学園取手中・高等学校	西1-37-1
10	避難所	取手市	取手第二中学校	寺田5147
11	避難所	取手市	旧白山西小学校（前田建設工業㈱）	白山8-11-6
12	避難所	取手市	白山小学校	白山2-3-18
13	避難所	取手市	寺原小学校	井野台5-14-1
14	避難所	取手市	取手第一高等学校	台宿2-4-1
15	避難所	取手市	旧井野小学校	井野団地1-1
16	避難所	取手市	旧取手第一中学校	井野3-15-1
17	避難所	取手市	取手第二高等学校	東2-5-1
18	避難所	取手市	取手小学校	東5-3-1
19	避難所	取手市	取手東小学校	吉田400
20	避難所	取手市	取手第一中学校	吉田470
21	避難所	取手市	旧小文間小学校	小文間4359
22	避難所	取手市	取手松陽高等学校	小文間4770
23	避難所	取手市	小堀集会所	小堀3894-1
24	避難所	取手市	成田国際航空専門学校	取手西野1842
25	避難所	取手市	山王小学校	山王380
26	避難所	取手市	藤代紫水高等学校	紫水1-660
27	避難所	取手市	藤代中学校	桐木1343
28	避難所	取手市	六郷小学校	清水373-1
29	避難所	取手市	藤代高等学校	毛有640
30	避難所	取手市	久賀小学校	萱場60
31	避難所	取手市	藤代小学校	藤代53
32	避難所	取手市	宮和田小学校	藤代南3-11-1
33	避難所	取手市	藤代南中学校	中田880
34	避難所	取手市	桜が丘小学校	桜が丘2-17-1
35	避難所	取手市	高須公民館	高須2157
36	避難所	取手市	取手グリーンスポーツセンター	野々井1299
37	指定避難所	つくばみらい市	小張小学校	小張1661
38	指定避難所	つくばみらい市	伊奈小学校	谷井田2047
39	指定避難所	つくばみらい市	豊小学校	豊体1692
40	指定避難所	つくばみらい市	わかかさ幼稚園（旧三島小学校）	下島422
41	指定避難所	つくばみらい市	伊奈東小学校	板橋2379
42	指定避難所	つくばみらい市	すみれ幼稚園（旧東小学校）	足高1313
43	指定避難所	つくばみらい市	谷原小学校	加藤241
44	指定避難所	つくばみらい市	十和小学校	上長沼1250
45	指定避難所	つくばみらい市	福岡小学校	福岡971
46	指定避難所	つくばみらい市	小絹小学校	小絹858
47	指定避難所	つくばみらい市	陽光台小学校	陽光台3-1
48	指定避難所	つくばみらい市	富士見ヶ丘小学校	富士見ヶ丘2-18-1
49	指定避難所	つくばみらい市	伊奈中学校	市野深600
50	指定避難所	つくばみらい市	伊奈東中学校	南太田254

表2.1.13 取手地方広域下水道組合における避難所一覧表（2/2）

No.	避難地種別	該当地区	施設名	所在地
51	指定避難所	つくばみらい市	谷和原中学校	古川950
52	指定避難所	つくばみらい市	小絹中学校	絹の台1-14-2
53	指定避難所	つくばみらい市	茨城県立伊奈高等学校	福田711
54	指定避難所	つくばみらい市	谷和原幼稚園	上小目600
55	指定避難所	つくばみらい市	谷和原第2保育所	上小目600
56	指定避難所	つくばみらい市	伊奈第1保育所	山王新田1253
57	指定避難所	つくばみらい市	伊奈第2保育所	小張4705
58	指定避難所	つくばみらい市	谷和原第1保育所	仁左衛門新田641
59	指定避難所	つくばみらい市	谷井田コミュニティセンター	谷井田1960
60	指定避難所	つくばみらい市	小絹コミュニティセンター	小絹848
61	指定避難所	つくばみらい市	板橋コミュニティセンター	板橋2675-1
62	指定避難所	つくばみらい市	みらい平コミュニティセンター	紫峰ヶ丘4-4-1
63	指定避難所	つくばみらい市	総合運動公園 体育館	小張1770
64	指定避難所	つくばみらい市	総合運動公園 研修道場	小張1770
65	指定避難所	つくばみらい市	きらくやまふれあいの丘 世代ふれあいの館	神生530
66	指定避難所	つくばみらい市	開智望小学校・開智望中等教育学校	筒戸3400

表2.1.13 取手地方広域下水道組合における福祉避難所一覧表

No.	避難地種別	該当地区	施設名	所在地
1	福祉避難所	取手市	つつじ園	戸頭1299-1
2	福祉避難所	取手市	あけぼの	寺田4723
3	福祉避難所	取手市	かたらいの郷	長兵衛新田193-2
4	福祉避難所	取手市	さくら荘	岡1025
5	福祉避難所	取手市	障害者福祉センターふじしろ	藤代730-1
6	福祉避難所	取手市	めぐみの社	稲29-1
7	福祉避難所	取手市	取手ウェルネスプラザ	新町2-5-25
8	福祉避難所	取手市	水彩館	小文圃5720-1
9	福祉避難所	取手市	身障者ボニーの会	高須2148
10	福祉避難場所	つくばみらい市	保健福祉センター	古川1015-1
11	福祉避難場所	つくばみらい市	谷和原公民館	古川1025
12	福祉避難場所	つくばみらい市	小絹児童館	絹の台3-1-4
13	福祉避難場所	つくばみらい市	総合福祉施設きらくやまふれあいの丘 すこやか福祉館	神生530
14	福祉避難場所	つくばみらい市	伊奈特別支援学校	青古新田300

表2.1.7 取手地方広域下水道組合における災害拠点病院 他

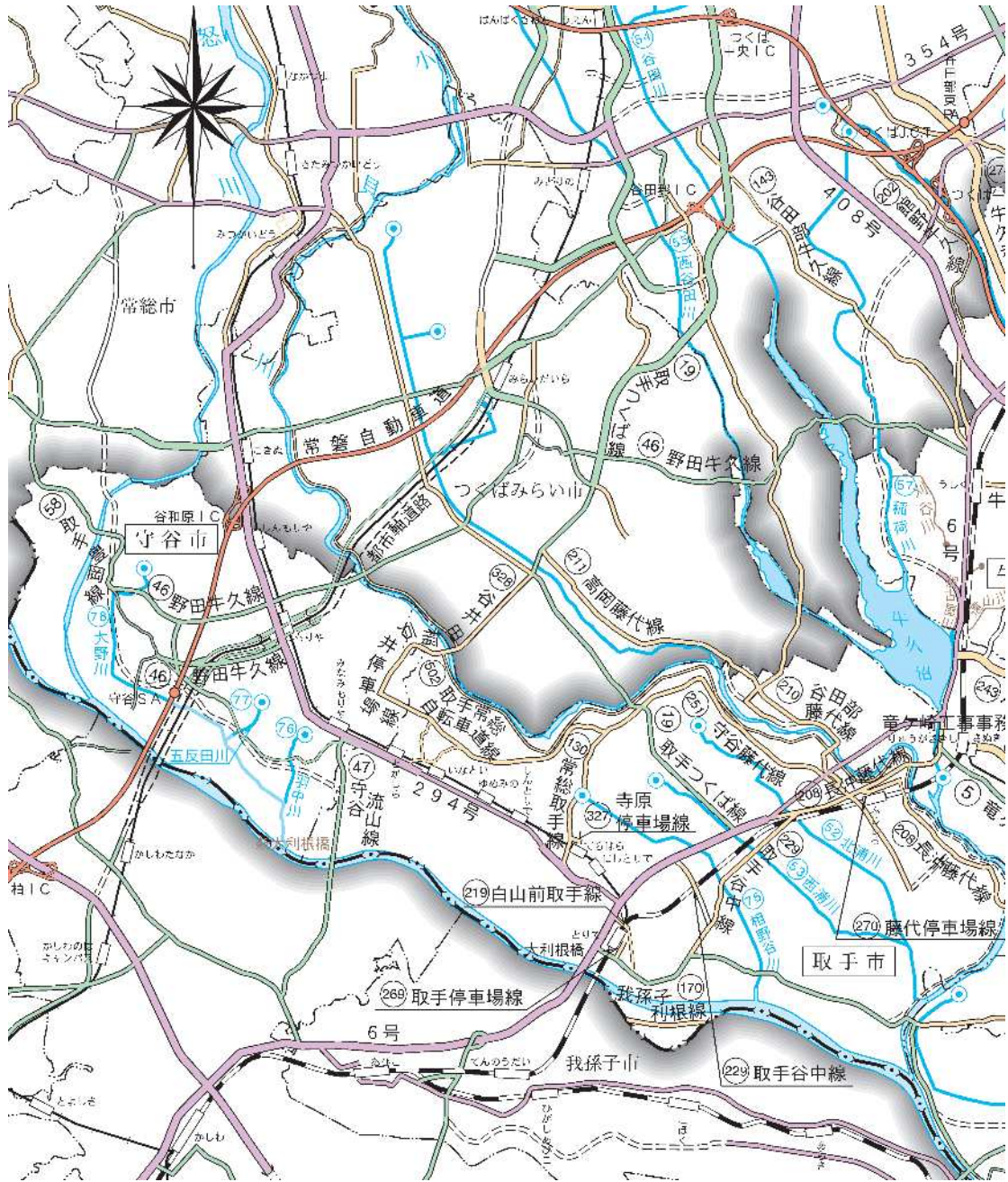
No.	避難地種別	該当地区	施設名	所在地
1	救急告示医療機関	取手市	東取手病院	井野268
2	救急告示医療機関	取手市	医療法人社団宗仁会病院	岡1493
3	災害拠点病院	取手市	JA取手総合医療センター	本郷2-1-1
4	救急告示医療機関	取手市	取手北相馬保険医療センター医師会病院	野々井1926
5	救急医療施設	取手市	ハートフルふじしろ病院	市萱場225
6	救急医療施設	取手市	西間木病院	戸頭1-8-21



出典：国交省ホームページ

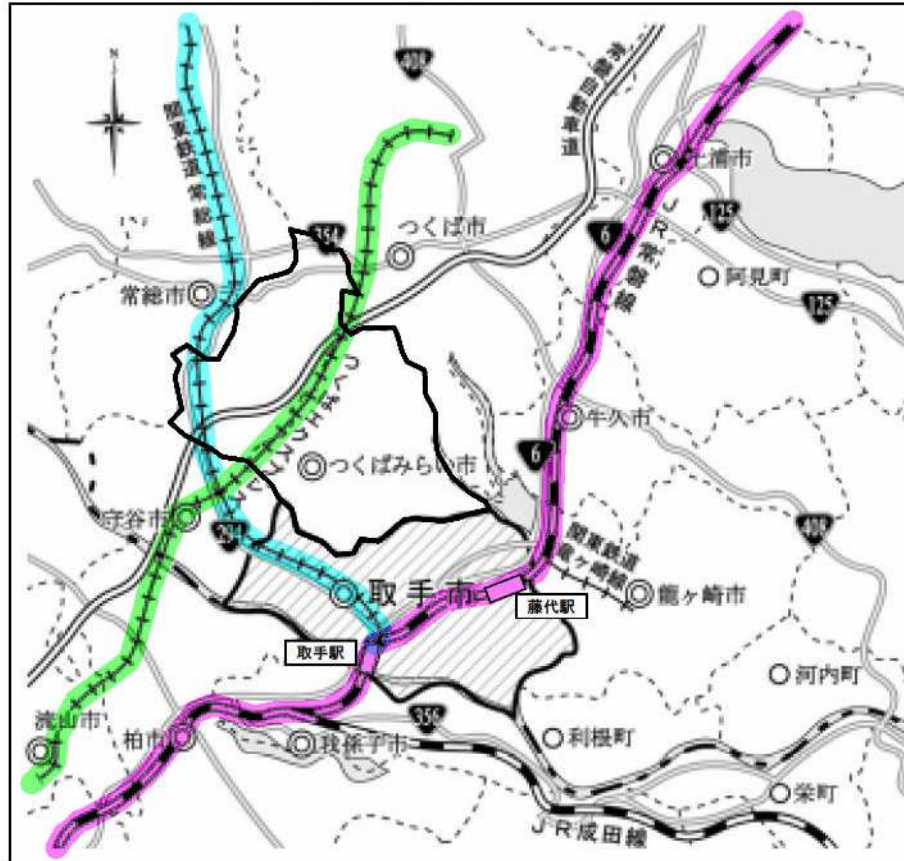
<https://www.mlit.go.jp/road/sisaku/butsuryu/maps/index.html#12/35.9114/139.8989>

図 2.1.4 重要物流道路及び代替・補完路位置図



出典：茨城県電々崎工事事務所管内図

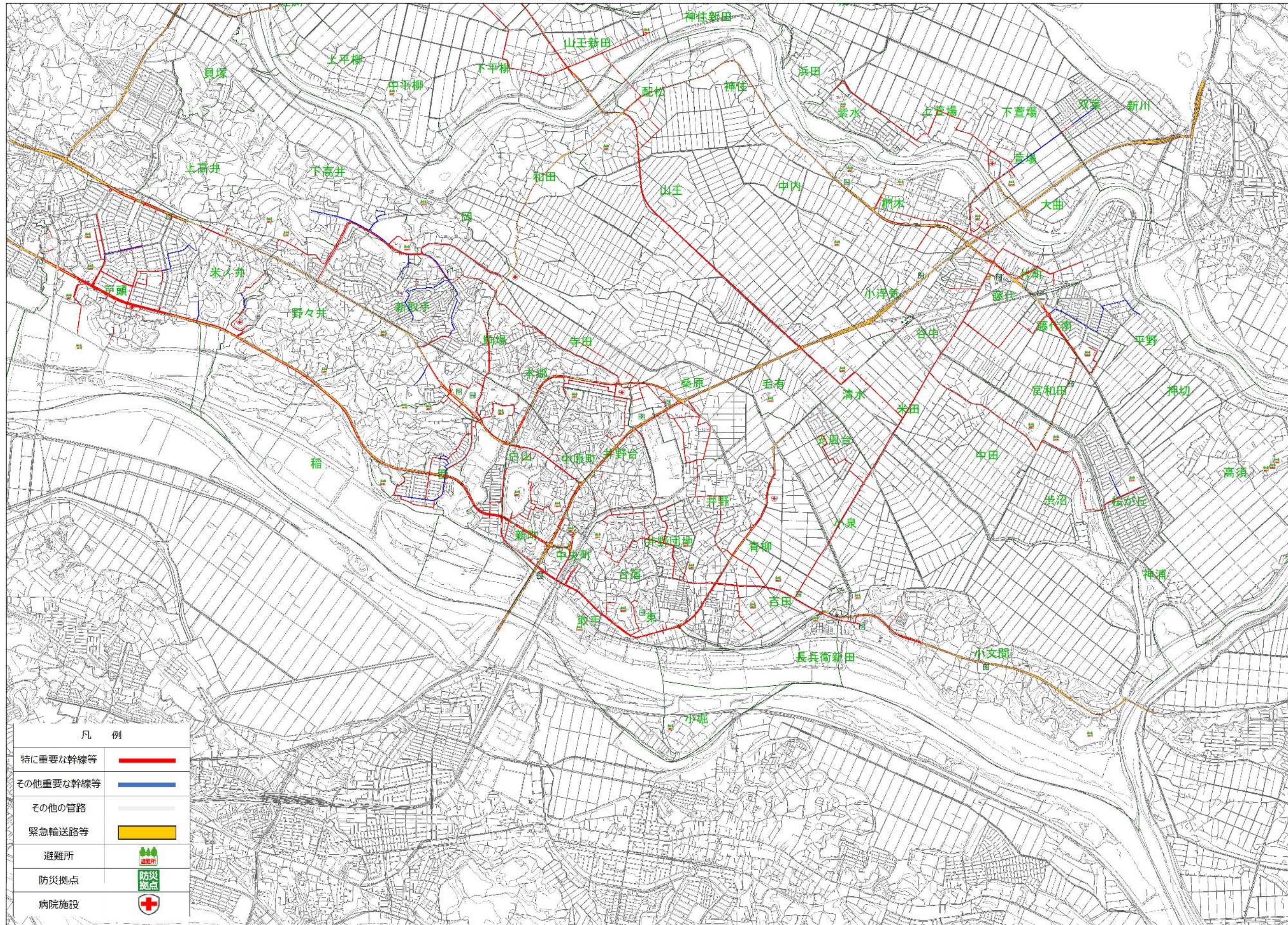
図 1-3 対象河川位置図



出典：取手市地域防災計画 震災対策編 令和5年10月 P10より編集
 図 1-4 取手市、つくばみらい市周辺の鉄道位置図

次ページ以降に、「下水道施設の耐震対策指針と解説-2014年版-」の改定に伴い見直しを行った当組合の重要路線の色分け図を示す。

取手地方広域下水道組合重要路線マップ（既設管用）（1）



2.1.4 保持すべき耐震性能と耐震対策

下水道の耐震対策において、新設する下水道施設に求められる性能は、設計地震動のレベルや下水道施設の重要度に応じて、次のように設定するものとする。なお、既存下水道施設については、**第4章 既存施設の耐震対策**を参照する。

(1) 管路施設

「特に重要な幹線等」及び「その他の重要な幹線等」はレベル1地震動に対して設計流下能力を確保するとともに、レベル2地震動に対して流下機能を確保する。

「その他の管路」は、レベル1地震動に対して設計流下能力を確保する。

また、新設管と既設管に分けて、保持すべき耐震性能と耐震対策の手順を示す。

【解説】

(1) について

管路施設における「設計流下能力の確保」とは、流量計算書に記載された当該管きよの流下能力の確保をいい、具体的には、当該管きよの抜き出しを防ぐとともに、管きよ断面に発生する応力が許容応力度以内の状態を示す。「流下機能の確保」とは、地震によって本管部のクラックや沈下等の被害が生じ、設計流下能力の確保が困難となっても補修や布設替等の対策を講じるまでの間は、管路として下水を上流から下流に流せる状態をいい、具体的には土砂の流入を防ぐとともに、管きよ断面がひび割れを起こしているが破壊しない状態を指す。

新設する管路施設が保持すべき耐震性能を表 2.1.1 4 に示す。なお、既存管路施設の保持すべき耐震性能については、**第4章 既存施設の耐震対策**に記載する。

表 2.1.1 4 新設する管路施設の耐震性能

対象管路	耐震性能	耐震レベル	地震動の内容
「特に重要な幹線等」 「その他の重要な幹線等」	・流下機能を確保できる性能 ・交通機能を阻害しない性能	耐震レベル1 耐震レベル2	供用期間内に発生する確率は低いが大きな強度を持つ地震動
「その他の管路」	・設計流下能力を確保できる性能	耐震レベル1	供用期間内に1～2度発生する確率を有する地震動

また、新設管と既設管に分けて、保持すべき耐震性能と耐震対策の手順を示す。

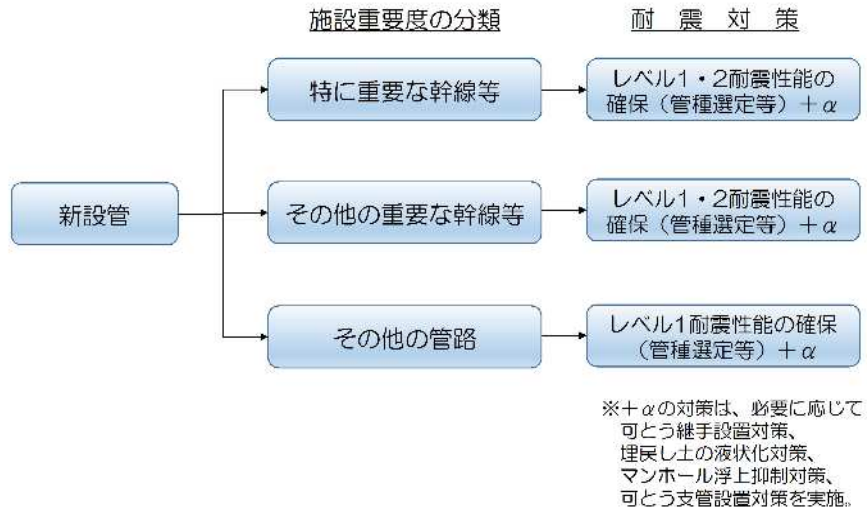


図 2.1.2 新設管の耐震対策フロー

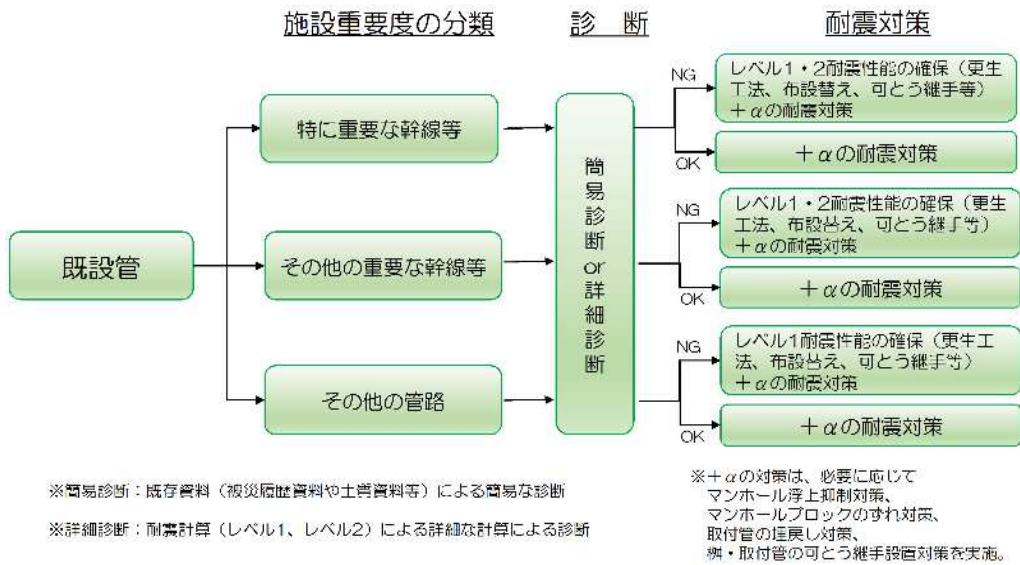


図 2.1.3 既設管の耐震対策フロー

第2節 地域特性、地形、地盤

2.2.1 調査

下水道施設の耐震設計にあたっては、対象区域の地域特性、地形、地盤、土質等について十分な調査を行う。また、活断層や過去の地震による被災状況等を調査することが望ましい。

施設を緩い飽和砂質地盤等に設置する場合には、地震時における液状化の可能性を考慮して調査する。

【解説】

下水道施設は、地域特性及び地盤等に密接に関連する施設であり、対象区域の調査は必ず行う。さらに、耐震対策を検討するにあたり、対象区域を含めた広範囲な地域特性、地形、地盤等の調査を十分に行う必要がある。

液状化が生じやすい地盤、軟弱地盤、盛土等による人工改変地形においては、地震により多くの下水道施設に被害が生じていることから、これらの地盤や地形においては、事前の調査を十分に行う必要がある。

また、施設の重要度に応じてレベル 1 地震動に対する対策と、さらにレベル 2 地震動までの対策を行う場合があるので、それぞれの地震動に応じた調査が必要である。

さらに、必要に応じて活断層や過去の地震規模、被災状況の履歴についても情報収集を行っておくことが望ましい。調査は基本的には予備調査と本調査に分けられる。

予備調査から本調査に移るにしたいが、費用や時間が増加するので、目的に応じて適切な調査計画を立てて実施する。

1) 予備調査

予備調査は、施設の計画、設計を行う対象区域及びその周辺区域の地盤の性状、気象、環境等に関する情報を得るために行うもので、既存資料（地形図、地質図、周辺の他工事の地質調査報告書及び工事記録、災害記録等）の収集・整理を行うとともに、併せて現地踏査を実施し、対象区域の状況を把握する。

2) 本調査

本調査は、設計に必要な土質定数を得るとともに、施工計画策定のための情報を得ることを目的としている。したがって、ボーリング、サンプリング、原位置試験及び室内土質試験が中心となる。

ボーリング調査は、管路施設の場合、構造物の種類、重要度等により異なるため、必要に応じて延長線上で実施し、重要な箇所については、軸直交方向にも実施するのが望ましい。

処理場・ポンプ場施設の場合についても、規模に応じて適時行う。

特に、応答変位法による計算を行う場合には、耐震計算上の基盤面の確認を行っておく必要がある。

なお、予備調査で必要な地盤・土質データ等が得られている場合には、それらを用いるとよ

い。

3) 液状化に対する調査

砂地盤の液状化に対する調査は、一般的には本調査の一環として実施する。

液状化が圧密沈下やすべり破壊のような他の地盤現象と異なるのは、地震の発生があって初めて生じる現象であるという点である。この点を十分認識した上で、調査を行う必要がある。

一般に液状化の検討方法には、過去の液状化記録との比較¹⁾、微地形区分による判断、標準貫入試験によるN値や室内試験による液状化抵抗と地震時のせん断応力との比較等がある。

下水道の耐震設計において、液状化検討のために用いられる調査方法を表 2.2.1 に示す。

表 2.2.1 液状化の調査方法

調査方法	予備調査	本調査
既存資料調査	○	○
空中写真判読	△	△
機械ボーリング	△	○
標準貫入試験	△	○
速度検層 (PS 検層)	—	△
乱さない試料の採取	—	△
粒度試験、湿潤密度試験等	△	○
繰り返し非排水三軸試験	—	△
繰り返し三軸試験	—	△

注) ○：よく用いられるもの △：必要に応じて用いられるもの

4) 活断層に対する調査

下記に示す特徴が写真判読や現地踏査で確認された場合、当該部分が活断層か否かの調査を行うのが望ましい。また、調査においては、活断層についての既存の資料等を活用する。

- ① 扇状地や段丘上における低断層崖の存在 (段差の存在)
- ② 畔道・道路・流路・尾根等の横ずれ
- ③ 構造物の緩慢な破損や亀裂の形成
- ④ 低断層崖等への亀裂の形成 (地震時等)

なお、活断層の資料については、以下の資料やデータベース等を有効に活用するとよい。

i. 産業技術総合研究所活断層研究センターのホームページ

(<https://unit.aist.go.jp/ievg/>)

ii. 文部科学省地震調査研究推進本部のホームページ

(<http://www.jishin.go.jp/main/>)

iii. 「活断層詳細デジタルマップ」³⁾

iv. 「地下構造物の耐震性能照査と地震対策ガイドライン (案)」⁴⁾

5) 過去の地震による被災状況等に関する調査

過去には、施設間の継手部の目開きや破断、地盤の液状化や側方流動による杭の変形や破断等の被害が数多くあった。新設する下水道施設では、地震動や液状化、側方流動等による過去の被災履歴等を整理し、耐震設計に活用することが望ましい。

2.2.2 地域特性

地域特性は、自然的特性及び社会的特性に分類し、対象区域の地震時における特性を把握する。

【解説】

自然的特性とは、地震帯（活断層等）、地勢、既往地震記録等によって性格づけられる地域特性であり、社会的特性とは、地域の性格（形態）、規模又は対象区域付近の立地条件等によって性格づけられる地域特性である。これらの地域特性はミクロ又はマクロのどちらの視点にも偏することはなく、総合的及び体系的に把握する必要がある。

自然的特性については、主として対象区域の周辺の自然環境（山りょう（陵）、河海、湖沼及び気象等）が地震時にどのような影響を及ぼすか、また、被害が発生した場合に、周辺への影響がどうなるかを調査しておく必要がある。

社会的特性に関しては、人的及び物的被害の影響調査を行う。周辺の施設に、常時、人が居住しているのかどうか、公園、病院、学校及び避難所等の動線について調査し、確認しておく必要がある。

2.2.3 地形

地形については、がけ、起伏及び地盤の急変部等の自然状態をはじめ、盛土等による人工改変地形についても地形が変遷した過去にまで遡って調査する。

【解説】

既往の被災事例によると、被害は、がけや起伏に富んだ地形及び人工改変地形（盛土、切土からなる造成地盤等の人為的に改変した地形）に多く、かつ、大規模である。また、現地形が平坦で、人為的な改変を受けていない地形であっても、過去に河床変遷、がけ崩れ等の自然的原因によって変化した地形もあり、震災後にはじめて、これらの事実が明らかにされることも多い。特に、地盤の形成位置によって、扇状地帯、自然堤防地帯（氾濫原もしくは蛇行原）及び三角州地帯の三地帯からなる、沖積低地には十分な注意を要する。

したがって、地形一般については表面の形状や形態とともに、地盤及び基盤についても調査しておく必要がある。

特に、がけ、段丘、急坂路等については入念に地形測量を行うとともに、平坦地にあっても比較

的広い範囲の地盤調査を行い、必要に応じて郷土史、気象記録、地元旧家の住民等について調査を行うことにより、地形の歴史的変遷を理解することが重要である。地形や地盤の歴史的成り立ちについては、地質学、地理学等の専門家の判断が有益な情報を提供することも多い。

また、地震による地殻変動により、地盤が広範囲にわたって沈下を起し、高潮や浸水被害が発生する可能性がある。これらについても、過去の被災履歴や史実を調査し、地盤の変遷を把握することが望ましい。

2.2.4 地盤及び土質

地盤及び土質については、建造物の種類と地盤性状に応じて調査項目と調査方法を選定して調査を行い、耐震設計上の地盤種別を決定しておく。特に、安定性に問題のある地盤（断層、急傾斜地、飽和砂層及び軟弱粘性土層等）については、綿密に調査を行う必要がある。

【解説】

地震による下水道施設への影響は、それぞれの地点の地盤構造によって大きく左右されることから、地盤及び土質を調査した上で、その性状を十分把握することが重要である。

特に、地盤については、地域特性や地形との関連において、通常の土の工学的分類による地盤構成の変化が多い場所においては、広範囲、かつ綿密な調査を行い、地盤相互の関連をよく理解しておくとともに、断層や急傾斜地、飽和砂層、軟弱粘性土層など問題となる地盤については、詳細なデータを採取する。

既存施設の耐震対策では、設計当初の地盤条件の確認のみならず、現状の地盤性状を勘案する必要がある。特に、液状化の判定や応答変位法を適用する管路施設の耐震診断においては、適切な地盤評価を行うための地質調査データが不足している場合がある。このような場合は、適宜追加調査を実施し、適切な地盤評価を行う。

また、動的解析等により耐震設計を行う場合に、地盤のひずみ（非線形性）を考慮する手法を選択する場合は、「PS 検層」や「繰返し三軸試験」、「中空ねじりせん断試験」といった地盤調査、土質試験を実施することが望ましい。

主な地盤調査方法とその検討項目及び対象地盤の関係を表 2.2.2 に、下水道施設と関係の深い各分野別の調査対象と、それに対して用いられる主な調査方法の関係を表 2.2.3 にそれぞれ示す。

表 2.2.2 地盤調査で求める成果と調査方法

調査方法	検討項目	地盤構成	物理特性	地下水特性	締固め特性	圧密特性	強度特性	支持力特性	変形特性	液化特性	施工管理	維持管理	災害調査・環境調査	対象地盤		
														粘性土	砂質土	岩盤
資料調査		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
地形調査		○								○	○	○	○	○	○	○
地表地質調査		◎	○	○	○	○	○	○	○			◎	○	○	○	○
弾性波探査（屈折法） ^{注1}		○	◎				○	○	○				△	△	○	○
電気探査		○	◎	○									△	△	○	○
音波探査		○	△												○	○
常時微動測定		△								△			○	○	○	○
速度検層（PS検層）		○	◎				○	○	○	○					○	○
電気検層		○	◎	○									○	○	○	○
機械ボーリング		◎	○	◎	○	○	○	○	○	○	○	○			○	○
標準貫入試験		○	○				○	○		○	○	○			○	△
簡易動的コーン貫入試験		○	○				○	○		△	○	○			○	○
スウェーデン式サウンディング試験		○	○				○	○		△	△	○	△		○	△
ポータブルコーン貫入試験		○					○	○		△	○	○			○	△
機械式コーン貫入試験		○					○	○		△	○	○			○	○
電気式静的コーン貫入試験		○					○	○		△	○	○			○	○
原位置ベーンせん断試験							◎								○	
通常は地盤の指標値を求めるためのプレッシャーメータ試験							○	○	◎						○	○
岩盤のせん断試験							◎	○	○							○
原位置密度試験		○	◎		○					○	◎				○	○
水位・間隙水圧の測定				◎							○	○	○		○	○
現場透水試験				◎								○	△		○	
揚水試験				◎									△		○	△
地下水流動状況の試験				◎								○	○		○	○
湧水圧による透水試験				◎											△	○
現場の平板載荷試験							△	◎	○		○				○	○
道路の平板載荷試験															○	○
現場CBR試験															○	○
現地測定											◎	◎	○	○	○	○
室内土質試験	物理試験（含水比、粒度試験）		◎	○						◎					○	○
	締固め試験				◎						◎				○	○
	圧密試験			○		◎						○	○	○		
	透水試験			◎								△	△		○	
	力学試験（一軸、三軸）						◎	◎	◎		○	○	○	○	○	○
	繰り返し非排水三軸試験															◎
	繰り返し三軸試験							◎		◎						◎
中空ねじりせん断試験							○		○						○	○
備考	凡例 ◎：頻繁に用いられる ○：用いられる △：まれに用いられる												○：適する △：やや適する			

注1 ボーリングと併用することにより、耐震基盤面の2次元的な分布を把握する。

出典：「地盤調査の方法と解説 平成25年版」⁵⁾「地盤調査法 平成7年版」⁶⁾に加筆

表 2.2.3 主な調査対象と調査方法の関係

調査手法		調査対象																												
		資	地	地	弾	電	音	常	速	電	機	標	簡	ス	ポ	機	電	原	プ	岩	原	水	現	揚	地	湧	現	道	現	現
		料	形	表	性	気	時	度	気	械	準	易	ウ	イ	械	気	位	レ	盤	位	位	場	場	下	水	場	場	路	場	場
		調	調	調	探	探	測	検	検	入	入	入	入	入	入	入	入	入	入	入	入	入	入	入	入	入	入	入	入	入
		査	査	査	査	査	定	層	層	試	試	試	試	試	試	試	試	試	試	試	試	試	試	試	試	試	試	試	試	試
構 造 物	地下埋設物	○		○				△		○	○					△	△	△				△		△						○
	開削構造物	○		○				△		○	○					△	△		△			△	○	○						○
	大規模地下構造物	○	○	○	○	○		○		○	○											△	○		○					○
	土地造成									○	○	○				○	○	○				△								○
	切土・盛土	○	○	○	△	△			△		○	○	○	△		△	△			△	○	△								○
	建築							△	△		○	○	△	○	○	○	○						△					○		
	杭基礎	○						△	△		○	○			○	○		○				△								○
環 境	開削	○								○	○				△	△	△					○	○	○						○
	地盤沈下	○	○	○						○	○					△	△					○								○
	地盤振動等	○	○				○	○		○																				
	土・地下水汚染	○	○	○					○	○	○											○		○						
	土中ガス調査	○							○	○	○												○							
災 害	地すべり	○	○	○	○	○				○	○											○	○							○
	傾斜崩壊	○	○	○	△	△				△	△	○	○	○	○	○						△								△
	落石	○	○	○																										
	液状化	○	○	○				○		○	○	△	△	△	△	△						○								
備 考	凡例 ○：用いられる △：場合により用いられる																													

出典：「地盤調査の方法と解説 平成25年版」⁵⁾、「地盤調査法 平成7年版」⁶⁾を編集

以上の調査方法のうち、下水道の耐震設計に関する**日本工業規格（JIS）**及び**公益社団法人地盤工学会**の規準の主要なものを参考として次に示す。

日本工業規格（JIS）に定められているもの

- ① 土質試験のための乱した土の試料調製方法（JIS A 1201）
- ② 土粒子の密度試験方法（JIS A 1202）
- ③ 土の含水比試験方法（JIS A 1203）
- ④ 土の粒度試験方法（JIS A 1204）
- ⑤ 土の液性限界・塑性限界試験方法（JIS A 1205）
- ⑥ 土の細粒分含有率試験方法（JIS A 1223）
- ⑦ 土の収縮定数試験方法（JIS A 1209）
- ⑧ 突固めによる土の締固め試験方法（JIS A 1210）
- ⑨ CBR 試験方法（JIS A 1211）
- ⑩ 砂置換法による土の密度試験方法（JIS A 1214）
- ⑪ 土の一軸圧縮試験方法（JIS A 1216）
- ⑫ 土の段階载荷による圧密試験方法（JIS A 1217）
- ⑬ 土の透水試験方法（JIS A 1218）
- ⑭ 標準貫入試験方法（JIS A 1219）
- ⑮ 機械式コーン貫入試験方法（JIS A 1220）
- ⑯ スウェーデン式サウンディング試験方法（JIS A 1221）
- ⑰ 現場 CBR 試験方法（JIS A 1222）

(公社) 地盤工学会の規準によるもの

- ① 固定ピストン式シンウォールサンプラーによる土試料の採取方法 (JGS 1221)
- ② ロータリー式二重管サンプラーによる土試料の採取方法 (JGS 1222)
- ③ ロータリー式三重管サンプラーによる土試料の採取方法 (JGS 1223)
- ④ ブロックサンプリングによる土試料の採取方法 (JGS 1231)
- ⑤ 突き砂による土の密度試験方法 (JGS 1611)
- ⑥ RI 計器による土の密度試験方法 (JGS 1614)
- ⑦ 通常は地盤の指標値を求めるためのプレッシャーメータ試験方法 (JGS 1531)
- ⑧ 地盤の物性を評価するためのプレッシャーメータ試験方法 (JGS 3531)
- ⑨ ボーリング孔を利用した砂質・礫質地盤の地下水位測定方法 (JGS 1311)
- ⑩ 観測井による砂質・礫質地盤の地下水位測定方法 (JGS 1312)
- ⑪ 平板載荷試験方法 (JGS 1521)
- ⑫ 杭の押し込み試験方法 (JGS 1811)
- ⑬ 杭の水平載荷試験方法 (JGS 1831)
- ⑭ 土の工学的分類方法 (日本統一分類法) (JGS 0051)
- ⑮ 三軸圧縮試験 (各種の方法として、JGS 0520~0524)
- ⑯ 土の繰返し非排水三軸試験方法 (JGS 0541)
- ⑰ 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験方法 (JGS 0542)
- ⑱ 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験 (JGS 0543)
- ⑲ 地盤の弾性波速度検層方法 (JGS 1122)

第3節 設計地震動

2.3.1 管路施設の設計地震動

管路施設の耐震計算は応答変位法を用いることを標準とし、レベル 1 地震動とレベル 2 地震動それぞれの設計地震動を与えるものとする。

【解説】

レベル 1 地震動に用いる設計地震動及び地盤の変位振幅、地盤振動の波長は、「共同溝設計指針」⁷⁾に準じる。

レベル 2 地震動に用いる設計地震動は、1995 年兵庫県南部地震で観測された強震記録をもとに算出した設計用応答速度を用い、レベル 1 地震動と同様に、「共同溝設計指針」⁷⁾に準じることを基本とする。

(参考)「共同溝設計指針」⁷⁾より抜粋

6.2.3 設計地震入力

- (1) 応答変位法に適用する地盤の変位振幅は、表層地盤の固有周期及び地域特性を考慮して算定するものとする。
- (2) 応答変位法に適用する地盤振動の波長は、表層地盤及び基盤のせん断弾性波速度並びに表層地盤の固有周期を考慮して算定するものとする。

【解説】

- (1) 応答変位法による耐震計算法において、地表面からの深さ z における地盤の水平方向及び鉛直方向の変位振幅は、それぞれ式 (解 6.2.1) 及び式 (6.2.2) によるものとする。

$$U_b(z) = \frac{2}{\pi^2} S_v \cdot T_s \cdot \cos \frac{\pi z}{2H} \dots\dots\dots \text{(解 6.2.1)}$$

$$U_v(z) = \frac{1}{2} U_b(z) \dots\dots\dots \text{(解 6.2.2)}$$

ここに、

$U_b(z)$: 地表面からの深さ z (m) における水平方向の変位振幅 (m)

$U_v(z)$: 地表面からの深さ z (m) における鉛直方向の変位振幅 (m)

S_v : 設計応答速度 (m/s) であり、表層地盤の固有周期 T_s 、及び地震活動度の地域区分に応じて求める。

T_s : 表層地盤の固有周期 (s) であり、6.2.2 に規定する地盤の特性値 T_G を基準として地震時に生じるせん断ひずみの大きさを考慮して式 (解 6.2.3) によって算出してよい。

$$T_s = 1.25T_G \dots\dots\dots \text{(解 6.2.3)}$$

H : 表層地盤の厚さ (m) であり、地表面から耐震設計上の基盤面までの厚さをとる。

(2) 地盤振動の波長は、式 (解 6.2.4) によって算出してよい。

$$\left. \begin{aligned} L &= \frac{2L_1 \cdot L_2}{L_1 + L_2} \\ L_1 &= V_{DS} \cdot T_s = 4H \\ L_2 &= V_{BS} \cdot T_s \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (解 6.2.4)$$

ここに、

V_{DS} : 表層地盤のせん断弾性波速度 (m/s)

V_{BS} : 基盤のせん断弾性波速度 (m/s)

T_s : 表層地盤の固有周期 (s)

H : 表層地盤の厚さ (m)

1) レベル 1 地震動の設計応答速度

レベル 1 地震動に用いる設計応答速度は、「**共同溝設計指針**」⁷⁾ に準じる。

(参考) 「**共同溝設計指針**」⁷⁾ より抜粋

S_v は、図-解 6.2.2 により算出してよい。これは地震動の速度応答スペクトルと呼ばれるものであり、固有周期 T_s (s)、減衰定数 h_s の 1 自由度系に表層地盤をモデル化し、種々の振動記録を地盤に作用させて計算により求められるものである。また、地域区分は、図-解 6.2.3 によるものとする。これは建設省告示第 1621 号 (昭和 53 年 10 月 20 日) の地域区分に従っており、地域区分が A、B、C に対する補正係数は、道路橋示方書 V 対震設計編に従って 1.0、0.85、0.7 としている。

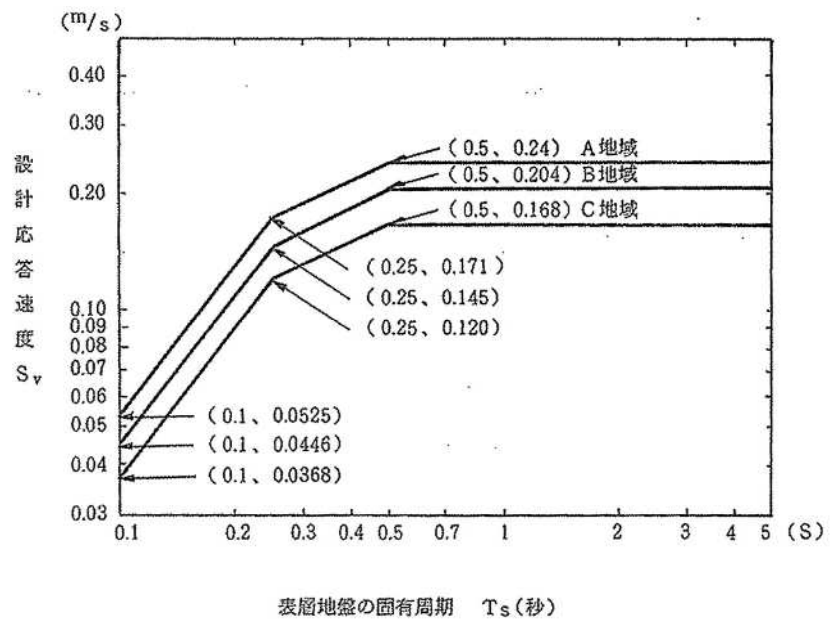


図-解 6.2.2 設計応答速度

レベル1地震動における地域別補正係数は、「道路橋示方書・同解説 V耐震設計編」²⁾に準じる。

(参考)「道路橋示方書・同解説 V耐震設計編」²⁾より抜粋

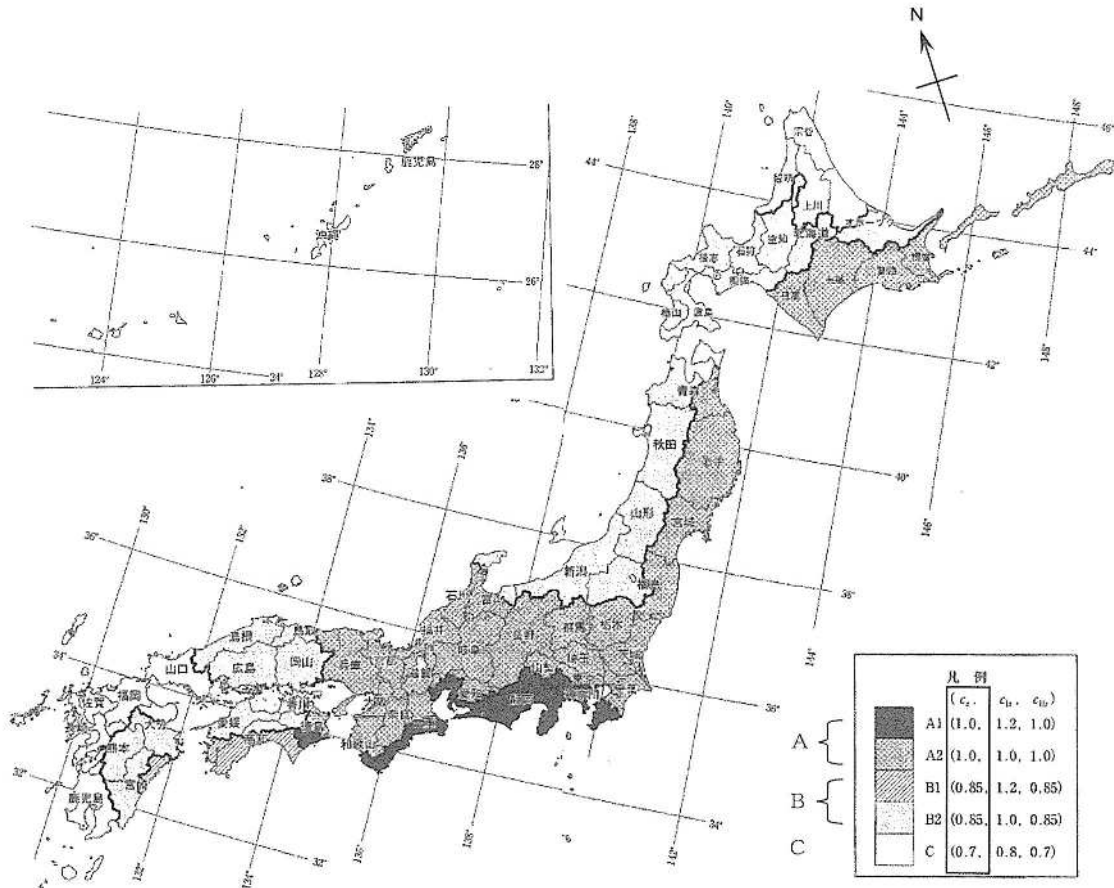


図-解 4.4.4 表-4.4.1 に示す地域別補正係数

ここで、 C_z はレベル1地震動の地域別補正係数を示す。

なお、 C_{Iz} はレベル2タイプII地震動の地域別補正係数を示し、 C_{Iz} はレベル2タイプI地震動の地域別補正係数を示す。本指針では、レベル2タイプI地震動 C_{Iz} は適用外とする。

また、処理場・ポンプ場施設等、震度法により設計する場合の地域別補正係数もこれを用いることとする。

2) レベル 2 地震動の設計応答速度

レベル 2 地震動に用いる設計応答速度は、1995 年兵庫県南部地震で観測された強震記録を踏まえ、図 2.3.1 で示すように固有周期 0.7~10.0 秒の間は 0.8m/s に、0.7 秒以下は両対数グラフ上において直線的に減じ 0.1 秒で 0.08m/s になるように設定する。なお、速度応答スペクトル算定のための減衰定数は、レベル 2 地震動による地盤の非線形性を考慮して 15%とした。

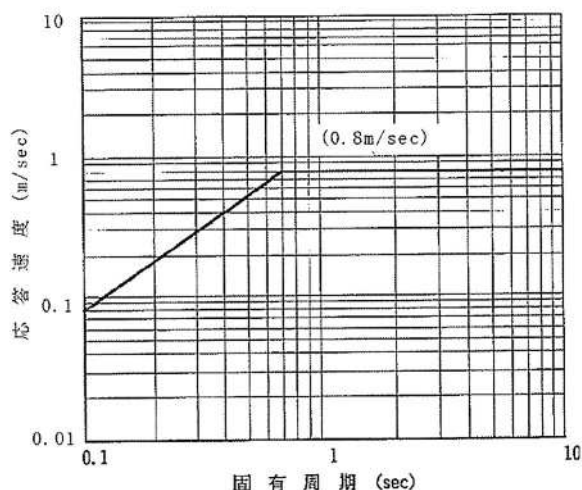


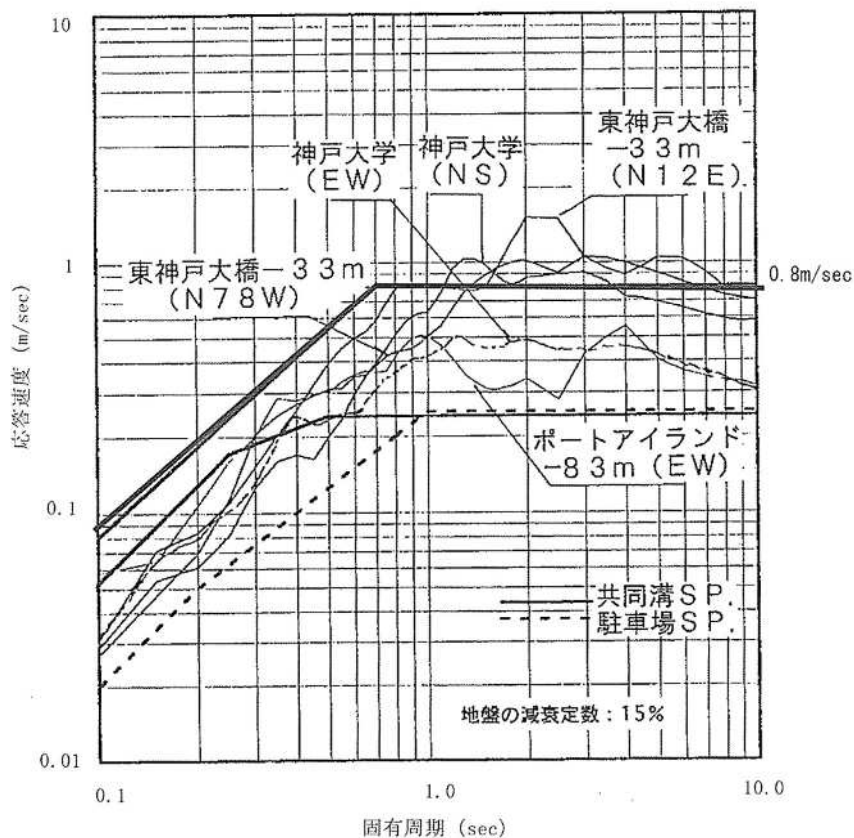
図 2.3.1 設計用応答速度

1995 年兵庫県南部地震等による管路の被害について見ると、差し込み継手構造をもつ円形管きよや矩形きよでは、地震動によるクラックに加え、永久ひずみ（引張り）による本管継手部の軸方向ずれが発生した。このため、レベル 2 地震動では、速度応答スペクトルと地盤の永久ひずみ（引張り）を用いて耐震計算を行うこととした。

また、それぞれの地域において影響を受ける活断層等から地震規模を想定し、地震動を推定することが可能な場合には、それを用いることができる。

ここで、1995 年兵庫県南部地震で観測された強震記録のうち、基盤地震動の記録と見なすことのできる記録（いずれも水平方向）の速度応答スペクトルを図 2.3.2 に示す。観測地点は以下の 3 地点である。

- a. 神戸大学（NS、EW）
- b. 東神戸大橋（GL-33m、N78W、N12E）
- c. ポートアイランド（GL-83m、EW）



共同溝 SP: 共同溝設計指針 (日本道路協会 S61 年 3 月) ⁹⁾
 駐車場 SP: 駐車場設計施工指針・同解説 (日本道路協会 H4 年 11 月) ¹¹⁾

図 2.3.2 応答速度 (基盤)

図 2.3.2 の速度応答スペクトルのうち、固有周期 0.7~3.0 秒の応答速度値の確率密度関数を図 2.3.3 に示す。固有周期が 0.7 秒以上の周期帯域において非超過確率を 80% とすると応答速度は 0.8m/s となり、処理場・ポンプ場の設計水平震度と同程度の地震外力となる。したがって、設計用の応答速度を図 2.3.1 に示すように固有周期 0.7 秒以上では 0.8m/s とし、0.7 秒以下については両対数グラフ上において直線で減することにより示された値とした。

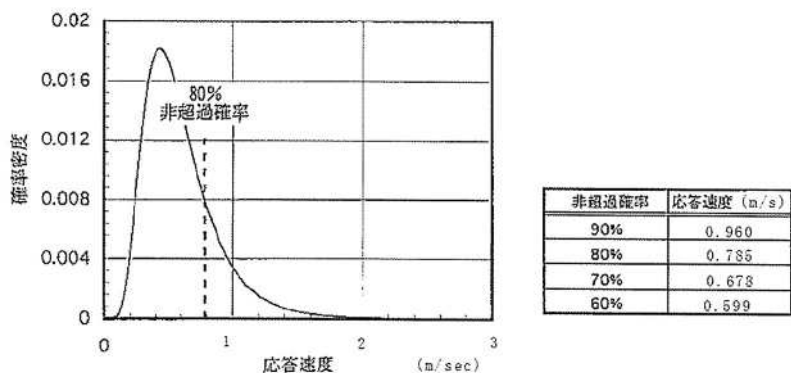


図 2.3.3 応答速度の頻度分布

第4節 液状化の判定

2.4.1 液状化による下水道施設への影響

地盤の液状化は下水道施設への影響が大きいいため、耐震設計にあたっては十分留意する必要がある。

【解説】

地盤の液状化は、地下水位の高い、緩い飽和砂質地盤が地震等により急速な繰返し荷重を受けることにより、砂の粒子間における間隙水圧が増大して有効応力が低下するとともにせん断抵抗力が急激に減少し、液体のように挙動する現象である。液状化が発生すると、噴砂（砂が地上に噴き上げる現象（写 2.4.1）、（写 2.4.2））が見られ、地盤はダイレイタンスーにより沈下するとともに、傾斜地盤や護岸近傍では側方流動に伴う地盤の移動により地盤内の杭や埋設管に大きな被害が生じる危険性がある。

1995年兵庫県南部地震では、湾岸地区を中心に新たな埋立地であるポートアイランドや六甲アイランドに液状化の被害が集中した。このとき、液状化による管路の被害は比較的軽微であったが、神戸市東灘処理場の水処理施設が護岸の側方流動によって大きな被害を受けた（写 2.4.3）、（写 2.4.4）。



写 2.4.1 噴砂の状況（兵庫県南部地震）



写 2.4.2 噴砂の状況（新潟県中越地震）



写 2.4.3 杭頭破損（東灘処理場）



写 2.4.4 流入水路の破損（東灘処理場）

また、2003 年十勝沖地震や 2004 年新潟県中越地震では、周辺地盤が液状化のおそれのない地盤において埋戻し土の液状化が発生し、管路施設に大きな被害が発生した。被害の特徴は、開削で施工した管路の掘削部の路面沈下（写 2.4.5）やマンホールの突出（写 2.4.6）がほとんどであり、特に新潟県中越地震では小千谷市や長岡市を中心にマンホールの突出が1, 400箇所以上発生した。埋戻し材の液状化により管路やマンホールが浮上するメカニズムを図 2.4.1 に示す。



写 2.4.5 埋戻し部沈下（新潟県中越地震）



写 2.4.6 マンホールの突出（新潟県中越地震）

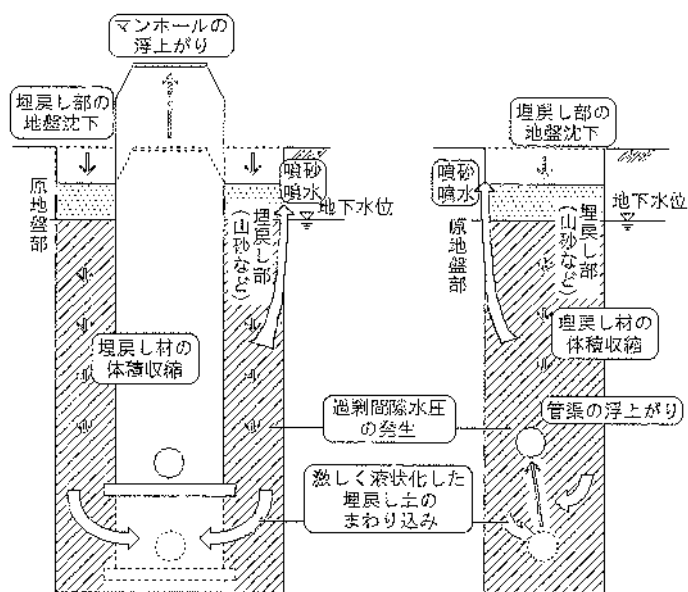


図 2.4.1 管路施設浮上のメカニズム

2011 年東北地方太平洋沖地震では、東北地方から関東地方にかけての広範囲にわたり液状化が発生し、道路、河川、上下水道などのライフライン施設、家屋等に大きな被害が生じた。

特に、関東地方の東京湾岸部及び利根川下流域では、地域全体が面的に液状化することにより、家屋や電柱等の大きな傾斜や道路の隆起・沈下による甚大な被害が発生した。このように、広域的に周辺地盤が液状化することにより、下水道管路施設においては、マンホールやます等で、管の抜け出しによる土砂堆積やマンホール躯体のずれ等の被害が生じた（図 2.4.2、写 2.4.7～11）。これらの被害は、広域的に周辺地盤が液状化し、地震動の継続時間が長かったため液状化後も地盤

が大きく揺すられる揺動現象の影響を受けたと考えられる。

この液状化現象が関東一円の広い範囲で発生した理由としては、地震動の特性として本震の継続時間が長いことや本震と同程度の大きな余震が連続して発生したこと、また埋立等土地利用の変遷として古くに埋め立てられた地区であったこと等が考えられる。

したがって、下水道施設の耐震設計を進めるにあたっては、特に、海浜埋立地域や旧河川の埋立地域や、人工改変地では、本節に示す液状化判定及び設計手法、さらには各章に示す液状化対策について十分検討する必要がある。



写 2.4.7 広域的な周辺地盤の液状化による被害 1

写 2.4.8 広域的な周辺地盤の液状化による被害 2

出典：浦安市液状化対策技術検討調査 報告書¹²⁾より引用

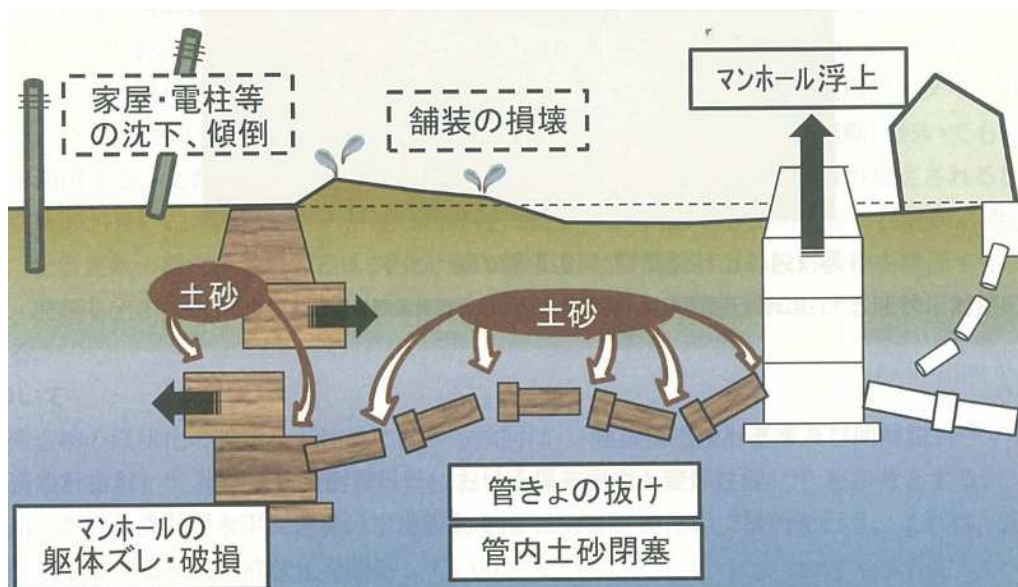


図 2.4.2 広域的な周辺地盤の液状化による被害



写2.4.9 広域的な周辺地盤の液状化によるマンホール躯体のずれ



写2.4.10 広域的な周辺地盤の液状化によるマンホール内の土砂堆積



写2.4.11 広域的な周辺地盤の液状化による取付管の脱落

出典：下水道地震・津波対策技術検討委員会報告書¹³⁾ より引用

2.4.2 液状化の判定

(1) 土木構造物における液状化の判定

液状化が懸念される土層の場合は、その土層の液状化の可能性の有無について判定を行う。液状化の判定結果により液状化の可能性があると判断された場合には、必要に応じて液状化の影響を考慮するものとする。

【解説】

(1) について

対象となる地盤において、液状化が懸念される土層の場合は、液状化の判定を行い、その影響を把握する必要がある。ここで、液状化が懸念される土層は、「道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編」²⁾の液状化の判定を行う必要がある土層を参照する。

現地盤の液状化の判定は、次頁の(参考)「道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編」²⁾に準じて行う。

「道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編」²⁾によれば、液状化判定に用いる地盤面の設計水平震度の標準値 $k_{h \& LO}$ は、レベル 1 地震動では 0.12~0.18、レベル 2 地震動(タイプ II)では、0.6~0.8 となっている。

なお、本指針で適用しているレベル 2 地震動は、道路橋示方書のレベル 2 地震動のタイプ II (兵庫県南部地震のような内陸直下型地震)としているため、液状化の判定で用いる地震動においても原則としてタイプ II を適用する。ただし、タイプ I のようなプレート境界型の大規模な地震が想定される場合は、地震動の継続時間が長いことがあるため、地震時特性による補正係数 (Cw) の設定に注意が必要である。

なお、本組合における土質情報については、第 5 章 5.4.1 土質情報の土質調査リスト及びボーリング柱状図リストを参照する。

8.2.3 橋に影響を与える液状化の判定

(1) 液状化の判定を行う必要がある土層

沖積層の土層で次の3つの条件すべてに該当する場合においては、地震時に橋に影響を与える液状化が生じる可能性があるため、(2)の規定によって液状化の判定を行わなければならない。

- 1) 地下水位が地表面から10m以内にあり、かつ、地表面から20m以内の深さに存在する飽和土層
- 2) 細粒分含有率FCが35%以下の土層、又は、FCが35%を超えても塑性指数 I_p が15以下の土層
- 3) 50%粒径 D_{50} が10mm以下で、かつ、10%粒径 D_{10} が1mm以下である土層

(2) 液状化の判定

(1)の既定により液状化の判定を行う必要のある土層に対しては、液状化に対する抵抗率 F_L をレベル1地震動及びレベル2地震動のそれぞれに対して式(8.2.1)により算出し、この値が1.0以下の土層については液状化が生じると判定する。

$$F_L = R/L \quad \dots\dots\dots (8.2.1)$$

$$R = c_w R_L \quad \dots\dots\dots (8.2.2)$$

$$L = r_d k_{hgL} \sigma_v / \sigma'_v \quad \dots\dots\dots (8.2.3)$$

$$r_d = 1.0 - 0.015x \quad \dots\dots\dots (8.2.4)$$

$$k_{hgL} = c_z k_{hgL_0} \quad \dots\dots\dots (8.2.5)$$

(レベル1地震動及びレベル2地震動(タイプI)の場合)

$$c_w = 1.0$$

(レベル2地震動(タイプII)の場合)

$$c_w = 1.0 \quad (R_L \leq 0.1)$$

$$c_w = 3.3R_L + 0.67 \quad (0.1 < R_L \leq 0.4)$$

$$c_w = 2.0 \quad (0.4 < R_L)$$

..... (8.2.6)

ここに、

F_L : 液状化に対する抵抗率

R : 動的せん断強度比

L : 地震時せん断応力比

C_w : 地震時特性による補正係数

R_L : 繰返し三軸強度比で、(3)の既定により算出する。

r_d : 地震時せん断応力比の深さ方向の低減係数

k_{hg} : 液状化の判定に用いる地盤面の設計水平震度

c_z : 地域別補正係数で、レベル1地震動に対しては4.4に既定するレベル1地震動の地域別補正係数 c_z とする。レベル2地震動(タイプI)に対しては4.4に規定する。 c_{IZ} 、またレベル2地震動(タイプII)に対しては4.4に既定する c_{IIZ} とする。

k_{hgLO} : 液状化の判定に用いる地盤面の設計水平震度の標準値で、表-8.2.1の値とする。

σ_v : 地表面からの深さ x (m) における全上載圧 (kN/m²)

σ_v' : 地表面からの深さ x (m) における有効上載圧 (kN/m²)

x : 地表面からの深さ x (m)

表-8.2.1 液状化の判定に用いる地盤面の設計水平震度の標準値 k_{hgLO}

	レベル1地震動	レベル2地震動 (タイプI)	レベル2地震動 (タイプII)
I種地盤	0.12	0.50	0.80
II種地盤	0.15	0.45	0.70
III種地盤	0.18	0.40	0.60

(3) 繰返し三軸強度比

繰返し三軸強度比 R_L は、式(8.2.7)により算出する。

$$\left. \begin{aligned} R_L &= 0.0882\sqrt{N_a/1.7} && (N_a < 14) \\ R_L &= 0.0882\sqrt{N_a/1.7} + 1.6 \times 10^{-6} \cdot (N_a - 14)^{4.5} && (14 \leq N_a) \end{aligned} \right\} \dots\dots (8.2.7)$$

ここに、

<砂質土の場合>

$$N_a = c_1 N_1 + c_2 \dots\dots\dots (8.2.8)$$

$$N_1 = 170N / (\sigma'_{vb} + 70) \dots\dots\dots (8.2.9)$$

$$\left. \begin{aligned} c_1 &= 1 && (0\% \leq FC < 10\%) \\ c_1 &= (FC + 40)/50 && (10\% \leq FC < 60\%) \\ c_1 &= FC/20 - 1 && (60\% \leq FC) \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (8.2.10)$$

$$\left. \begin{aligned} c_2 &= 0 && (0\% \leq FC < 10\%) \\ c_2 &= (FC - 10)/18 && (10\% \leq FC) \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (8.2.11)$$

<れき質土の場合>

$$N_a = \{1 - 0.36 \log_{10}(D_{50}/2)\} N_1 \dots\dots\dots (8.2.12)$$

ここに、

R_L : 繰返し三軸強度比

N : 標準貫入試験から得られる N 値

N_1 : 有効上載圧 100kN/m^2 相当に換算した補正 N 値

N_a : 粒度の影響を考慮した補正 N 値

σ_{vb}' : 標準貫入試験を行ったときの地表面からの深さにおける有効上載圧 (kN/m^2)

c_1 、 c_2 : 細粒分含有率による N 値の補正係数

FC : 細粒分含有率 (%) (粒径 $75\mu\text{m}$ 以下の土粒子の通過質量百分率)

D_{50} : 平均粒径 (mm)

(参考)「道路橋示方書・同解説 V耐震設計編」²⁾より抜粋

(管路施設及び処理場・ポンプ場施設のうち土木構造物の場合)

4.5 耐震設計上の地盤種別

耐震設計上の地盤種別は、原則として式(4.5.1)により算出する地盤の基本固有周期 T_G をもとに、表-4.5.1により区分する。地表面が耐震設計上の基盤面と一致する場合はⅠ種地盤とする。

$$T_G = 4\sum(H_i/V_{si}) \dots\dots\dots (4.5.1)$$

ここに、

T_G : 地盤の基本固有周期 (s)

H_i : i 番目の地層の厚さ (m)

V_{si} : i 番目の地層の平均せん断弾性波速度 (m/s)

i : 当該地盤が地表面から耐震設計上の基盤面までの n 層に区分されるとき
地表面からの i 番目の地層の番号

表-4.5.1 耐震設計上の地盤種別

地盤種別	地盤の基本固有周期 T_G (s)
Ⅰ種	$T_G < 0.2$
Ⅱ種	$0.2 \leq T_G < 0.6$
Ⅲ種	$0.6 \leq T_G$

耐震設計上の地盤種別は、4.2 及び 4.3 に基づいて設計地震動を設定する際に、地盤条件の影響を考慮するために規定している。概略の目安としては、Ⅰ種地盤は良好な洪積地盤及び岩盤、Ⅲ種地盤は沖積地盤のうち軟弱地盤、Ⅱ種地盤はⅠ種地盤及びⅢ種地盤のいずれにも属さない洪積地盤及び沖積地盤と考えてよい。ここでいう沖積層には、がけ崩れ等による新しい堆積層、表土、埋立戻土および軟弱層を含み、沖積層のうち締まった砂層、砂れき層、玉石層については洪積層として取り扱ってよい。

地盤種別は、式(4.5.1)により算出する地盤の基本固有周期 T_G をもとに表-4.5.1により区分することを規定している。なお、従来は T_G は地盤の特性値と呼称していたが、今回の改定では微小ひずみ振幅領域における表層地盤の基本固有周期であるという本来の定義に基づき、地盤の基本固有周期と呼称を改めている。 V_{si} は、弾性波探査や PS 検層によって測定するのが望ましいが、実測値がない場合は式(解 4.5.1)によって N 値から推定してもよい。この場合の N 値は各層の平均的な N 値で代表し、むやみに計算を繁雑にする必要はない。

粘性土層の場合

$$V_{si} = 100N_i^{1/3} \quad (1 \leq N_i \leq 25)$$

砂質土層の場合

$$V_{si} = 80N_i^{1/3} \quad (1 \leq N_i \leq 50) \quad \dots\dots\dots (解 4.5.1)$$

ここに、

N_i : 標準貫入試験による i 番目の地層の平均 N 値

式(解 4.5.1)は、粘性土層については $N=1\sim 25$ の範囲、砂質土層については $N=1\sim 50$ の範囲での実験値から導いた推定式である。なお、 N 値が 0 の場合は $V_{si}=50\text{m/s}$ としてよい。

また、耐震設計上の基盤面とは、対象地点に共通する広がりを持ち、耐震設計上振動するとみなす地盤の下に存在する十分強固な地盤の上面を想定している。ここで、十分堅固な地盤とは、せん断弾性波速度 300m/s 程度(式(解 4.5.1)より、粘性土層では N 値 25、砂質土層では N 値 50)以上の値を有している剛性の高い地層と考えてよい。

2.4.3 液状化による管路施設等の浮上と地盤の沈下

液状化による管路施設等の浮上がりに伴う影響及び地盤の沈下が施設の継目・継手部、管廊、配管等に与える影響について検討を行う必要がある。

【解説】

2004 年新潟県中越地震では、埋戻し土の液状化によって、埋戻し部の路面沈下やマンホールの突出被害が発生している。また、これらの被害により道路の車輛通行障害が発生し、緊急輸送路等では救急活動やその後の災害復旧活動等に支障が生じた。

周辺地盤が液状化のおそれのある地盤に加えて、周辺地盤が液状化のおそれのない地盤においても、埋戻し土自体に液状化のおそれがある。このことから液状化地盤においては従来どおりの液状化対策を実施するとともに、周辺地盤が液状化のおそれのない地盤にあっても軟弱性粘性地盤や泥炭地盤等において埋戻し部の地下水位が常時あるいは雨天時に一時的に高くなることが予想される場合には、「重要な幹線等」、「その他の管路」に関らず、埋戻し部の対策を検討する必要がある。

また、1995 年兵庫県南部地震においては、浮上がり現象に加えて、液状化した地盤のダイレイタンシーに起因する沈下による管路のずれ、管廊、放流きよ等の継目・継手部の被害が生じており、耐震設計においてその影響を考慮する必要がある。液状化が生じた処理場に実際に発生した沈下量と推定される地震動等から、**本章 2.5.1 液状化による側方流動**の方法により算定した液状化層厚 H_{FL} ($FL < 1.0$ の層厚)を分析した結果を図 2.4.3 に示す。

図 2.4.3 のとおり、現場の地盤条件及び地震動の設定条件等の関係から、液状化の程度により沈

下量 δ にも幅のあることがわかる。このため、液状化の程度が大きい場合を想定し、図 2.4.3 の沈下率 η のほぼ上限値 ($\eta=0.05$) をもって液状化層厚 H_{FL} に対する液状化による沈下量の目安とする。ただし、埋戻し土の液状化による沈下率は 0.075~0.10 程度あったとの観測事例¹⁷⁾もあり、碎石埋戻し又は改良土埋戻し等の液状化対策を講じていない埋戻し部の場合、その沈下量の検討にあたっては注意が必要である。

$$\begin{aligned}
 \text{〔液状化による沈下量〕} &= \text{〔液状化層厚〕} \times \text{〔沈下率〕} \\
 \delta \text{ (cm)} &= H_{FL} \text{ (m)} \times \eta \times 100 \dots\dots\dots \text{式 (2.4.1)}
 \end{aligned}$$

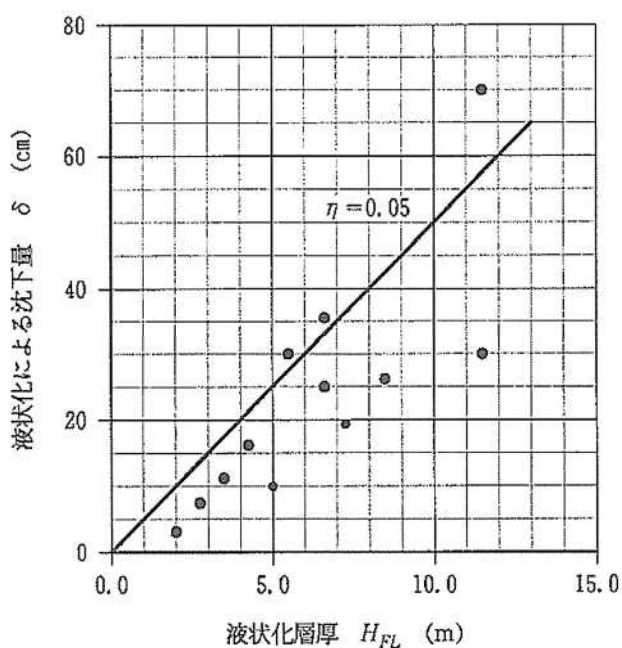


図 2.4.3 液状化層厚と実測沈下量の関係

出典：「地下構造物の合理的な地震対策研究」¹⁷⁾

2.4.4 液状化危険度

液状化による管路施設に与える影響が大きいことから、あらかじめ液状化危険度を予測することが必要である。

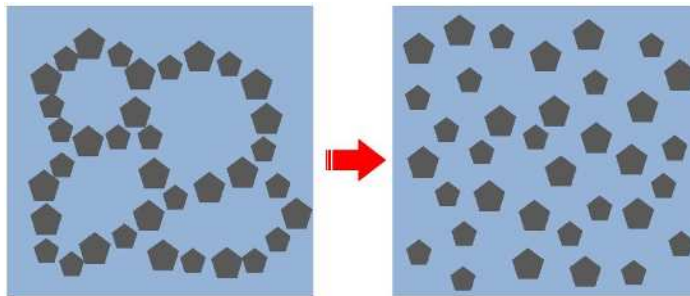
- (1) 液状化現象
- (2) 液状化危険度予測の方法（例）
- (3) 液状化危険度の評価結果（例）

【解説】

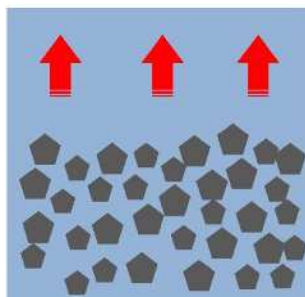
(1) について

液状化現象は、地震の震動により地盤が液体状になる現象で、液状化が発生する地盤は、砂丘や、埋立地、池、水田などの跡など、地下水が高い砂質地盤で起きやすいと言われている。液状化現象のメカニズムは、以下のとおりである。

- 地中において、砂がお互いに結びついていてその間に水がある状態が、地震動により、砂がバラバラになり、水に浮いたように泥水化する。



- この際、砂の隙間に加わる圧力が高くなり、間隙水は土砂を伴い地表面に噴き出す。（噴砂）



- 噴砂に伴う地上への土砂の噴出しや、液状化が収まった後の締固めにより、地盤が沈下する。

以上より、「緩い砂地盤」かつ「地下水位が浅い」場合において、液状化の危険度が高くなるため、液状化の検討及び必要に応じて液状化対策を実施することが望ましい。

液状化が懸念される土層は、以下の条件である。

【以下の3つの条件すべてに該当する砂質土層】

(下水道施設の耐震対策指針と解説-2014年版-P48)

- ① 地下水位が原地盤面から、10m以内、かつ、原地盤面から20m以内に存在する飽和土層
- ② 細粒分含有率FCが35%以下の土層、又は、塑性指数Ipが15以下の土層
- ③ 平均粒径D50が10mm以下で、かつ10%粒径D10が1mm以下である土層

【液状化の可能性のある埋戻し土】

(下水道施設の耐震対策指針と解説-2014年版-P205)

- ① 地下水位が高い場合 (GL-3m以浅)
- ② 埋設深度が深い場合 (管渠の土被りがGL-2m以深、かつ地下水以下)
- ③ 周辺地盤が軟弱な場合 (緩い砂地盤 (概ねN値 ≤ 15)、軟弱粘性土地盤 (概ねN値 ≤ 7) 等)
- ④ 砂など液状化しやすい埋戻し材料を使用する場合

(2) について

液状化危険度は、道路橋示方書に代表される FL 法およびこれを深度方向に積分した PL 法を用いて評価する。その作成フローを下図に示す。

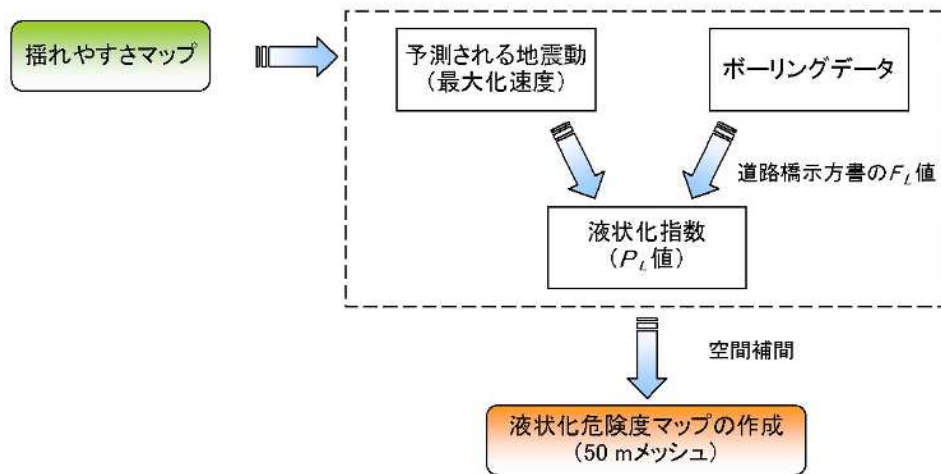


図 2.4.4 液状化危険度評価の流れ

液状化指数 (PL 値) は、下式 (道路橋示方書 P130) で表され、地表面から 20 m までの $(1 - F_L)$ と表層ほど大きな重みをもつ係数の積分値で評されるものである。

$$P_L = \int_0^{20} (1 - F_L)(10 - 0.5x) dx$$

液状化指数 (PL 値) と液状化の発生程度との関係については、次表が目安とされている。

深度 m	柱状 図	F _L 分布			ΔP _L
		0.5	1.0	1.5	
0					5.99
					4.68
					2.89
					2.40
5					2.03
					1.40
					1.17
					0.90
					1.32
10					1.70
					1.76
					0.0
					0.0
					0.0
15					0.0
					0.0
					0.0
					0.0
20					0.0
P _L = Σ ΔP _L					26.24

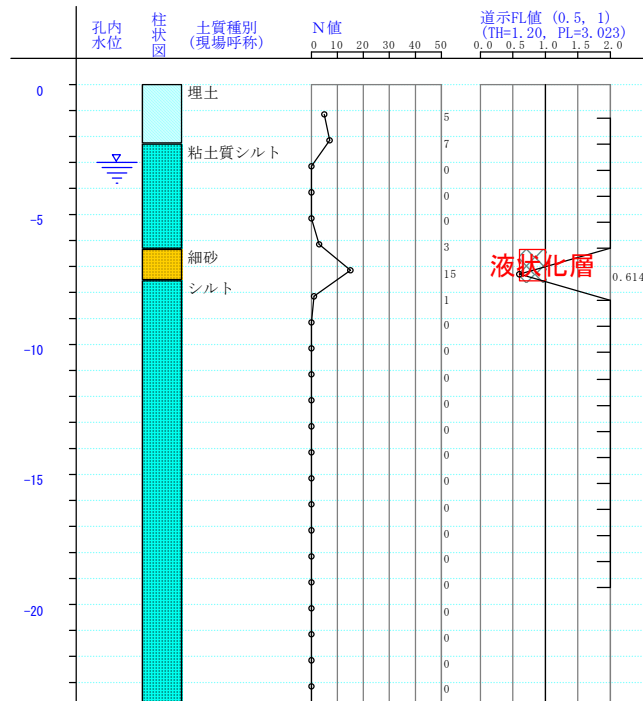
図 2.4.5 PL 値算出の概念図

表 2.4.1 液状化判定基準

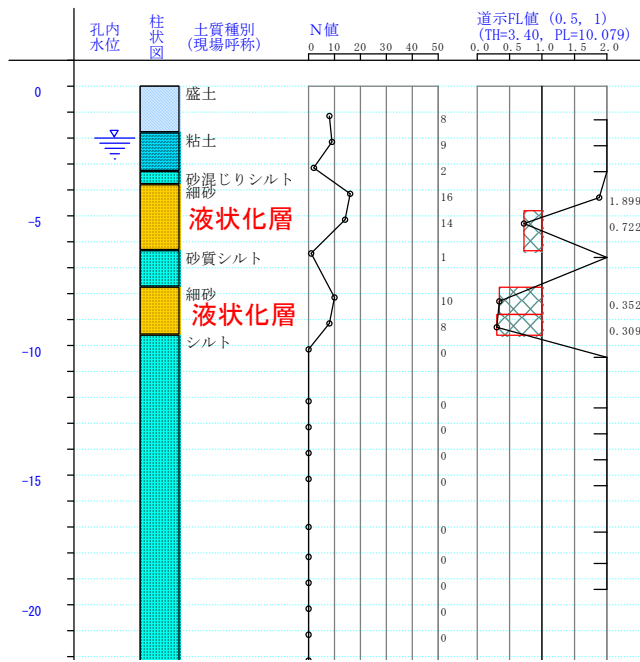
区 分	液状化の程度と対応
PL=0	液状化危険度はかなり低い。 液状化に関する詳細な調査は一般に不要。
0<PL≤5	液状化危険度は低い。 特に重要な構造物の設計に関しては、より詳細な調査が必要。
5<PL≤15	液状化の危険度が高い。 重要な構造物に対して、より詳細な調査が必要。液状化対策が一般に必要。
15<PL	液状化危険度が極めて高い。 液状化に対する詳細な調査と液状化対策は不可避。

(3) について

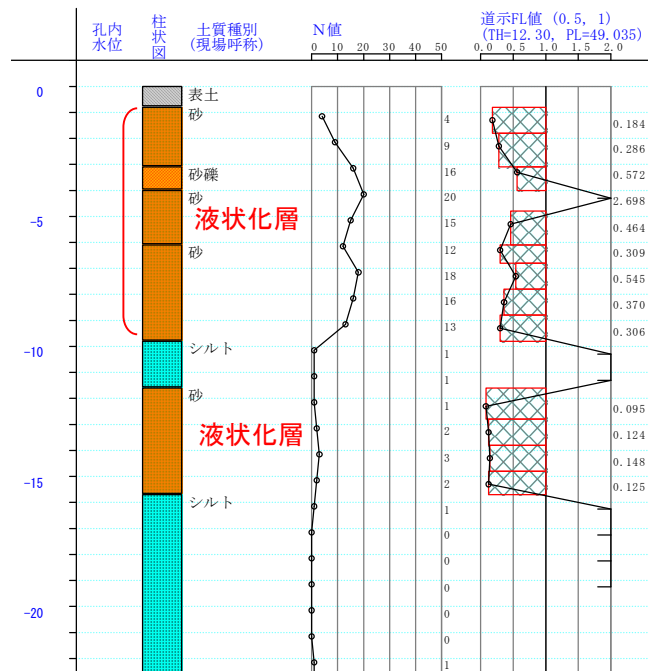
対象とした地震の地表面震度分布と、PL法を用いて液状化危険度を評価する。



0 < PL ≤ 5 のボーリング柱状図例



5 < PL ≤ 15 のボーリング柱状図例



15 < PL のボーリング柱状図例

図 2.4.6 液状化危険度区分ごとのボーリング柱状図の例

なお、本組合における土質情報については、第5章 5.4.1 土質情報の土質調査リスト及びボーリング柱状図リストを参照する。

2.4.5 液状化対策

周辺地盤の液状化対策は、地盤特性、地下水位、現場の特性、使用する管材、工期等を勘察し、発注者及び道路管理者等と協議調整のうえ、必要に応じて対策を行う。以下に液状化対策例を示す。

【解説】

液状化対策は、以下の対策が考えられ、必要に応じて対策の検討を行う。

(1) 埋戻し土の液状化対策

埋戻し土の液状化対策工法は、「埋戻し土の固化」、「砕石等による埋戻し」、「埋戻し土の締固め」がある。管理基準、設計及び施工上の留意点等を踏まえ工法を選定する。

詳細は、第3章 3.1.3 新設管路施設の耐震対策（案）の内容に示す。

(2) マンホールの浮上抑制対策

液状化の可能性のある地盤に埋設されているマンホールについては、浮上判定を行ったうえで対策を講じる。

詳細は、第3章 3.1.3 新設管路施設の耐震対策（案）の内容に示す。

第5節 地盤変位と地盤のひずみ

2.5.1 液状化による側方流動

施設の立地場所が液状化による側方流動が生じやすいと判定された場合、それが施設に与える影響を検討する。

【解説】

液状化に伴う地盤の側方流動とは、地震外力の作用により過剰間隙水圧発生後に強度が著しく低下した地盤の地形が横断的に変形する護岸の付近等において、水平方向に移動する現象と考えられている。したがって、河川や海岸等の水際に立地し、かつ、地盤の大部分が液状化する施設については側方流動が生じる可能性があると考えなければならない。下水道施設はその機能上、水際に立地するケースが多いため、液状化による地盤の側方流動には十分な配慮を必要とする。

1995年兵庫県南部地震では、埋立地に立地している神戸市東灘処理場の水処理施設の基礎杭が破壊するという被害を受けたが、その要因として地盤の側方流動が考えられている。

1995年兵庫県南部地震での地盤の水平変位測定結果を図2.5.1に示すが、護岸からおおむね100mの範囲が側方流動の影響を受けると判定される。

以上のことから、下記の2条件に該当する場合には、液状化に伴う側方流動の検討を行うものとする。

- ① 護岸の底部・背面地盤が液状化すると判定される場合
- ② かつ護岸からおおむね100mの範囲内に施設が存在する場合

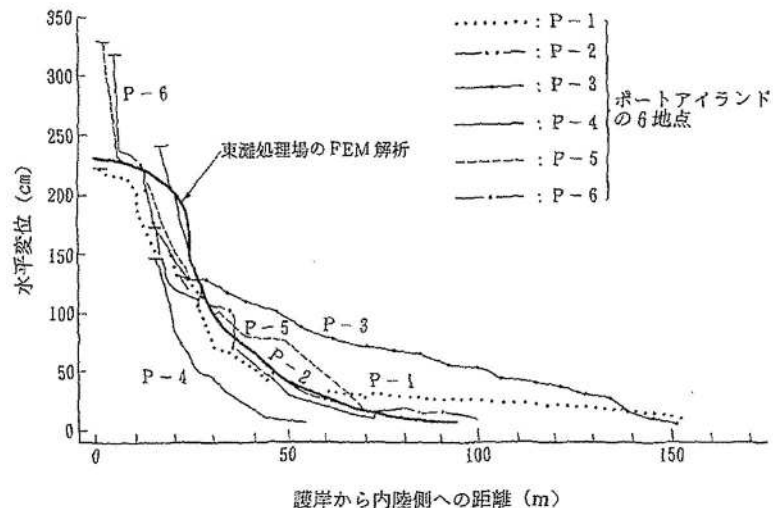


図 2.5.1 液状化に伴う地盤の側方流動の分布（石原、1996 に加筆）

なお、「道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編」²⁾における側方流動（流動化）の可能性のある地盤に関する記述を参考として次に示す。

(参考)「道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編」²⁾より抜粋

8.3 橋に影響を与える流動化が生じると判定された地盤がある場合の耐震性能の照査

8.3.1 一般

(1) 橋に影響を与える流動化が生じる地盤

次の 2 つの条件のいずれにも該当する地盤は、橋に影響を与える流動化が生じる地盤と判定する。

- 1) 臨海部において、背後地盤と前面の水底との高低差が 5m 以上ある護岸によって形成された水際線から 100m 以内の範囲にある地盤
- 2) 8.2.3 の規定により液状化すると判定される層厚 5m 以上の土層があり、かつ当該土層が水際線から水平方向に連続的に存在する地盤

(2) 流動化に対する橋の耐震性能の照査方法

流動化の影響を考慮した照査は、原則として、(1) の規定に該当する地盤中にある橋脚基礎を対象に行う。流動化を考慮した橋脚基礎の照査は、8.3.2 に規定する流動力を橋脚基礎に作用させ、基礎天端における水平変位が 12.3 に規定する基礎の降伏に達するときの水平変位の 2 倍を上回らないようにすることにより行う。ただし、流動力と慣性力は同時に考慮しなくてもよい。

(解説は省略)

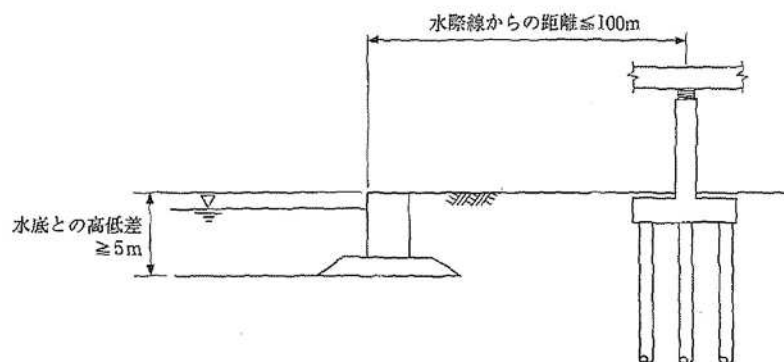


図-解 8.3.1 水底との高低差及び水際線からの距離のとり方

2.5.2 設計に用いる地盤の永久ひずみ

設計に用いる地盤の永久ひずみには、液状化による護岸の移動等に起因する側方流動によるものと人工改変地の傾斜地盤におけるものがあり、次のように設定する。

(1) 液状化による護岸の移動等に起因する側方流動に伴うもの

- 1) 液状化護岸近傍（護岸より 100m 以内）における地盤の永久ひずみ（引張り）は 1.5%とする。
- 2) 液状化護岸線より 100m 以上離れた地盤の永久ひずみ（引張り）は 1.2%とする。

(2) 人工改変地の傾斜地盤におけるもの

- 1) 非液状化の人工改変地の傾斜地盤（地表面こう配が 5%以上の盛土）における永久ひずみ（引張り）は 1.3%とする。

【解説】

地震動によって地盤が液状化すると護岸近傍の地盤や傾斜地盤においては、地盤が水平方向に変位する「側方流動現象が発生する可能性がある。また、非液状化地盤においても宅造地等の人工改変地で地表面が傾斜している場合、斜面下方に向かって地盤が変位する現象が生じる。レベル 2 地震動の設計地震外力としてはこのような液状化、非液状化地盤における地盤の永久ひずみを考慮することとした。

なお、地盤の永久ひずみには、引張りと圧縮があるが、下水道管きよでは引張りひずみが管きよの安全性により大きな影響を与えるので設計上は引張ひずみのみを考慮する。

(1) について

1995 年兵庫県南部地震では、埋立地の護岸が海方向に移動し、これに起因してその背後地盤が広範囲にわたって移動し、護岸近傍地盤においては護岸の変位方向に地盤の大きな永久ひずみ（引張り）が発生した。同様な現象は、1964 年新潟地震における信濃川沿岸地域でも観測されている。護岸等に起因する永久ひずみは、護岸からの距離と関係があることから、護岸近傍（護岸から 100m 以内）と護岸線から 100m 以上離れた地域とに分けて地盤の設計に用いる永久ひずみ（引張り）を設定する。

なお、この地盤の永久ひずみ（引張り）は、護岸の移動が直接的な原因となって発生するので、設計地震動に対して護岸の推定移動量が 50cm 程度未満であることが他の方法により確認される場合には、本項で定める地盤の永久ひずみ（引張り）及び地盤変位を考慮する必要はない。

また、上記の地盤の引張ひずみは護岸の変位方向のひずみであり、管路の軸線がこれと傾斜している場合には、それを考慮してひずみ量を低減してよい。

1) 液状化による護岸近傍（護岸より 100m 以内）における地盤の永久ひずみ（引張り）

図 2.5.2 は、1995 年兵庫県南部地震及び 1964 年新潟地震における、護岸より 100m 以内の地盤の永久ひずみ（引張り）の発生頻度分布を示している。この頻度分布をもとに地盤ひずみの非超過確率を算定すると図中の表の値となる。護岸線より 100m 以内

の液状化地盤を対象とした設計に用いる地盤の永久ひずみ（引張り）としては、速度応答スペクトルの設定と同様に非超過確率 80%値とし、1.5%に設定する。

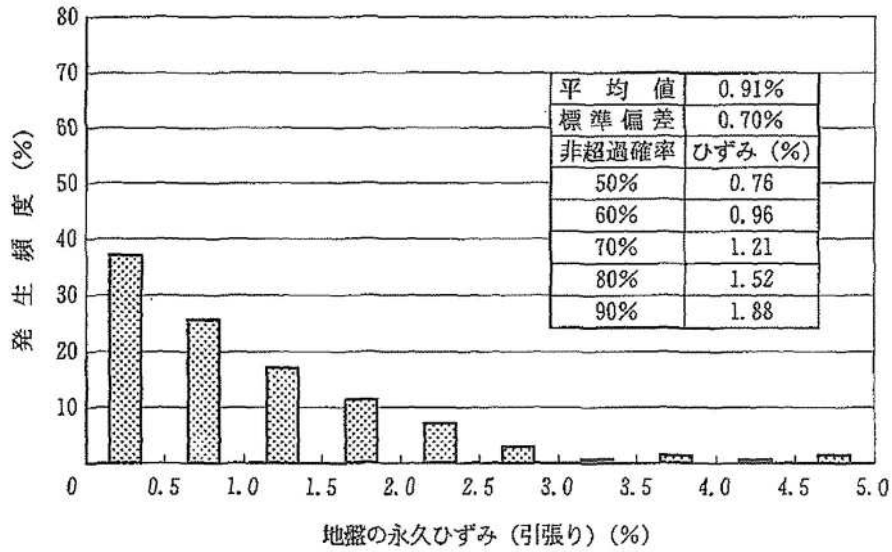


図 2.5.2 神戸及び新潟の液状化地盤の永久ひずみ（引張り）の頻度分布
（水際部護岸より 100m 以内）

2) 液状化による護岸線から 100m 以上離れた地盤の永久ひずみ（引張り）

護岸近傍域の側方流動に伴って、護岸線より相当程度内陸まで地盤変位を生じることがある。図 2.5.3 は 1995 年兵庫県南部地震及び 1964 年新潟地震における護岸線より 100m 以上離れた液状化地盤の永久ひずみ（引張り）の頻度分布を示す。設計に用いる地盤の永久ひずみ（引張り）としては、上記と同様に非超過確率 80%として 1.2%に設定する。なお、地盤の永久ひずみを考慮する範囲は、護岸線から 300m 程度という過去の報告事例²⁰⁾もある。

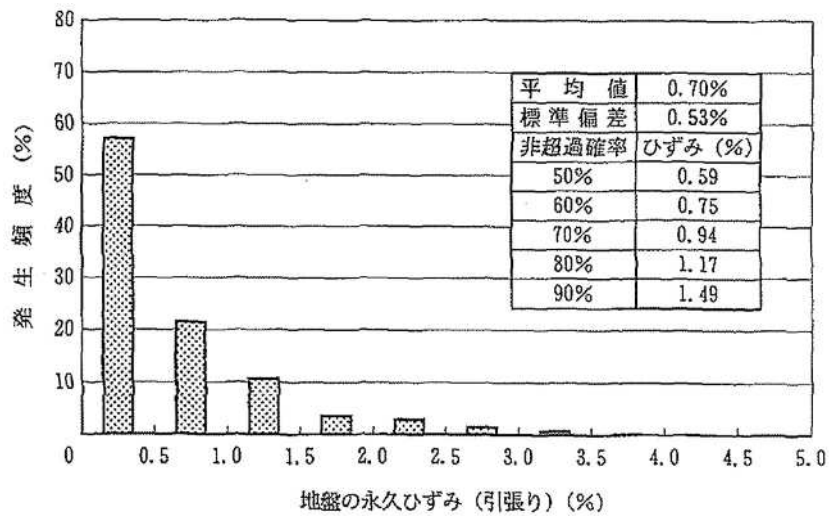


図 2.5.3 神戸及び新潟の液状化地盤の永久ひずみ（引張り）の頻度分布
（護岸線より 100m 以上離れた液状化地盤）

(2) について

1) 非液状化の人工改変地の傾斜地盤（地表面こう配が5%以上の盛土）における永久ひずみ

1995年兵庫県南部地震では、六甲山麓の宅造地など人工改変地において地盤が下方に移動する現象が見られ、これによって地中埋設管路が被害を受けた。図2.5.4は、1995年兵庫県南部地震における非液状化の傾斜地盤における永久ひずみ（引張り）の頻度分布を示したものである。

設計に用いる地盤の永久ひずみ（引張り）としては、上記と同様に非超過確率80%として1.3%に設定する。

なお、この永久ひずみ（引張り）は、人工改変地で道路こう配が平均5%以上の盛土地盤に布設する管路の設計に用いる。

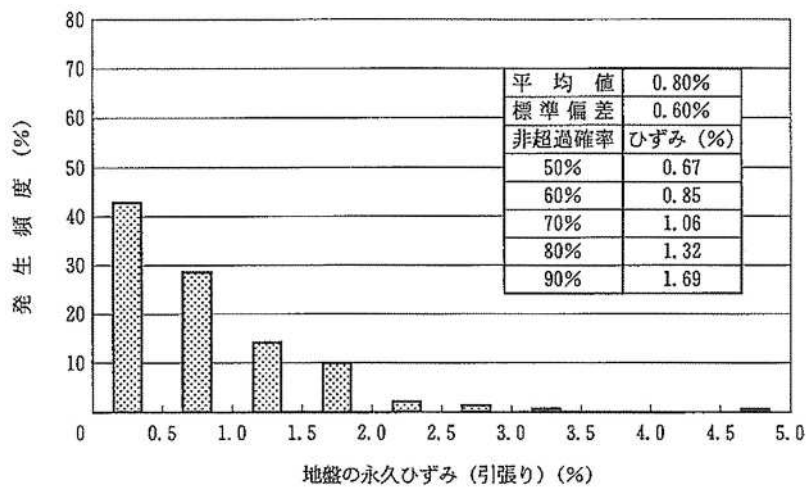


図 2.5.4 傾斜地地盤の永久ひずみ（引張り）の頻度分布

図 2.5.5 は、1995年兵庫県南部地震の被害データをもとに設計に用いる地盤の永久ひずみ（引張り）と被害低減率の関係を示したものである。この図によると設計に用いる地盤の永久ひずみ（引張り）が1.5%の場合、管軸方向ずれ等の管きよ被害の低減率は、約2割程度になることが想定される。

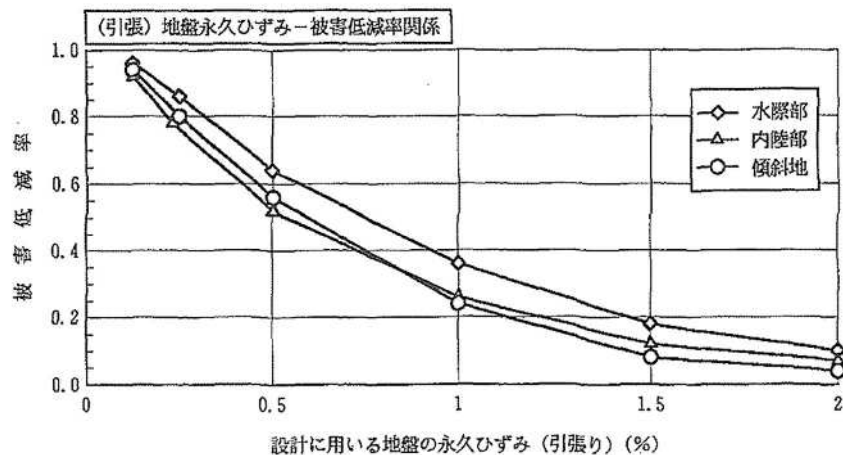


図 2.5.5 液状化地盤の永久ひずみ（引張り）と被害低減率

第6節 耐震手順及び計算手法

2.6.1 管路施設の耐震設計手順

管路施設は、「特に重要な幹線等」、「その他の重要な幹線等」と「その他の管路」では要求される性能が異なり、それぞれ次の手順で耐震設計を行う。

- (1) 特に重要な幹線等、その他の重要な幹線等
 - 1) 調査
 - 2) 地盤条件の設定
 - 3) マンホールと管きよの接続部及び管きよと管きよの継手部の検討
 - 4) 管きよ本体とマンホール本体の検討
 - 5) 液状化の検討（液状化の判定、浮上がり等の防止対策）
- (2) その他の管路
 - 1) 調査
 - 2) 地盤条件の設定
 - 3) マンホールと管きよの接続部及び管きよと管きよの継手部の検討
 - 4) マンホール本体の検討
 - 5) 液状化の検討（液状化の判定、必要に応じ浮上がり等の防止対策）

【解説】

管路施設については、前述のように施設の重要度に応じて「特に重要な幹線等」、「その他の重要な幹線等」と「その他の管路」とに区分し、レベル1地震動及びレベル2地震動と要求される耐震性能に応じて次の手順により耐震設計を行う。なお、第3章の表3.1.2、表3.1.3、ならびに第3章（参考3.1）小口径管の耐震計算の省略化についても参照する。また、既存施設については第4章 既存管路施設の耐震対策も参照する。

(1) について

「特に重要な幹線等」及び「その他の重要な幹線等」は、流量、断面、こう配、延長等の施設の機能、特性等及び布設地盤等の諸条件を考慮し、レベル1地震動とレベル2地震動に対して次の手順に従って耐震設計を行う。

1) 調査

調査は、施設特性を把握するとともに本章第2節 地域特性、地形、地盤に示す地域特性、地形、地質、土質等の調査を行う。

2) 地盤条件の設定

耐震設計に先立ち、上記調査結果をもとに次のような条件を整理検討する。

- ① 地盤ばね（地盤反力係数）
- ② 地盤の弾性波速度

- ③ 地盤の固有周期
- ④ 地盤変位
- ⑤ 周辺地盤の液状化の判定（レベル 2 地震動を対象）
- ⑥ 埋戻し部の液状化の可能性の検討
- ⑦ 液状化地盤における永久ひずみを考慮する地区の抽出
- ⑧ 非液状化の傾斜地盤における永久ひずみを考慮する地区の抽出
- ⑨ その他必要事項

3) マンホールと管きよの接続部及び管きよと管きよの継手部の検討

マンホールと管きよの接続部及び管きよと管きよの継手部については、レベル 1 地震動に対して設計流下能力を確保するとともに、レベル 2 地震動に対して流下機能を阻害することのないように必要な性能を保持させる（管路施設を液状化地盤の護岸近傍及び非液状化の傾斜地盤に布設する場合は、地盤の永久ひずみに対する対策も考慮する）。

4) 管きよ本体とマンホール本体の検討

レベル 1 地震動に対しては許容応力度法あるいは使用限界状態設計法等によって設計を行い、レベル 2 地震動では終局限界状態設計法によって照査を行い、断面力が不足する場合には、補強、あるいは他の製品を選定して再度照査を行い、安全性を確認する。

5) 液状化の検討（液状化の判定、浮上がり等の防止対策）

特に重要な幹線等、その他の重要な幹線等では、液状化によって管路施設の浮上がり等が発生するおそれがあるので、レベル 2 地震動による液状化の判定を行い、対策の検討を行うものとする。詳細は第 3 章第 8 節 液状化対策に示すような対策を講じる。

(2) について

「その他の管路」は、面的に膨大な延長があり、重要な幹線等に比較して一般に復旧が容易であるので、費用対効果の観点から、原則としてレベル 1 地震動に対し次の手順に従って耐震設計を行う。

1) 調査

調査においては施設の特性を把握するとともに、**本章第 2 節 地域特性、地形、地盤**に示す調査項目に対して、設計対象地区の近傍で得られる既存資料を収集整理し、資料が不足する場合は、必要に応じて現地調査を行う。

2) 地盤条件の設定

耐震設計に先立ち、上記調査結果をもとに、必要に応じて次のような条件を整理検討する。

- ① 地盤の固有周期
- ② 地盤変位
- ③ 周辺地盤の液状化の判定（レベル 1 地震動を対象）
- ④ 埋戻し部の液状化の可能性の検討
- ⑤ その他必要事項

3) マンホールと管きよの接続部及び管きよと管きよの継手部の検討

マンホールと管きよの接続部及び管きよと管きよの継手部については、レベル 1 地震動に対して設計流下能力を確保する。

4) マンホール本体の検討

レベル 1 地震動に対して、許容応力度法あるいは使用限界状態設計法等によって設計を行う。

5) 液状化の検討（液状化の判定、浮上がり等の防止対策）

その他の管路では、レベル 1 地震動による液状化の判定を行い、必要に応じて影響を検討するものとし、また、対策についても必要に応じて行うものとする。なお、対策は第 4 章第 8 節 液状化対策を参照し、埋戻し土の対策（埋戻し土の固化、砕石等による埋戻し、埋戻し土の締固め）を行うことによって対応する。

2.6.2 耐震計算法と対象構造物

下水道施設の耐震計算法は、表 2.6.1 を標準とする。また、構造物の形状や設置状況、地盤状況等を踏まえ、適切な手法を採用するものとする。

【解説】

下水道施設の耐震計算法は、表 2.6.1 を標準とする。なお、表 2.6.1 のほか、構造物の形状や設置状況、地盤状況等を踏まえ、適切な手法を採用できるものとする。各計算法については、**本章 2.6.3 応答変位法**を参照する。

表 2.6.1 構造型の分類区別耐震計算法一覧

構造型の分類区分	部 位	標準的な耐震計算法
管 路 施 設（円形管・短形渠・マンホール等）	—	応答変位法

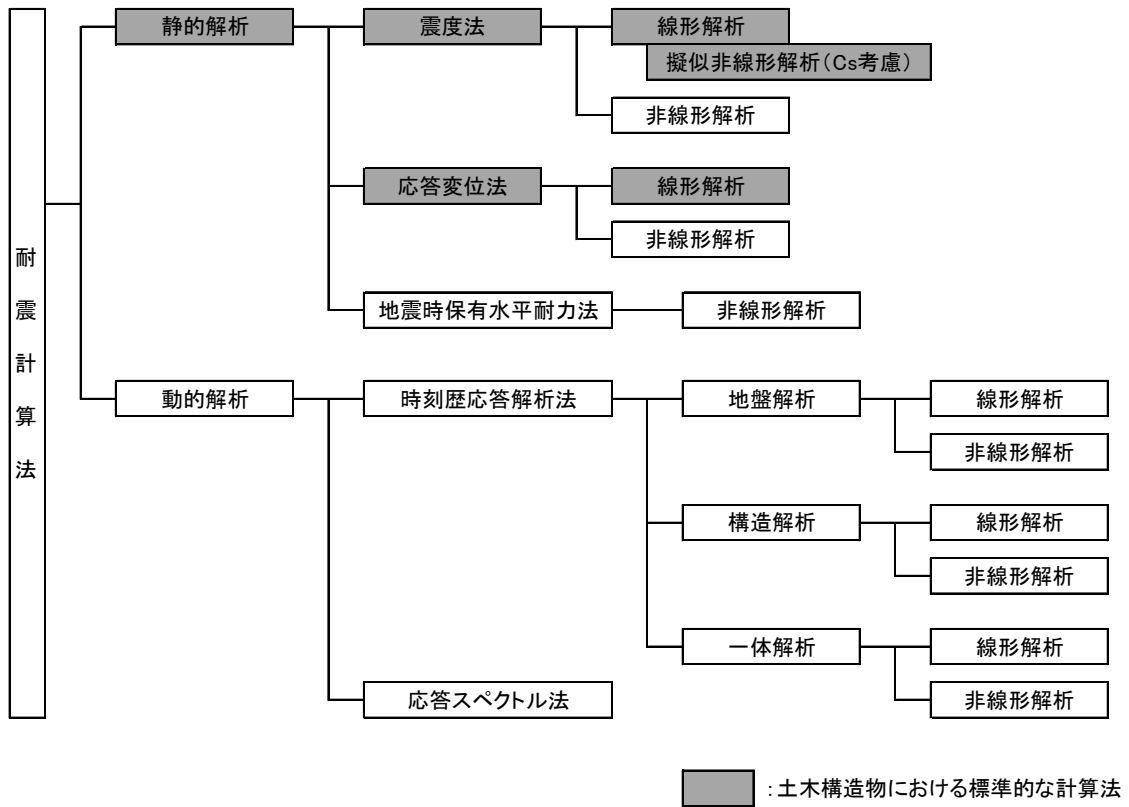


図 2.6.1 耐震計算法

2.6.3 応答変位法

管路施設の耐震計算は、応答変位法を標準とする。

【解説】

下水道施設の土木構造物のうち、地震時の地盤の挙動に影響を受けやすい管路施設においては、一般に地震時に周辺地盤の変形によってその挙動が支配されると考えられることから、応答変位法を用いる。

応答変位法は、地震時に地盤に生じる変位、変形、地盤内応力を計算し、これを地下構造物に静的に作用させて地下構造物の変位、変形、断面力、応力度を計算する方法である。地震力を適切に評価し、地盤ばねを含む解析モデルを合理的に組み立てれば、動的解析法に劣らない精度で地震時増分断面力を計算することが可能である。ただし、応答変位法を下水道管路等の施設設計に採用するに際しては、いくつかの仮定条件を設ける必要があり、それぞれに適切な評価を行いモデル化することが重要である。本指針では応答変位法の適用にあたり以下のような仮定を設けている。

- ① 上層地盤のせん断弾性波速度は深さ方向にほぼ一様である。
- ② 地盤変位の算出に際し、地下構造物（管路等）が存在する場所も空洞ではなく土があると考えている。また、地下構造物の剛性は考慮していない。
- ③ 管きよと横断面を剛性一様なリングとする。
- ④ 管きよと地盤との動的相互作用を実現するため、リングの周囲に法線方向及び接線方向の地盤ばねを設ける。
- ⑤ 地震力としては、地盤変位、地盤内応力を考慮し、これを静的に作用させる。

[参考文献]

- 1) 「日本の液状化履歴マップ 745-2008 若松加寿江 (財) 東京大学出版会 2011年3月
- 2) 「道路橋示方書・同解説 V耐震設計編」(社) 日本道路協会 平成29年11月
- 3) 「活断層詳細デジタルマップ」(財) 東京大学出版会 2002年5月
- 4) 「地下構造物の耐震性能照査と地震対策ガイドライン(案)」(社) 土木学会 2011年9月
- 5) 「地盤調査の方法と解説 平成25年版」 公益社団法人 地盤工学会 2013年3月
- 6) 「地盤調査法 平成7年版」(社) 地盤工学会 1995年9月
- 7) 「共同溝設計指針、昭和61年」(社) 日本道路協会 昭和61年3月
- 8) 「道路橋示方書・同解説V耐震設計編」(社) 日本道路協会 平成24年3月
- 9) 「駐車場設計施工指針・同解説」(社) 日本道路協会 平成4年11月
- 10) 下水道地震対策技術調査検討委員会「下水道の地震対策についての検討報告書」
(社) 日本下水道協会 平成9年8月
- 11) 「地震動の周期に依存した建物被害と新たな課題」 科学技術動向 2012年5・6月号
- 12) 浦安市液状化対策技術検討調査 報告書 浦安市液状化対策技術検討調査委員会 2012年3月
- 13) 「下水道地震・津波対策技術検討委員会報告書」 下水道地震・津波対策技術検討委員会
2012年3月
- 14) 「建築構造設計基準及び同解説」(社) 公共建築協会 令和3年
- 15) 「建築基礎構造設計指針」(社) 日本建築学会 2019年10月
- 16) 「建築耐震設計における保有耐力と変形性能」(社) 日本建築学会 1993年3月
- 17) 「地下構造物の合理的な地震対策研究」 シンポジウム、論文-19「新潟県中越地震における下水道
管路施設被害の特徴と対策に関する一考察」(社) 土木学会 2006年6月
- 18) 第2回土木学会阪神・淡路大震災に関する学術講演会 pp113
- 19) 「水道施設耐震工法指針・解説」(社) 日本水道協会 2009年

第 3 章

管路施設の耐震設計対策

第3章 管路施設の耐震対策

第1節 管路施設の被害想定と耐震対策（案）

3.1.1 地震時の被害想定内容

管路施設の耐震対策は、地震時の被害状況を把握した上で適切な対策を講じる必要がある。地震時における管路施設の被害内容を事前に想定する。

- (1) 管路施設の被害内容
- (2) マンホールの被害内容
- (3) 取付管及びますの被害内容

【解説】

(1) 管路施設の被害内容について

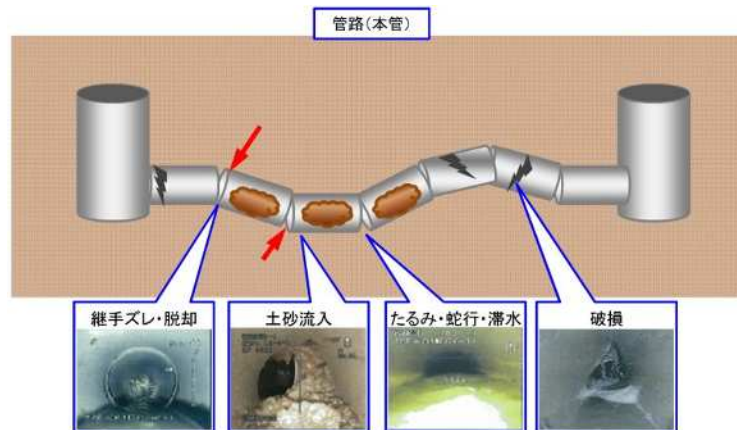


図 3.1.1 管路の被害イメージ

① たるみ・継手ずれ・脱却・浸入水の被害

液状化現象が生じると液状化により地盤が泥水（土）状態となり、地盤の沈下及び液状化した埋戻し土のまわり込みにより管路にたるみが生じ、管路のたるみ等に伴い継手ずれ、脱却及び浸入水の被害が想定される。

② 土砂流入

管路・マンホール・ます・取付管・宅内排水設備の継手損傷部から土砂が流入する被害が想定される。その結果、土砂による管内の閉塞を引き起こし、下水道管の使用制限の被害も想定される。

③ 破損・クラック・変形

液状化により管の継手部の衝突現象、側溝や他の埋設物の干渉により破損、クラック、

変形の被害が想定される。

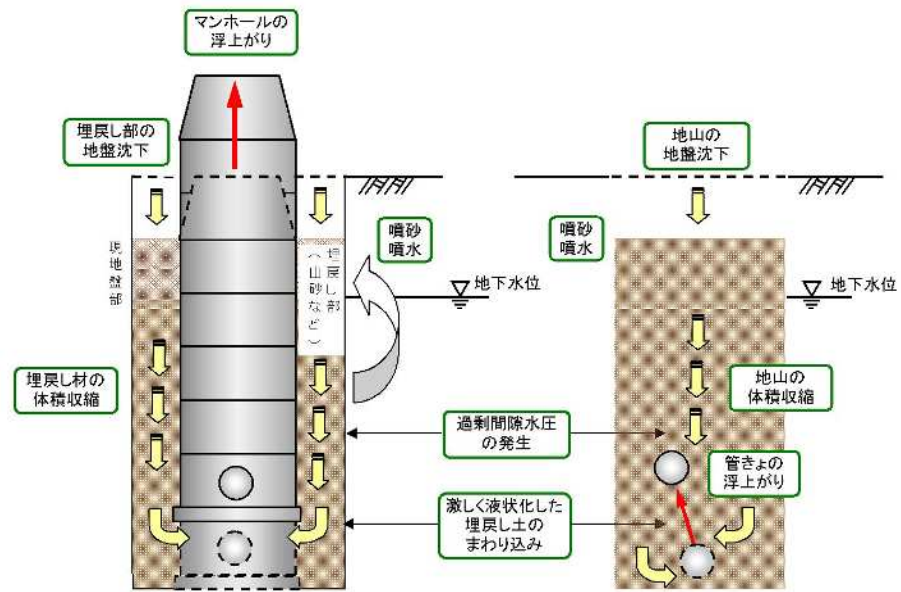


図 3.1.2 管路及びマンホールの液状化被害のイメージ

(2) マンホールの被害内容について

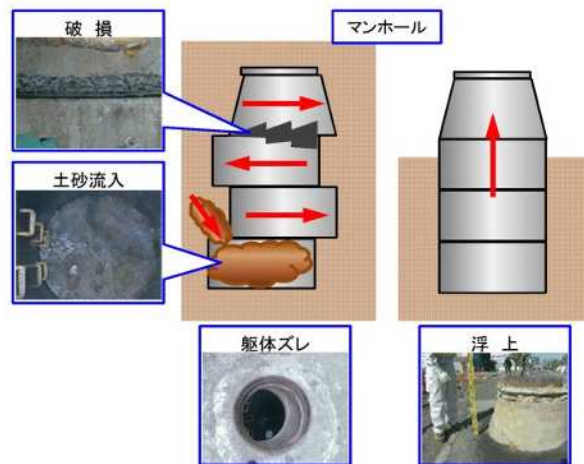


図 3.1.3 マンホールの被害イメージ

① マンホールの浮上・沈下

マンホールの浮上及び沈下の被害は、液状化による噴砂・噴水、厚密現象により生じると想定される。

② マンホールのブロックずれ

地山の液状化が発生した際に、マンホール頂部はアスファルトに拘束され、底板部は管路に拘束されているため、中間部がフリーとなり地震動の影響で躯体ずれが生じます。マンホールブロック継目の構造は、昭和55年以降にブロック同士のオススメ構造及びプレ

ートや接着剤を施したずれ防止対策が実施されてきました。それ以前のマンホールは、ずれ防止対策が行われていないため、ブロックずれの可能性があります。

③ マンホールの土砂流入

液状化によりマンホールの浮上・沈下及びブロックの継目ずれが生じ、その結果、土砂の流入が発生することが想定される。また、液状化により、宅内や下水道管の継手ずれや脱却が生じた土砂流入の発生もマンホール内への土砂流入が想定される。

(3) 取付管及びますの被害内容について

管路・マンホールと同様に、液状化により継目部の被害が生じ、その結果、土砂流入が発生することが想定される。

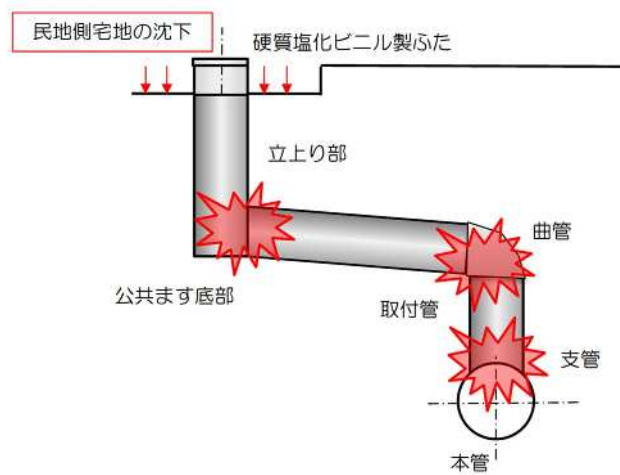


図 3.1.4 取付管及びますの被害イメージ

3.1.2 新設管路施設の耐震対策（案）

管路施設の耐震対策として、被害を出さないために管路、マンホール及び取付管の新設構造物に対して事前に適切な防災対策を講じることが有効である。

【解説】

新設の管路、マンホール及び取付管に対する防災対策（案）は以下のメニュー（案）がある。対策（案）を選定する際は、施設の重要度、現場条件、維持管理への影響等を十分に勘案し、安全かつ経済性に優れた工法を決定する。

表 3.1.1 防災対策（新設）の耐震対策メニュー（案）

【防災対策】（新設）

施設名称	対策メニュー（案）	対策の実施	備考
下水管	マンホールと管きよの接続部の可とう継手	○	全ての管路
	埋戻し土の液状化対策	○	全ての管路
マンホール	マンホール浮上抑制対策	○	特に・その他重要な幹線※
	埋戻し土の液状化対策	○	全ての管路
取付管	下水本管と取付管の接続部の可とう支管	○	特に・その他重要な幹線
	埋戻し土の液状化対策	○	全ての管路
公共樹	樹と取付管の接続部の可とう継手	○	特に・その他重要な幹線

※特に重要な幹線等、その他の重要な幹線等の路線のマンホールのうち、液状化の可能性があり、浮上判定を行い必要に応じて対策を講じる。

3.1.3 新設管路施設の耐震対策（案）の内容

管路施設の耐震対策（案）の内容は以下のとおりであり、被害に応じて適切な対策を選定する必要がある。

- (1) 可とう継手対策
- (2) 埋戻し土の液状化対策
- (3) マンホール浮上抑制対策
- (4) 可とう支管対策

【解説】

(1) 可とう継手対策

管の継手ズレ等の管きよとマンホールの接続部の異常箇所があった際は、可とう継手が適用可能であれば、有効な対策工法の一つとなる。

マンホールと管渠の接続部に設置する可とう継手は、既設管の周辺のマンホール壁を切削し、ゴム製の継手を設置し、モルタル等で仕上げることで、接続部に可とう性を設ける方法が主流である。

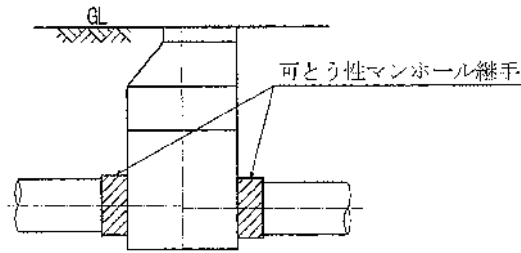


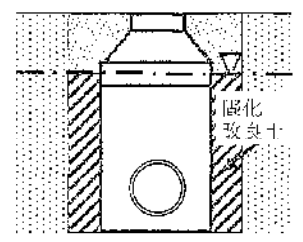
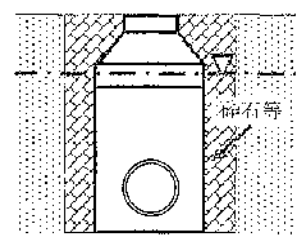
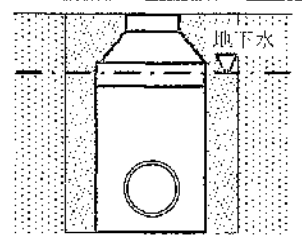
図 3.1.5 可とう継手対策

(2) 埋戻し土の液状化対策

埋戻し土の液状化対策工法には、「埋戻し土の固化」、「砕石等による埋戻し」、「埋戻し土の締め固め」がある。管理基準、設計及び施工上の留意点等を踏まえ工法を選定する。

当組合における埋戻し土の液状化対策は、基本的に【(3) 埋戻し土の締め固め】による対策とする。ただし、現場状況等により最適案ではない場合は、担当者と協議のうえ他の対策工法により対策を施す。

表 3.1.2 埋戻し土の液状化対策工法

埋戻し方法 ^注	(1)埋戻し土の固化	(2)砕石等による埋戻し	(3)埋戻し土の締め固め
概要図	地下水位以降を固化改良土等で埋戻す。 	透水性の高い材料(砕石等)で地下水位より上方まで埋戻す。 	良質土で締め固め(締め固め度 90%程度以上)ながら、埋戻す。 
埋戻し材料	現地発生土あるいは購入土、	透水性の高い材料。 例えば、10%通過粒径(D ₁₀)が 1mm以上の砕石。又は、排水効果の確認されている材料。	良質な砂、又は埋戻しに適した現地発生土。
施工管理	液状化被害防止と再掘削を考慮した強度を確保する。 例えば、現地における一軸圧縮強度の平均値で、50kPa～100kPa	道路管理者の基準を準用する。 例えば、締め固め度 90%以上確保。	締め固め度で 90%以上。 なお、90%以上でも周辺地盤が脆弱な場合には液状化した実験事例があることから、現地の特性に留意することが必要。
特徴等	埋戻し部が非液状化層となるため、液状化に対する効果は大きい。	マンホール・管路近傍部の過剰間隙水圧が消散するため、液状化に対する効果は大きい。	十分な締め固めを行うことにより、埋戻し部の過剰間隙水圧を小さくすることができる。 地下水位が高い場合には、適用に十分注意する。

「下水道地震対策技術検討委員会報告書」³²⁾に加持
注 埋戻しは、道路管理者等の埋戻し基準にも従う。

(3) マンホール浮上抑制対策

液状化の可能性のある地盤に埋設されているマンホールについては、浮上判定を行った上で対策を講じる。

1) マンホールの浮上判定式

マンホールが浮上するか否かの判定を行う場合、埋戻し土が液状化するかどうかを判定することが基本となる。埋戻し土や周辺地盤が液状化する場合に、マンホールが浮上するかどうかは、マンホールの重量とそれに作用する土水圧および過剰間隙圧、マンホールと土との摩擦力、土のせん断力抵抗などのバランスにより決まる。図3.1.6は鉛直方向の力の釣り合いをもとにマンホールの浮上判定を行う例を示したものである。ここでは、重量バランスによる判定方法の検討事例を示す。

液状化時のマンホールの浮上判定に対する安全率は、図3.1.6の記号を用いて式(3.1.1)で表すことができる。

$$F_s = \frac{W+Q}{U_s+U_d} > 1.0 \quad \dots\dots\dots\text{式 (3.1.1)}$$

ただし、液状化に対する抵抗率 $F_L \leq 1.0$ の液状化地盤では、原則として Q は考慮しない。

ここに、

U_s : マンホール底部に働く静水圧による揚圧力 (kN)

$$U_s = A \times (h - h_w) \times \gamma_w \quad \dots\dots\dots\text{式 (3.1.2)}$$

A : マンホール底面積で、 $A = \pi/4 \times (d + 2 \times t_2)^2$

U_d : マンホールの底部に働く過剰間隙水圧による揚圧力 (kN)

ここで、マンホールの底部に働く過剰間隙水圧による揚圧力 U_d には、次の2ケースの考え方がある。

ケース1 : 地下水位以下の砂層が泥水状となってマンホール底部に揚圧力(体積×泥水比重)として作用する考え方

ケース2 : 地下水位以上の地盤が有効上載圧としてマンホール底部に作用する揚圧力に寄与する考え方(半無限地盤を想定し過剰間隙水圧が伝播すると考える「共同溝設計指針」の考え方)

地下水位が高い場合には、ケース1とケース2は同程度の値となる。地下水位が低い場合はケース2の揚圧力の方が大きくなるが、地下水位が浅いマンホールに周面摩擦

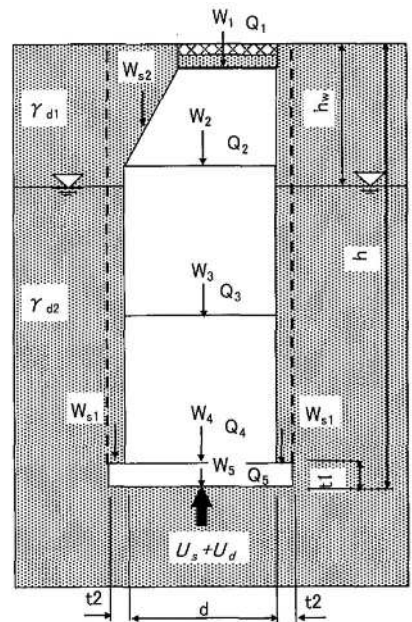


図 3.1.6 液状化時の重量バランス

力が作用してマンホールの浮上に対する抵抗力となる。

W：マンホール底部に働く鉛直荷重（kN）

$$W = W_1 + W_2 + W_3 + W_4 + W_5 + W_{S1} + W_{S2} \quad \dots\dots\dots \text{式 (3.1.3)}$$

Q：マンホールの側壁に働く摩擦力(kN)。液状化地盤では原則としてQは考慮しない。

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 \quad \dots\dots\dots \text{式 (3.1.4)}$$

2) マンホールの浮上抑制対策

マンホールの浮上抑制対策は、そのメカニズムにより①地盤改良タイプ、②過剰間隙水圧消散タイプ、③アンカータイプ、④重量化タイプに大きく分類される。

① 地盤改良タイプ

これには固化工法と振動工法がある。固化工法は、地盤を固化して液状化の発生を防止することから過剰間隙水圧 $U_d=0$ となるため、安全率 (F_s) > 1 となる。

振動タイプは、マンホール周辺地盤を締固めて液状化時の浮上抵抗力（壁面摩擦力） $Q>0$ とすることで、安全率 (F_s) > 1 を満足させる。

② 過剰間隙水圧消散タイプ

過剰間隙水の排水による壁面摩擦力の増大を期待する考え方と、圧力の消散を期待する考え方とがある。前者は、周辺地盤が液状化した場合に、ドレーンの影響範囲と影響範囲外で地盤の内部摩擦角に差が生じるが、それを壁面の摩擦力に換算して浮上を抑制する考え方であり、液状化時にも壁面摩擦力 $Q>0$ と想定し、安全率 $F_s> 1$ を満足させる。一方、後者は、過剰間隙水圧 U_d そのものを低減して、安全率 $F_s> 1$ とする。

③ アンカータイプ

アンカーの頭部をマンホールの底部に設置するタイプとマンホールの側壁上部に設置するタイプとがある。どちらも、浮上判定式 (3.1.1) において、 $U_s+U_d> W+Q$ の場合に、 $U_s+U_d=W+Q$ となるようにアンカー力を分担させることで、安全率 (F_s) > 1 を満足させる。

④ 重量化タイプ

ウエイトをマンホール内部に負荷するタイプとマンホール外部に負荷するタイプとがある。どちらも、浮上判定式 (3.1.1) において、 $U_s+U_d> W+Q$ の場合に、 $U_s+U_d=W+Q$ となるように新たにウエイトを設置することで、安全率 (F_s) > 1 を満足させる。

(4) 可とう支管対策

取付け管は、本管との接続部の継手部が抜け出さないように検討する。そのため、防災拠点となる施設からの排水を受ける箇所、地盤条件や土被り条件から復旧に時間を要する箇所等、特に重要と判断される箇所については、図 3.1.7 に示すように本管と取付管との接続部は可とう性支管を用いて変位を吸収させるように配慮することが望ましい。

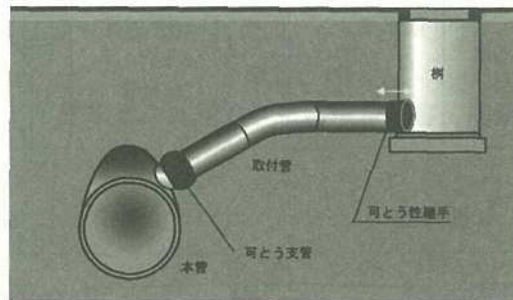
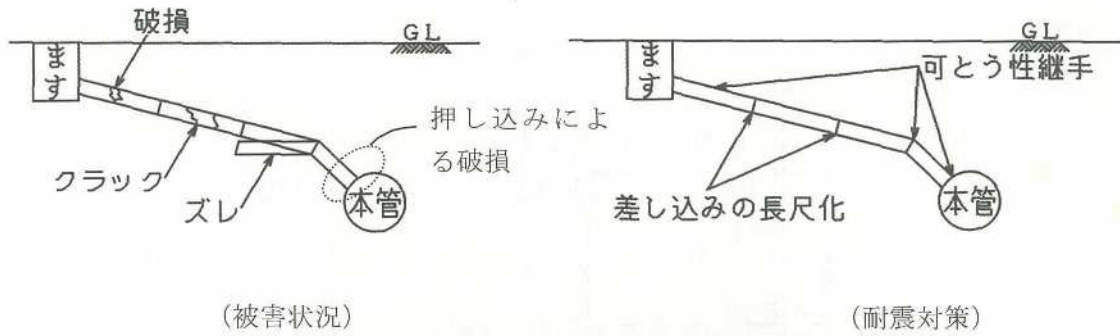


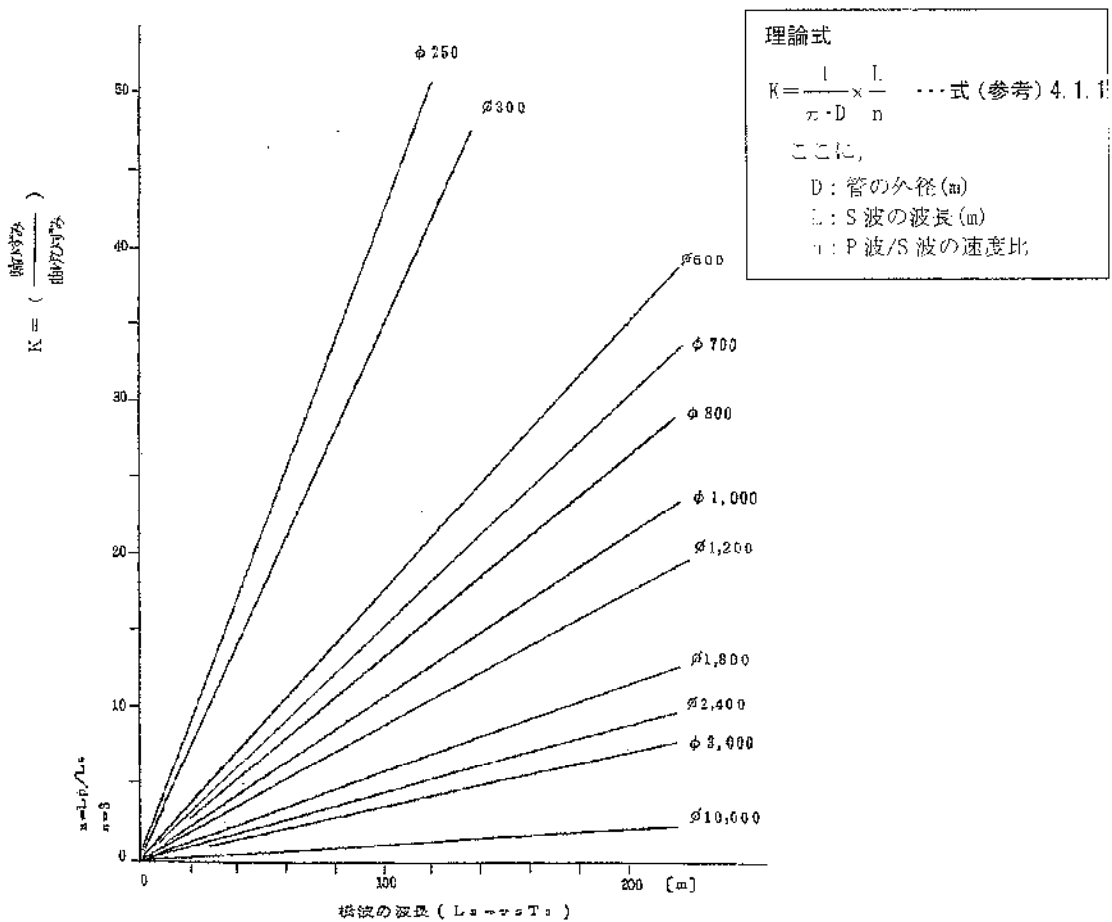
図 3.1.7 取付け管の被害状況と耐震対策

(参考3.1) 小口径管の耐震計算の省略化について

(1) モデルケースの設定と試算について

地震波長と地震によって管きよに発生するひずみの関係³⁴⁾を図(参考)3.1.1に示す。横軸は地震波の波長L、縦軸は軸ひずみと曲げひずみの比(K=軸ひずみ/曲げひずみ)を表し、nはP波とS波の速度比n=3(=Vp/Vs)を表す。図内には管径φをパラメータとして、波長Lに対するひずみ比Kをグラフとして表してある。

同じ管径であると、波長Lが長くなるとひずみ比Kが大きくなり、その関係は直線的である。管径ごとに比べると、管径が小さいほどグラフの直線の傾きは急になる。つまり同じ地盤(同じ波長)の場合、管径が小さいほどひずみ比Kが大きい。これは、管径が小さいほど鉛直方向のひずみよりも管軸方向のひずみが支配的になることを意味する。



$$K = \left(\frac{\text{軸ひずみ}}{\text{曲げひずみ}} \right) \text{と横波の波長との関係}$$

図(参考)3.1.1 管きよに作用にするひずみ比Kと波長Lの関係

(縦軸nはP波/S波の速度比で、管径φをパラメーターとする)

すなわち、比較的小口径の管きよであれば、管軸方向の変位(屈曲角、拔出し量)を重視すべきで、鉛直断面の計算は省略できる可能性がある。

ここでは、こうした趣旨のもとで、均一地盤を対象にして鉄筋コンクリート管の屈曲角、拔出し量、鉛直断面耐荷力、硬質塩化ビニル管の屈曲角、拔出し量、管軸方向応力度を試算した結果を示した。

(2) 試算した条件

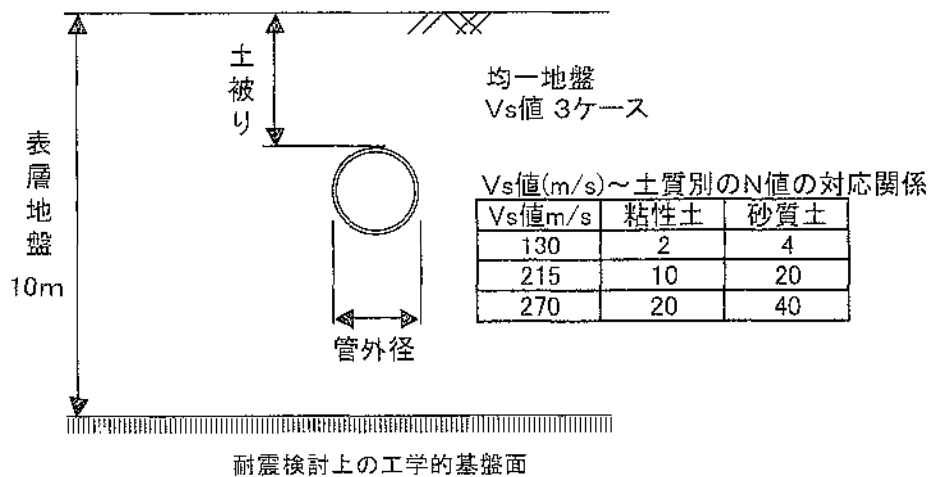
計算条件の概要を図（参考）3.1.2、表（参考）3.1.1 に示す。

表層地盤は、地盤の急変化や液状化が起こらない厚さ 10m の均一地盤とし、地盤強度はせん断弾性係数 V_s 値で 3 ケースを仮定した。 V_s 値の大きさにより、粘性土・砂質土の強度（例えば N 値）が異なる。 V_s 値と N 値との関係は式 (4.2.8) で表されるものとし、換算した N 値を図（参考）3.1.2 の中に示した。

施工方法は、開削工法と小口径管推進工法の 2 工法を想定した。

開削工法では、管種 2 ケース×管径 3 ケース、耐震検討上の工学的基盤面に近い深さとして掘削深さが約 4m 前後になるように土被りを設定した。その内、鉄筋コンクリート管の鉛直断面強度の計算は、常時の水平土圧について内部摩擦角を考慮する（砂質土）・考慮しない（粘性土）それぞれを設定し、水平方向地盤反力係数 k_r 、（地盤バネ）は原地盤の物性から設定した。同様に、硬質塩化ビニル管の管軸方向応力度の計算では、地盤の単位体積重量・せん断弾性波速度について原地盤の物性を適用した。

小口径管推進工法については、管種・管径共に開削工法と同じとし、耐震検討上の工学的基盤面に比較的近い深さとして土被りは 7m 一定とした。土質定数は原地盤とした。



図（参考）3.1.2 試算した地盤条件

表（参考）3.1.1 試算した計算条件

（開削工法）

項目	条件		
地盤	均一な表層地盤 10m 厚、Vs 値=130、215、270 (m/s)		
土被り	(3.9-管外径 (m)) …掘削深さで約 4m、耐震検討上の工学的基盤面に近くない深さ		
管種	鉄筋コンクリート管	規格	A-1、1種、B形管
		仕上り径	φ250、400、700 (mm)
		計算条件及び項目	<ul style="list-style-type: none"> 鉛直断面（耐荷力） 地盤ばね Kr は原地盤から設定 常時の水平土圧は砂質土、粘性土から設定
			マンホールと管きよの接続部（屈曲角、拔出し量） 管きよと管きよの継手部（屈曲角、拔出し量）
	硬質塩化ビニル管	規格	K-1、マンホール継手
		仕上り径	φ200、300、400 (mm)
		計算条件及び項目	<ul style="list-style-type: none"> 軸方向（応力度） 単位体積重量 Vs 値は原地盤から設定
			マンホールと管きよの接続部（屈曲角、拔出し量） 管きよと管きよの継手部（屈曲角、拔出し量）

（小口径管推進工法）

項目	条件		
地盤	均一な表層地盤 10m 厚、Vs 値=130、215、270 (m/s)		
土被り	7.0 (m) …比較的耐震検討上の工学的基盤面に近い深さ		
管種	鉄筋コンクリート管	規格	A-6、1種、SJS (E形) 継手
		仕上り径	φ250、400、700 (mm)
		計算条件及び項目	<ul style="list-style-type: none"> 鉛直断面（耐荷力） 地盤ばね Kr は原地盤から設定 常時の水平土圧は砂質土、粘性土から設定
			マンホールと管きよの接続部（屈曲角、拔出し量） 管きよと管きよの継手部（屈曲角、拔出し量）
	硬質塩化ビニル管	規格	K-6、SUS カラー付直管
		仕上り径	φ200、300、400 (mm)
		計算条件及び項目	<ul style="list-style-type: none"> 軸方向（応力度） 単位体積重量 Vs 値は原地盤から設定
			マンホールと管きよの接続部（屈曲角、拔出し量） 管きよと管きよの継手部（屈曲角、拔出し量）

（3）試算結果から分かること

試算結果から次のような傾向が分かった。

- 1) 鉄筋コンクリート管（ヒューム管）の鉛直断面の強度（耐力）は、地震動レベル・管種・地盤強度によって値が変化するが、許容値（ひび割れ保証モーメント、あるいは破壊保証モーメント）に対して約 2 倍程度が確保される。
- 2) 硬質塩化ビニル管（塩ビ管）の管軸方向の強度（応力度）は、同様に許容値（使用限界引張強度、あるいは終局限界引張強度）に対して約 3 倍以上が確保される。

3) 抜き出し量は、管材の最大許容値に比べるとレベル 2 地震動では 10%以下、レベル 1 地震動では 5%以下と小さく、管径ごとの（計算値・許容値）の変化があまり見られない。

4) 屈曲角は許容値に対して数十分の 1 以下に収まる。

(4) 試算を踏まえた耐震計算の省略化

この試算結果から、以下の適用条件に当てはまる箇所において一般的な管材を用いる場合には、常時の設計を満足していれば、以下の a) ~d) までの耐震計算を行わなくても耐震性能を満足していると判断できる。

1) 耐震計算が不要となる検討項目（レベル 1・レベル 2 共）

表 3.1.2、表 3.1.3 に示す耐震計算マトリックス表において、以下の項目は許容値以下であるため、耐震計算の省略が可能である。

a) マンホールと管きよの接続部

- ・ 屈曲角（地震動による）
- ・ 抜き出し量（地震動による）

b) 管きよと管きよの継手部

- ・ 屈曲角（地震動による）
- ・ 抜き出し量（地震動による）

c) 鉛直断面の強度

- ・ 鉄筋コンクリート管では耐荷力

d) 管軸方向の強度

- ・ 硬質塩化ビニル管では応力度

2) 適用条件

耐震計算省略の適用条件は次のとおりである。条件に当てはまらない場合は、**本章第 2 節 差し込み継手管きよの耐震設計**に従い、必ず耐震計算にて耐震性能を確認する。

- ① 管径 $\phi 700\text{mm}$ 以下の差し込み継手管きよであること。
- ② 管きよの埋設線形がほぼ直線であること。急曲線は含めない。
- ③ 表層地盤が均一で、せん断弾性波速度が深さ方向にほぼ一様であること。すなわち、傾斜地（傾斜地盤）や推進工法における地盤の硬軟急変化部等、特殊な地盤条件は含めない。
- ④ 液状化しない地盤もしくは地盤改良等により液状化しない地盤と見なせること。

第 4 章

既存管路施設の耐震対策

第4章 既存管路施設の耐震対策

第1節 耐震診断と対策の優先順位

4.1.1 耐震対策の優先順位

既存管路施設の耐震対策は、「特に重要な幹線等」と「その他の重要な幹線等」、「その他の管路」に区分して、優先順位を定め、段階的に実施する。

【解説】

既存管路施設の耐震対策は、地震時において下水道が有すべき機能、緊急度及び重要度に応じて、段階的に行っていく必要がある。既存管路施設は、原則として全ての施設を対象に簡易診断を実施し耐震性能を把握するとともに、管路施設の重要度、想定される被害形態、被害の程度、万一被災した場合のリスクを分析し、それらに基づき対策の優先順位を定める。

既存の管路施設は、「重要な幹線等」を「特に重要な幹線等」と「その他の重要な幹線等」に分けて、耐震対策を実施する。「その他の管路」は、改築更新計画等を考慮しつつ順次対策を講じていくことが重要である。

表 4.1.1 重要な幹線等の区分と耐震対策の優先順位

【重要な幹線等】	【特に重要な幹線等】	優先度	
a) 流域下水道の幹線管路 b) ポンプ場及び処理場に直結する幹線管路 c) 河川・軌道等を横断する管路（水管橋含む※ 1) で地震被害によって二次災害を誘発する おそれのあるもの及び復旧が極めて困難と 予想される幹線管路等 d) 被災時に重要な交通機能への障害を及ぼす おそれのある緊急輸送路、重要物流道路及 び代替・補完路※2 に埋設されている管路 e) 相当広範囲の排水区を受け持つ吐き口に 直結する幹線管路 f) 地域防災計画に位置付けられた施設（防災 拠点・広域避難場所・避難所・避難施設）、 並びに高齢者・障害者等要配慮者関連施 設、感染症拠点病院、災害拠点病院、帰宅 困難者一時滞在施設からの排水を受ける 管路※3 g) その他、下水を流下収集させる機能面から 見てシステムとして重要な管路	<ul style="list-style-type: none"> ・ 県南クリーンセンターまでつながる 管さよのうち、下水道法事業計画で位 置付けられた幹線管さよ 	A	
	<ul style="list-style-type: none"> ・ 河川（地形図上で水域表示されている 水路）を横断する管路 ・ JR 各線を横断する管路 		
	<ul style="list-style-type: none"> ・ 地域防災計画で定められている緊急 輸送路下に埋設されている管路 ・ 道路法に基づく重要物流道路・代替補 完路の下に埋設されている管路 		
	<ul style="list-style-type: none"> ・ 雨水幹線 		
	地域防災計画で位置付けられた、以下の 施設の排水を受ける管路 <ul style="list-style-type: none"> ・ 防災拠点・防災関連拠点、広域避難場 所・避難所・避難場所 ・ 要配慮者関連施設（福祉避難所） ・ 災害拠点病院・救急告示医療機関・感 染症拠点病院・救急医療施設 		
<ul style="list-style-type: none"> ・ 汚水中継ポンプ場、マンホールポン プからの圧送管 		B	
	【その他の重要な幹線等】 重要な幹線等のうち、特に重要な幹線等 以外の幹線等		

注1 下水道総合地震対策事業（令和6年版 下水道事業の手引き）において、水管橋は事業対象であることが幹線管路の二条化や処理場間のネットワーク化等

注2 水道総合地震対策事業（令和6年版 下水道事業の手引き）において、緊急輸送路、重要物流道路及び代替・補完路に埋設されている管路は事業対象であることが記載されている。

注3 下水道総合地震対策事業（令和6年版 下水道事業の手引き）において、高齢者・障害者等要配慮者関連施設、感染症拠点病院、災害拠点病院、帰宅困難者一時滞在施設と終末処理場とを接続する管路は事業対象であることが記載されている。

耐震対策を実施する場合の優先順位は次の(1)～(6)の各項目を総合的に判断して決定する。

(1) 特に重要な幹線等

- ① 流域下水道の幹線管路
- ② ポンプ場及び処理場に直結する幹線管路
- ③ 相当広範囲の排水区を受け持つ吐き口に直結する幹線管路
- ④ 防災拠点や避難所、又は地域防災対策上必要と定めた施設等からの排水を受け持つ流末管路
- ⑤ 下水を流下収集させる機能面から見て、システムとして重要な管路

(2) 被災による二次災害の影響が特に大きい管路施設

- ① 主要道路（緊急輸送路等）に埋設されており、被害により道路の陥没やマンホールの突出により、緊急車両等の通行に支障をきたす可能性の高い管路施設
- ② 河川や軌道等を横断する管路で、地震被害により二次災害を誘発するおそれのある幹線管路及び復旧が極めて困難と予想される幹線管路。
- ③ 被害により地下水の汚染や公共用水域の汚染を引き起こす可能性の高い管路施設。特に水道水源に影響を与える管路施設。

(3) 布設年度の古い管路施設及び老朽化等により変状が生じている管路施設

布設年度が古い管路施設は、腐食や経年劣化により構造物の強度が低下している場合があり、地震発生により被害が生じやすいと考えられる。また、老朽化による管体の破損、クラックの発生、変形、継手のずれ、漏水、材料の劣化等が生じている箇所は、地震時に変状をきたす可能性が高い。さらに、過去に老朽化や地震による変状が発生した箇所では抜本的な対策が行われていない箇所では、大きな被害を生じる可能性が高い。

このような老朽管を対象とする場合には、下水道の長寿命化計画や施設管理計画など、他の下水道事業と連携して耐震・耐津波対策を行うことが必要となる。

(4) 地盤条件が悪く、大規模な被害を受けやすい箇所に布設されている管路施設

管路施設に生じる地震被害の形態や程度は、地形条件や地盤条件によって大きく異なる。一般に、管路施設に被害が発生しやすい地形や地盤は以下のとおりである。

1) 液状化地盤

過去の地震による管路施設の大規模な被害は、原地盤あるいは埋戻し土の液状化に起因するものが多いため、液状化の発生しやすい地域に布設されている管路施設は、被害を受ける可能性が高い。なお、周辺地盤の液状化対策は下水道事業者だけの対応では困難であり、他の埋設事業者や道路管理者などと連携して液状化対策を実施する必要がある。

2) 軟弱地盤

主に粘性土からなるきわめて軟弱な地盤や、平常時から地盤沈下が発生しているような地盤は、地震時に既設管路施設の被害が発生しやすい。特に、2003年十勝沖地震、2004年新潟県中越地震、2011年東北地方太平洋沖地震では、軟弱粘性土地盤において開削工法の埋戻し土が液状化し、道路の沈下やマンホールの突出等の被害が多く発生している。軟弱地

盤で地下水位が高く、埋戻し土が液状化する可能性が高い地域に布設されている管路施設は、被害を受ける可能性が高いので注意を要する。

3) 宅造地等の盛土地域

切土や盛土により造成された宅地造成地は、主に盛土部の沈下により、切土と盛土の境界部において被害が発生しやすい。また、斜面を造成した宅地では、盛土の滑りの発生や地盤の変形により管路施設に被害が発生する可能性が高い。

4) 急傾斜地

急傾斜地は地震動に起因して地滑りを起こすなどにより、下水道施設に被害が生じる可能性が高い。

5) 地形条件や地盤条件が急激に変化する部分

洪積地盤と沖積地盤の境界部、あるいは沖積層の厚さが急激に変化する部分など、地盤の急変部を横切るように管路施設が埋設されている箇所では、地盤のひずみが大きくなりやすく、下水道施設に被害が生じる可能性が高い。

6) 活断層が存在する地域

活断層の存在が予想される地域は、大規模な地震動にともなう断層変位により、多くの被害が発生する可能性が高い。

(5) 耐震診断の結果、耐震性能が特に低いと判断された管路施設

このような箇所では、管路施設に大規模な被害が生じる可能性が高い。

第2節 簡易診断

4.2.1 簡易診断

簡易診断は既存管路施設の耐震性能を定性的に評価し、それをもとに緊急に対策を要する路線を抽出して、耐震対策の優先順位を決定するために行う。

【解説】

管路施設における簡易診断は、地震時においても下水道施設として有すべき機能を維持できるか否かを確認するために実施することが基本であり、原則として全ての管路施設を対象とすることが望ましい。

簡易診断は既存の資料や現場調査等から耐震性能を把握し、定性的な診断を行うものである。なお、簡易診断で耐震性能があると判定された路線でも、詳細診断で耐震性能が不足すると判定されることもあるので注意する必要がある。

4.2.2 情報の収集

管路施設の簡易診断を行うためには、既存管路施設において以下のような情報を収集する。

- (1) 既存管路施設に関する情報
- (2) 土質及び地形に関する情報
- (3) 防災に関する情報
- (4) 利水状況に関する情報

【解説】

簡易診断は、原則として、既存情報をもとに管路施設への対策に優先順位を付けるための診断であることから、そのために必要となる情報の収集が重要である。一般に管路施設の簡易診断に必要なと思われる情報は以下に示すとおりである。特に、 $\phi 700\text{mm}$ 以下の管きよは、耐震計算を省略できる可能性があることから、その条件件を中心にして、既存管路施設の情報、土質及び地形に関する情報等の収集を行う必要がある。

(1) について

簡易診断に用いられる管路施設の情報は以下のとおりである。

- 1) 布設年度
- 2) 管径、管種、土被り
- 3) 施工方法（開削工法、推進工法、シールド工法、沈理工法、土留め材の残置の有無等）
- 4) マンホールの形状及び材質
- 5) マンホールと管きよとの接続部の構造（可とう継手の有無）
- 6) 基礎形状及び埋戻し材料

7) 管体の現在の状況（破損、変形、継手のずれ、材料の劣化等）

既存管路施設の情報は基本的に下水道台帳から得ることができる。下水道台帳で不足する情報がある場合には、竣工図等も参考にする。例えば、上記の5)、6)の項目は簡易診断にとっては重要であるが、下水道台帳のみではわからない項目であり、竣工図等からの情報収集が必要である。また、机上調査のみでは不明な点がある場合は、現地調査等により確認する。常時に変状が見られる箇所は地震時にも問題となることが多い。管体の現在の状況は、日常の維持管理履歴や補修・修繕履歴によるほか、必要に応じて現地調査を行い、その変状等を把握しておくことが望ましい。

(2) について

管路施設の簡易診断には地形の分類や土質データが必要である。簡易診断に必要な土質情報は、原則として既存の土質情報を利用する。管路施設を設計したときの土質データがあればそれを利用するが、それがない場合は近隣で施工された工事等の土質データを収集して利用する。

埋め立て地や造成地等は、広域的な周辺地盤の液状化が想定されることから、液状化の有無やその範囲等の情報を収集し、簡易診断の材料としてそれらを総合的に利用する必要がある。

(3) について

管路施設の重要度を判断するためには、地域防災計画に関する情報が必要である。避難所、学校、病院や医療施設など、防災拠点となりうる施設の位置を把握して、そこに通じる管路施設は重要な幹線等として位置づけ、対応することが必要となる。

また、避難通路及び災害時の緊急輸送路等の情報と液状化マップを重ね合わせて、液状化対策の必要な管路施設を選定する必要がある。

(4) について

水道の水源や農業用水等の当該地域の利水状況を把握することにより、管路施設が被害を受けた場合の二次災害の発生を防止すべき重要な管路施設を判定することができる。

4.2.3 簡易診断の実施方法

簡易診断は、管路施設の耐震性能を定性的に評価することを目的に、既存の資料や目視による調査、現場調査により実施する。

【解説】

簡易診断の段階では原則として耐震計算は行わない。

これまでの管路施設の被害事例等から、地震動による被害地盤の液状化による大規模な被害の発生等の可能性は、主に以下の項目に基づき評価することができる。

1) 変状の履歴

常時において変状等が生じている箇所及び過去に管路施設に変状が発生した箇所では、抜本的な対策が行われていない箇所では、地震時に大規模な被害を受ける可能性がある。したがって、現在の変状に加えて過去における変状の履歴を検討する。

2) 地形条件

過去の地震による管路施設の大規模な被害は、原地盤あるいは埋戻し土の液状化に起因するものが多く。したがって、液状化被害の可能性は、微地形区分に基づき検討する。

3) 地盤条件

これまでの被害事例から、周辺地盤が軟弱で地下水位が高い（概ね GL-3m 以浅）箇所、深くに埋設された管路（土被りで概ね GL-2m 以深）は、原地盤あるいは埋戻し土の液状化により大規模な被害が生じている。埋戻し土の液状化による被害は、次の条件全てに該当する場合に発生する可能性が高い。

- ① 地下水位が高い場合（GL-3m 以浅）
- ② 埋設深度が深い場合（管きよの土被りが GL-2m 以深、かつ地下水位以下）
- ③ 周辺地盤が軟弱な場合（緩い砂地盤で、概ね N 値 \leq 15、または、軟弱粘性土地盤で、概ね N 値 \leq 7）
- ④ 砂など液状化しやすい埋戻し材料を使用する場合

4) 構造条件

これまでの液状化による被害事例から、以下に示すような区間は、原地盤あるいは埋戻し土の液状化による管路施設の被害の可能性が低い。

- ① 埋戻し部の液状化対策（埋戻し土の固化や砕石等による埋戻し等）を実施している区間
- ② セメント系の改良土や石灰系の改良土により埋戻しを行っている区間
- ③ コンクリート基礎、鉄筋コンクリート基礎、ソイルセメント基礎を採用している区間
- ④ 推進工法やシールド工法等の非開削工法で施工された区間

5) 耐震設計事例の活用

管種、管径、施工方法、土質条件等々が耐震診断を行う管路施設と類似の耐震設計事例があれば、その結果を参照して評価する。

6) 可とう性継手等の確認

マンホールと管きよとの接続部に可とう継手等を使用して可とう性をもたせてあることを確認する。

例えば、レベル 1 地震動に対して、管路施設で耐震性能を照査すべき項目と部位は以下の 2 点である。

- ① 液状化の判定
- ② マンホールと管きよの接続部及び管きよと管きよの継手部

得られた土質情報や施設情報から液状化が発生しない地盤であることが確認でき、またマンホールと管きよとの接続部に可とう継手等を使用して可とう性をもたせてあることが確認できれば、耐震計算を行わなくても、耐震性能 1 は確保されているものと評価することができる。また、類似の耐震設計事例や管種や建設年度等により管きよと管きよの継手部の状況も推定できる場合があり、これにより耐震性能 1 の評価ができることもある。

なお、 $\phi 700\text{mm}$ 以下の管きよについては耐震検討を省略できる条件を確認し、それに適合していれば既存管路施設の耐震性能の評価は行わなくてもよい。

第3節 詳細診断

4.3.1 詳細診断

詳細診断は、簡易診断により定められた対策の優先順位にもとづき、定性的に評価された既存管路施設の耐震性能を定量的に評価するものである。その定量的な評価にあたっては、必要に応じて、詳細な土質調査や老朽度の調査などの追加調査を行う。

【解説】

表 4.3.1、表 4.3.2 に詳細診断で行うべき耐震性能の照査の基本を示す。対象となる施設の実状を十分に把握し、これらの表に示される適切な耐震計算を選定した上で、耐震性能を定量的に評価する。

耐震性能を定量的に評価するにあたっては、詳細な土質調査や老朽度の調査などの追加調査を必要に応じて行うことが望ましい。

4.3.2 情報の収集

管路施設の詳細診断を行うためには、以下のような情報を収集する。

- (1) 既存管路施設に関する情報
- (2) 土質及び地形に関する情報

【解説】

管路施設の詳細診断は、原則として既存情報をもとに行うため、関係する情報の収集が重要である。一般に管路施設の詳細診断に必要な情報を以下に示す。

(1) について

耐震診断に必要な管路施設情報は、4.2.2 (1) に示したものを参考とする。

(2) について

管路施設の詳細診断には地形分類や地盤の土質情報が必要である。詳細診断に必要な土質情報は、原則として既存の土質情報を利用する。管路施設の設計時に行った土質情報があればそれを利用するが、それが無い場合は近隣で施工された工事等の土質情報を収集して利用する。

土質情報の精度は耐震診断の的確性に大きく影響するため、詳細診断を行うにあたり既存の土質情報が無い場合や土質情報が不足する場合は、必要に応じて追加の土質調査を行うことが望ましい。

4.3.3 詳細診断の実施方法

詳細診断では、既存管路施設に関する情報を収集した上で、その設計条件を把握し、モデル化を適切に行い、新設管路施設と同等の照査方法を用いることを基本とする。また、必要に応じて、非線形解析や動的解析等によることができる。

【解説】

詳細診断を行う際には、新設管路施設に準じた照査を行うのが基本である。ただし、レベル2地震動に対して「重要な幹線等」の既設マンホールについては、浮き上がりの照査も行う。その際、既存管路施設は、腐食や経年劣化等によりその強度が低下している場合がある。老朽度調査等により残存耐力（ひび割れ幅、鉄筋の腐食、部材厚の減少等）の評価ができれば耐震診断に反映させる。

面整備区域等の枝線管きょは、土質条件、埋設条件、布設年度等が類似していれば、代表的な路線において耐震計算を行い、その計算結果に基づき面的に評価することも可能である。

なお、小口径管きょ（ $\phi 700\text{mm}$ 以下）については、老朽化等による施設の劣化がなく**第3章（参考3.1）小口径管の耐震計算の省略化**に記載した適用条件を満足すれば、耐震計算を行わなくても既存管路施設の耐震性能を評価できる。

また、現場打ち特殊マンホールやボックスカルバートは、目標とする耐震性能に応じて非線形解析を行うことや、地盤と構造物の相互作用を評価するための動的解析等を行うことも可能とする。

表4.3.1 耐震計算マトリックス表(1) (「重要な幹線等」の場合)

管路施設		a. マンホールと管きよの接続部		b. 管きよと管きよの継手部		c. 鉛直断面の強度		d. 管軸方向の強度		e. 傾斜地(傾斜地盤)	f. 地盤の硬軟急変化・急曲線等	g. 液状化の判定 (FL値)	h. 液状化地盤の場合 (FL値 ≤ 1.0)		
		(地震動による)		(地震動による)		耐力	応力度	管体ひずみ	応力度	拔出し量	拔出し量		(永久ひずみによる)		(地盤沈下による)
		屈曲角	拔出し量	屈曲角	拔出し量								拔出し量	屈曲角	
差し込み継手管きよ	① 遠心力鉄筋コンクリート管(開削用)	L12(+)	L12(+)	L12(+)	L12(+)	L12(+)	-	-	-	L2	L12(*)	L2	L2	L2	L2
	② 遠心力鉄筋コンクリート管(推進用)	L12(+)	L12(+)	L12(+)	L12(+)	L12(+)	-	-	-	L2	L12(*)	L2	L2	L2	L2
	③ 陶管(開削用)	L12(+)	L12(+)	L12(+)	L12(+)	L12(+)	-	-	-	L2	L12(*)	L2	L2	L2	L2
	④ 硬質塩化ビニル管(ゴム輪接合管路)	L12(+)	L12(+)	L12(+)	L12(+)	-	-	-	L12(+)	L2	L12(*)	L2	L2	L2	L2
	⑤ 強化プラスチック複合管	L12(+)	L12(+)	L12(+)	L12(+)	-	L12(+)(近似式)	-	-	L2	L12(*)	L2	L2	L2	L2
	⑥ ダクタイル鉄管(JSWAS G-1・G-2のⅡ類(自然流下用))	L12(+)	L12(+)	L12(+)	L12(+)	-	L12(+)(近似式)	-	-	L2	L12(*)	L2	L2	L2	L2
矩形管きよ	⑦ 現場打ちボックスカルバート	L12	L12	-	L12	-	L12(フレーム)	-	L12	-	L12(*)	L2	L2(*)	L2(*)	L2(*)
	⑧ 二次製品ボックスカルバート	L12	L12	-	L12	-	L12(フレーム)	-	L12	L2(縦締めなしは検討)	L12(*)	L2	L2(縦締めでは※)	L2(縦締めでは※)	L2(縦締めでは※)
	⑨ 開きよ	L12	L12	-	L12	-	L12(フレーム)	-	L12	L2(⑧に順ずる)	L12(*)	L2	L2(現場打ち式は※)	L2(現場打ち式は※)	L2(現場打ち式は※)
シールド管きよ	⑩ 鋼製セグメント	L12	L12	-	-	-	L12(フレーム)	-	L12	-	L12(*)	L12	L12(*)	L12(*)	L12(*)
	⑪ コンクリート系セグメント	L12	L12	-	-	-	L12(フレーム)	-	L12	-	L12(*)	L12	L12(*)	L12(*)	L12(*)
一体構造管きよ	⑫ 硬質塩化ビニル管(接着接合管路)	L12	L12	-	-	-	-	-	L12	-	-	L2	L2	-	L2
	⑬ ダクタイル鉄管(JSWAS G-1・G-2のⅠ類(圧送用))	-	-	L12	L12	-	-	-	L12	-	-	L2	-	-	-
	⑭ 鋼管	-	-	L12	L12	-	-	L12	L12	-	-	L2	-	-	-
	⑮ ポリエチレン管	-	-	-	-	-	-	-	L12	L12	-	-	L2	-	-

管路施設		i. 鉛直断面		j. 水平断面	k. 液状化の判定 (FL値)	l. 浮き上がり
		開口量	応力度	応力度		
マンホール	⑯ 現場打ち式(円形マンホール)	-	L12	L12	L2	L2(△)
	⑰ 現場打ち式(矩形マンホール)	-	L12	L12	L2	L2(△)
	⑱ 組立式(二次製品)	L12	L12	L12	L2	L2(△)

【凡例および注意点】

- L12: レベル1・レベル2共に検討する項目
- L2: レベル2を検討する項目
- : 耐震検討を必要としない項目
- ※: 検討方法が十分確立されていないため、必要に応じて動的解析法など他の方法を用いることが望ましい。
- + : 条件により耐震計算を簡略化できるもの(第4章4.2.1を参照)。
- * : 地盤の硬軟急変化部等、計算不要の場合もあるので本文解説を参照する。
- △: 埋戻し土や液状化対策の状況等により必要に応じて計算を行う。

既設の現場打ちの特殊マンホールやボックスカルバート等は処理場・ポンプ場施設の耐震性能照査を参照すること。

表4.3.2 耐震計算マトリックス表(2) (「その他の管」の場合)

管路施設		a. マンホールと管きよの接続部 (地震動による)		b. 管きよと管きよの継手部 (地震動による)		c. 鉛直断面の強度		d. 管軸方向の強度		e. 傾斜地(傾斜地盤) (永久ひずみによる)	f. 地盤の硬軟急変化・急曲線等	g. 液状化の判定 (FL値)	h. 液状化地盤の場合 (FL値≤1.0)		
													(永久ひずみによる)	(地盤沈下による)	
		屈曲角	拔出し量	屈曲角	拔出し量	耐力	応力度	管体ひずみ	応力度	拔出し量	拔出し量	拔出し量	屈曲角	拔出し量	
差し込み継手管きよ	① 遠心力鉄筋コンクリート管(開削用)	L1(+)	L1(+)	-	-	-	-	-	-	-	-	L1(#)	-	-	-
	② 遠心力鉄筋コンクリート管(推進用)	L1(+)	L1(+)	-	-	-	-	-	-	-	-	L1(#)	-	-	-
	③ 陶管(開削用)	L1(+)	L1(+)	-	-	-	-	-	-	-	-	L1(#)	-	-	-
	④ 硬質塩化ビニル管(ゴム輪接合管路)	L1(+)	L1(+)	L1(+)	L1(+)	-	-	-	-	-	-	L1(#)	-	-	-
	⑤ 強化プラスチック複合管	L1(+)	L1(+)	L1(+)	L1(+)	-	-	-	-	-	-	L1(#)	-	-	-
	⑥ ダクタイル鋳鉄管(JSWAS G-1・G-2のⅡ類(自然流下用))	L1(+)	L1(+)	-	-	-	-	-	-	-	-	L1(#)	-	-	-
矩形きよ	⑦ 現場打ちボックスカルバート	L1	L1	-	L1	-	-	-	-	-	-	L1(#)	-	-	-
	⑧ 二次製品ボックスカルバート	L1	L1	-	L1	-	-	-	-	-	-	L1(#)	-	-	-
	⑨ 開きよ	L1	L1	-	L1	-	-	-	-	-	-	L1(#)	-	-	-
シールド管きよ	⑩ 鋼製セグメント	L1	L1	-	-	-	-	-	-	-	-	L1(#)	-	-	-
	⑪ コンクリート系セグメント	L1	L1	-	-	-	-	-	-	-	-	L1(#)	-	-	-
一体構造管きよ	⑫ 硬質塩化ビニル管(接着接合管路)	L1	L1	-	-	-	-	-	-	-	-	L1(#)	-	-	-
	⑬ ダクタイル鋳鉄管(JSWAS G-1・G-2のⅠ類(圧送用))	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	L1(#)	-	-	-
	⑭ 鋼管	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	L1(#)	-	-	-
	⑮ ポリエチレン管	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	L1(#)	-	-	-

管路施設		i. 鉛直断面		j. 水平断面	k. 液状化の判定 (FL値)	l. 浮き上がり
		開口量	応力度	応力度		
マンホール	⑯ 現場打ち式(円形マンホール)	-	L1	L1	L1(#)	-
	⑰ 現場打ち式(矩形マンホール)	-	L1	L1	L1(#)	-
	⑱ 組立式(二次製品)	L1	L1	L1	L1(#)	-

【凡例および注意点】

- L1: レベル1を検討する項目
- : 耐震検討を必要としない項目
- +: 条件により耐震計算を簡略化できるもの(第4章4.2.1を参照)。
- #: 「g. 液状化の判定」の結果、液状化が発生すると判定される場合は、必要に応じて屈曲角及び拔出し量の計算を行う。

第4節 耐震対策（案）

4.4.1 既存管路施設の耐震対策

管路施設の耐震対策として、被害を出さないために管路、マンホール、取付管及び公共柵の既設構造物に対して事前に適切な防災対策を講じることが有効である。

【解説】

既設の管路、マンホール、取付管及び公共柵に対する防災対策（案）は以下のメニュー（案）がある。対策（案）を選定する際は、施設の重要度、現場条件、維持管理への影響等を十分に勘案し、安全かつ経済性に優れた工法を決定する。

表 4.4.1 防災対策（既設）の耐震対策メニュー（案）

【防災対策】（既設）

施設名称	対策メニュー（案）	対策の実施	備考
管路	マンホールと管きよの接続部の可とう継手	○	特に・その他重要な幹線
	埋戻し土の液状化対策	○	特に・その他重要な幹線
	更生工法	○	特に・その他重要な幹線
	布設替え	○	特に・その他重要な幹線
マンホール	マンホール浮上抑制対策	○	特に・その他重要な幹線※
	マンホールブロックのずれ対策	○	特に・その他重要な幹線
	更生工法	○	特に・その他重要な幹線
取付管	埋戻し土の液状化対策	○	特に・その他重要な幹線
公共柵	柵と取付管の接続部の可とう継手	○	特に・その他重要な幹線

※特に重要な幹線等、その他の重要な幹線等の路線のマンホールのうち、液状化の可能性があり、浮上判定を行い必要に応じて対策を講じる。

4.4.2 既存施設の耐震対策（案）の内容

管路施設の耐震対策（案）の内容は以下のとおりであり、被害に応じて適切な対策を選定する必要がある。

- (1) 可とう継手対策
- (2) 埋戻し土の液状化対策
- (3) 管路の更生工法
- (4) 布設替え対策
- (5) マンホール浮上抑制対策
- (6) マンホールブロックのずれ対策
- (7) マンホールの更生工法

【解説】

(1) 可とう継手対策

既設マンホールと管きよの接続部との間で可とう性を確保するための対策としては、以下のような 3 タイプの方法が開発されている。図 44.1 図 44.2 図 44.3 その概要図である。

① タイプⅠ

マンホールの側壁部を削孔して、ここに可とう性材料を巻き立てる方法であり、屈曲や抜け出し、突出しに対応できる緩衝材を設置するものである。

② タイプⅡ

既存管きよの管厚部を削孔して、ここを可とう性材料で置換する方法であり、管きよ更生工法と併用して使用されることが多い。マンホールの壁厚を考慮して屈曲や抜け出し、突出しに対応できる緩衝材を設置するものである。

③ タイプⅢ

本管のマンホール近傍に切込みを入れて止水リングを設けて対応する方法であり、ここに地震時の応力を集中させることで本管の管口部の損傷を防止するものである。この方法は屈曲や抜け出しに対応可能である。

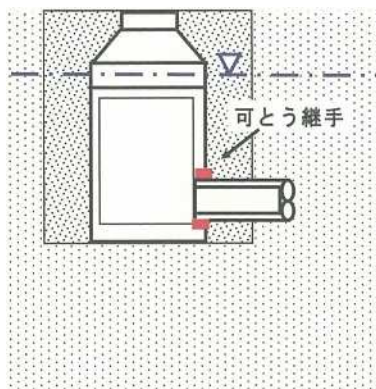


図 44.1 タイプⅠ

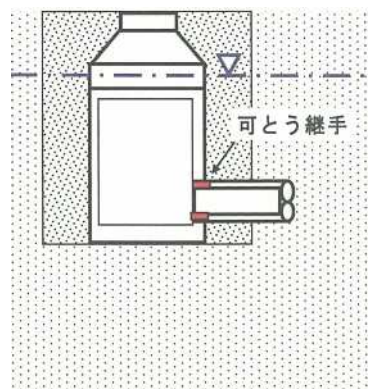


図 44.2 タイプⅡ

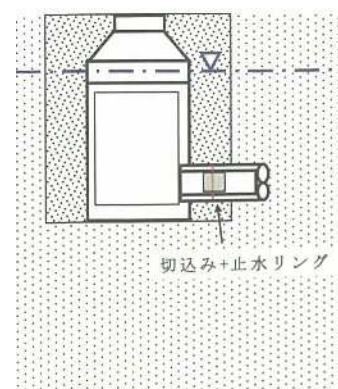


図 44.3 タイプⅢ

(2) 埋戻し土の液状化対策

3.1.3 (2) と同様の対策である。

(3) 管路の更生工法対策

更生工法は更生後の管構造の違いなどから、自立管、複合管および鞘管などに大別される。また、それらのうち、反転工法、形成工法、製管工法、さや管工法に小分類され、各工法の特徴については、次のとおりである。

a) 自立管

自立管は、更生材単独で自立できるだけの強度を発揮させ、新設管と同等以上の耐荷能力および耐久性を有するものである。施工方法上の分類として、工場または現場で樹脂等を配合し、既設管渠内部に硬化させる反転工法、形成工法がある。

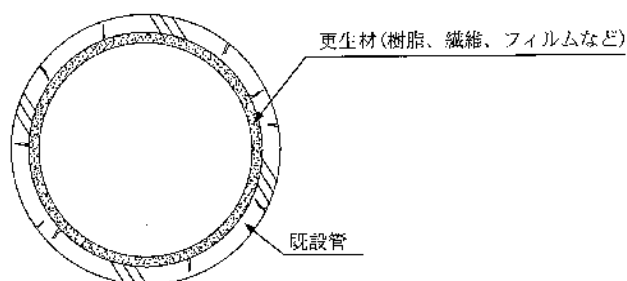
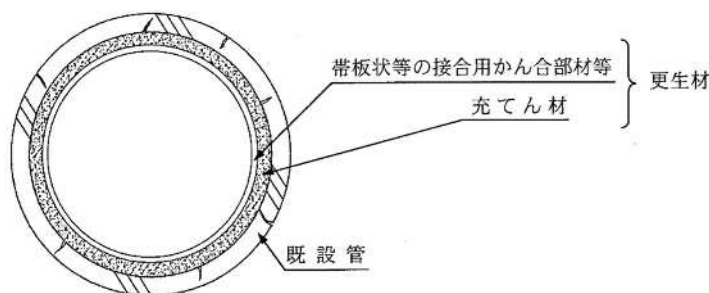


図 44.4 自立管の概要図

b) 複合管

複合管は、既設管渠と更生材が構造的に一体となって、新設管と同等以上の耐震能力および耐久性を有するものである。これには、製管材を既設管渠内部で製管し、既設管渠の間にモルタルなどの充填材を注入する製管工法がある。



充填材：製管工法で既設管内面と製管されたパイプ外面の空げき部に充てんする材料。

図 44.5 複合管の概要図

c) 二層構造管

二層構造管は、残存強度を有する既設管渠とその内側の樹脂等で二重構造を構築するものであり、施工法上の分類として、工場または現場で樹脂等を配合し、既設管渠内部に硬化させる反転工法、形成工法がある。

二層構造管は既設管が強度を保持し、外力として土圧のみに抵抗することができ、更生管は既設管渠内に水や土砂・木の根等の侵入を防ぐことを目的に水圧のみに抵抗するとし、これら各々が相互に外力に抵抗するものとする。

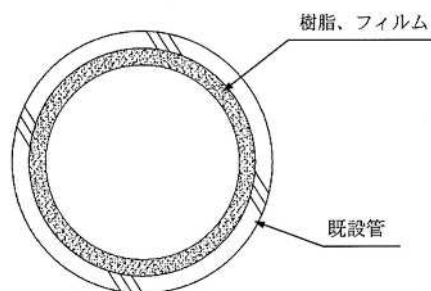


図 44.6 二層構造管の概要図

d) 反転工法

反転工法は、熱または光等で硬化する樹脂を含浸させた材料を既設のマンホールから既設管渠無いに反転加圧させながら挿入し、既設管渠内で加圧状態のまま樹脂が硬化することで管を構築するものである。反転挿入には、水圧または空気圧等によるものがあり、硬化方法も温水、蒸気、温水と蒸気の併用、光等がある。

ただし、目地ズレ、たるみ等を更生させるのではなく、あくまでも既設管の形状を維持する断面を更生することとなる。一般的に適用管径は $\phi 150\sim 2,100$ mm であり、施工可能延長は、管径、部材厚、施工条件等により異なるが、マンホール間 1 スパン (200 m まで) の延長である。

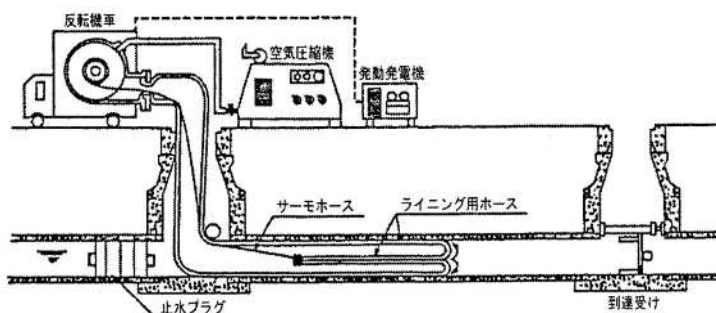


図 44.7 反転工法の概要図

e) 形成工法

形成工法は、熱硬化性樹脂を含浸させたライナーや熱可塑性樹脂ライナーを既設管渠内に引込み、水圧または空気圧等で拡張・圧着させた後に硬化させることで管を構築するものである。形成工法には、更生材を管内径まで加圧拡張したまま温水、蒸気、光等で既設管渠に圧着硬化または加圧拡張したまま冷却固化する工法がある。

ただし、目地ズレ、たるみ等を更生させるのではなく、あくまでも既設管の形状を維持する断面を更生することとなる。一般的に適用管径は $\phi 150\sim 1,500$ mm であり、施工可能延長は、管径、部材厚、施工条件等により異なるが、マンホール間 1 スパン (175 m まで) の延長である。

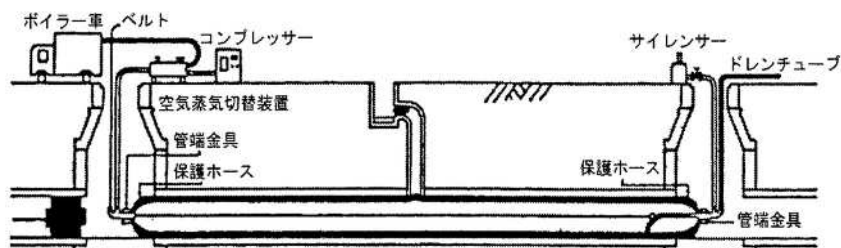


図 44.8 形成工法の概要図

f) 製管工法

製管工法は、既設管渠内に硬質塩化ビニル材等をかん合させながら製管し、既設管渠との間にモルタル充填することで管を構築するものである。流下量が少量であれば下水を流下させながらの施工が可能である。

多少の目地ズレなどは、更生管径がサイズダウンすることにより解消できるが、不陸、蛇行がある場合は、原則として既設管の形状どおり更生される。

一般的に適用管径は $\phi 250$ mm 以上であり、施工可能延長は、マンホール間 1 スパンが前提であるが、管径、施工条件等により異なる。

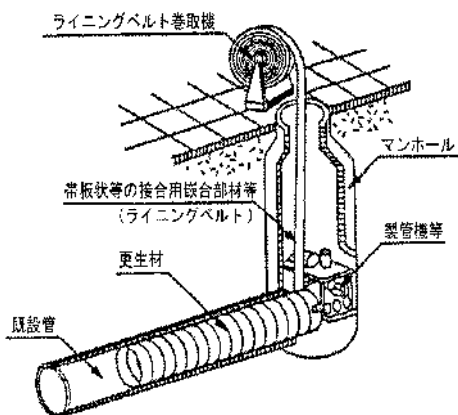


図 44.9 製管工法の概要図

g) さや管工法

さや管工法は、既設管渠より小さな管径で製作された管渠（新管）を牽引挿入し、間に充填材を注入することで管を構築するものである。更生管が工場製品であり、仕上がり後の信頼性が高い。断面形状が維持されており、物理的に管渠が挿入できる程度の破損であれば施工可能である。

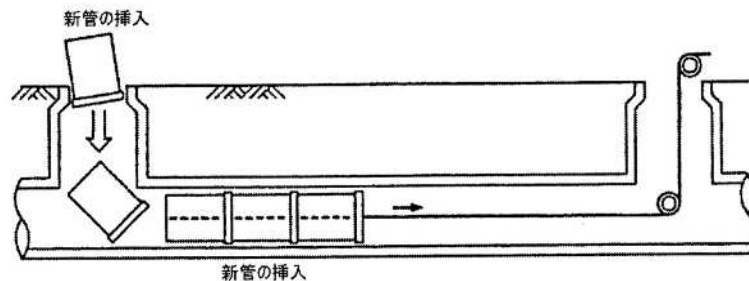


図 44.10 さや管工法の概要図

(4) 布設替え対策

被害状況や現場条件等により、非開削工法よりも布設替え対策の方が有効である場合は、布設替え対策を実施する。その際は、可とう継手の設置対策や埋戻し土の液状化対策も検討する。

(5) マンホール浮上抑制対策

3.1.3 (3) と同様の対策である。

ただし、平成 28 年度以降に施工された人孔については、本耐震指針が適用されており、液状化対策実施済みのため浮上判定は不要である。

平成 27 年以前に施工された人孔については、液状化対策未実施のため浮上判定が必要であり、浮上判定結果により対策要否を検討する。

なお、浮上判定式に用いる埋戻し土の材料は、それまでの埋戻し土の主流であった購入土（良質な砂）を用いることとする。

(6) マンホールブロックのずれ対策

近年の地震ではマンホールブロックのずれが生じて内部に土砂が堆積し流下機能を阻害するような被害が、ブロック間をモルタル接合したものや、ブロック接合部が平滑状になっている組立マンホールの継手形状で見られた。図 4.4.11 に示す例は、中越地震以降ずれ止め対策として改良されたものである。マンホールのブロックのずれ対策には、図 4.4.11 に示すような継手構造に布設替えする方法のほか、図 4.4.12 に示すような継手の補強やマンホールへの更生工法の適用等が考えられる。

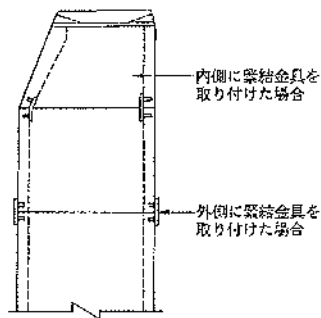


図 4.4.11 組立式マンホールの耐震対策の一例

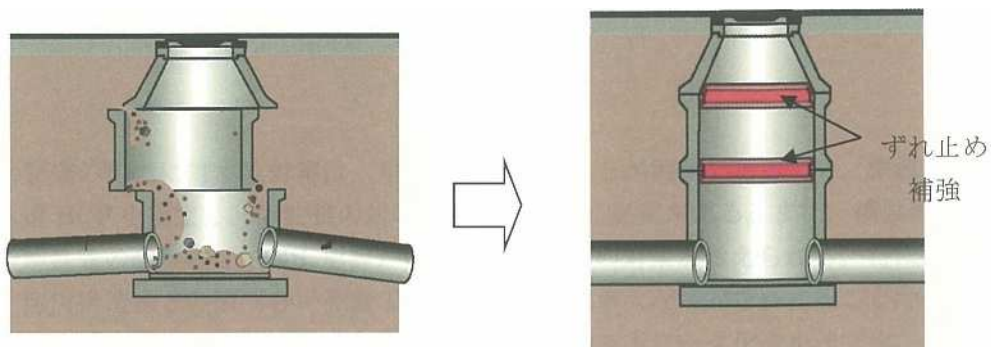


図 4.4.12 継手の補強例

(7) マンホールの更生工法

マンホールの更生工法は、工場製作の成型品をコンクリート躯体に固着させてコンクリートを被覆する工法である。

マンホール更生工法は、以下の 3 種類に大別される。

- ① 既設マンホールの形状に合わせて加工したライナー材に、耐食性樹脂を含浸させ、マンホール内に挿入して膨張させて貼り付ける反転工法
- ② 工場で耐食性樹脂を板状にしたものを貼り付けグラウト材を注入する成型板貼付け工法
- ③ マンホール内にセラミックタイルを貼り付けるタイル貼付工法

第 5 章

参 考 资 料

第5章 参考資料

第1節 耐震対策の比較検討

5.1.1 耐震対策の比較検討

管路施設の耐震対策（案）の各種工法の比較検討結果を示す。対策工法は、施設の重要度、現場条件、維持管理への影響等を十分に勘案し、安全かつ経済性に優れた工法を決定する。

【解説】

次ページに、管路施設の耐震対策（案）の比較検討結果を示す。

表 5.1.1 更生工法の比較検討結果

工法分類	設計条件	製管工法	反転工法	形成工法		製管工法
管の形成方法	—	嵌合製管	熱硬化	光硬化	熱形成	熱硬化
模式図	—					
概要	—	既設管内側に、帯状の塩化ビニル製のプロファイルを嵌合させて管渠を形成し、既設管とプロファイルの間に充填材を注入し、一体強固な複合管を構築する。 管の構造形式は複合管であるが、既設管が破損した状態でも強度審査に合格しており自立管扱いが可能である。	既設マンホールの上部に仮設材でタワーを組み、水頭差を利用してライニング材を反転挿入する。 含浸樹脂は速硬化タイプとノンステレンタイプの2種類がある。 反転工法のほか形成工法でも施工可能である。	更生材料は高強度で耐食性も兼ね備えた耐酸性ガラス繊維を補強材として使用し、紫外線照射により更生管を形成する。 本管用、取付管用、接続部用の3種類の機械を使い分けて使用する。	Ω型に折り畳んだ硬質塩化ビニル製パイプをドラムに巻き取ったものを既設管の片側のマンホールからパイプを供給し、もう一方のマンホールからウインチにて引き込む。挿入後は蒸気の加熱により形状記憶効果で円形復元し、空気圧により拡張、冷却を行う。	既設管きよ内で組み立てた鋼製リングに高密度ポリエチレン製のかん合部材と表面部材を組み込み、既設管きよとポリエチレン製部材との間に充填材を充填することにより、既設管きよを更生する工法である。更生管は、既設管きよと更生材が一体となった複合管である。
構造形式	—	複合管(試験審査により自立管扱いが可能)	自立管、二層構造管	自立管及び二層構造管	自立管、二層構造、ライニング	複合管
適用管径	—	φ 75~φ 2500	φ 200~800mm	φ 200~800mm φ 100~200mm(取付管)	φ 200~400mm(自立管)	φ 800~3000mm
適用管種	VU・HP・CIP SP・FRPM	HP、CP、VU、SP	HP、CP、SP、CIP	HP、CP、SP、CIP	HP、CP、VU、SP	HP
粗度係数	—	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010
管内の縮小度	—	約1ランクもしくは1ランク以内の管径ダウン (断面縮小しても総水量に対する流下能力は問題ない)	地質や土被り等の条件によって更生厚さが異なるため、内径の縮小率は一律ではないが、自立管の場合は、概ね1~2cm断面縮小する。	φ 200→φ 190以下、φ 250→φ 240mm以下 φ 300→φ 287mm以下	地質や土被り等の条件によって更生厚さが異なるため、内径の縮小率は一律ではないが、概ね1~3cm断面縮小する。	約1ランクもしくは1ランク以内の管径ダウン
施工可能延長	—	60m(元押し製管 φ 250~400) 100m(元押し製管 φ 450~2200) 200m(自走製管 φ 800~900) 300m(自走製管 φ 1000~1500) 500m(自走製管 φ 1650~4750)	115m (φ 200~800) 100m(φ 900~1500) 20m(φ 1600~2100)	100m(φ 200~800) 10m(取付管)	120m(φ 200~250) 100m (φ 300) 60m(φ 350~400)	制限なし
既設管内の水位条件	—	既設管径の30%かつ60cm以下 (流量1.0m/s程度まで)	滞留水深50mm	滞留水深の制限なし	滞留水深50mm	管きよ内径の15%の水深以下
既設管の施工可否	管閉塞	閉塞部分を除去すれば可能	閉塞部分を除去すれば可能	閉塞部分を除去すれば可能	閉塞部分を除去すれば可能	閉塞部分を除去すれば可能
	管欠落	局所的な欠落であれば可	局所的な欠落であれば可	局所的な欠落であれば可	管周の1/4以下であれば可	部分的な管欠落であれば可
	管クラック	可	可	可	可	可
	段差	既設管径の10%までの段差であれば可	30mm	20mm	既設管径の10%までの段差であれば可	20mm
	腐食	可	可	可	可	可
	曲がり	5°	10°	10°	10°	12°
	浸入水	圧力水でなければ可	水圧0.05Mpa, 流量2ℓ/m3	水圧0.05Mpa, 流量2ℓ/m3	圧力水でなければ可	水圧0.1Mpa
	取付突き出し	事前処理すれば可	同左	同左	事前処理すれば可	同左
継手部隙間	120mmまで可	120mmまで可	100mmまで可	50mmまで可	200mmまで可	
耐震性能	—	耐震性能:有り(実験により証明) 審査証明:2024年3月 耐震設計マニュアル:有り	耐震性能:あり 審査証明:2024年3月 耐震指針で定めた荷重値による強度特性試験を実施	耐震性能:あり 審査証明:2024年3月 耐震指針で定めた荷重値による強度特性試験を実施	耐震性能:有り(実験により証明) 審査証明:2024年3月 耐震設計マニュアル:有り	耐震性能:有り(実験により証明) 審査証明:2024年3月 耐震設計マニュアル:有り
取付管対応条件	—	内部削孔機で開ける。	内部削孔機で開ける。 (本管、取付管の一体施工が可能)	内部削孔機で開ける。	内部削孔機で開ける。	内部削孔機で開ける。
施工ヤードの大きさ	—	製管時:幅3m×20m程度 裏込め時:幅3m×36m程度	標準で4tトラック6台	2.5~3.0m×15~20m	挿入側:幅2.5m×長15~25m 引込側:幅2.5m×長10~20m	製管時:2.5m×20m モルタル注入時:2.5×25m
問い合わせ先	—	日本SPR工法協会、他	C-ONE工法協会、3SICP技術協会、他	光硬化工法協会、J-TEX工法協会 他	日本SPR工法協会、EX・ダンビー協会、SDライナー工法協会 他	パルテム技術協会、EX・ダンビー協会、3SICP技術協会、他
特徴	—	・小口径から中大口径まで適用可能である。 ・供用中の施工が可能である。	・小口径から中大口径まで適用可能である。 ・供用中の施工が可能である。	・小口径のみ適用可能である。 ・供用中の施工が可能である。	・小口径のみ適用可能である。 ・供用中の施工が可能である。	・中大口径のみ適用可能である。 ・供用中の施工が可能である。

表 5.1.2 可とう継手の比較検討結果

項目	耐震一発くん	既設管耐震改良工法(TTJ)	既設人孔耐震化工法(かぶり君)	サンタックキャップU-FD型	スペーサージョイントDR	マグマロック工法mini	マグマロック工法
概要図							
工法概要	<p>人孔内面に切断機を設置し、人孔壁内の既設管を切削後、人孔壁間隙に弾性潤滑エポキシ樹脂、耐震ゴムリング等からなる耐震継手を設置する。 管路と人孔の接続部に使用する耐震継手は、レベル2地震動に対応する伸縮性・屈曲性を備えた継手を使用する。</p>	<p>人孔内面にチェーンソー式切断機を設置し、既設管外周部人孔壁を切削後、人孔壁間隙にゴムおよび鋼製スリーブからなる耐震継手を設置する。 管路と人孔の接続部に使用する耐震継手は、レベル2地震動に対応する伸縮性・屈曲性を備えた継手を使用する。</p>	<p>人孔内面に切断機を設置し、既設管外周部人孔壁を切削後、人孔壁間隙にポリウレタン系弾性シーリング材を充填し接続部を弾性構造に仕上げる。 管路と人孔の接続部に使用する耐震継手は、レベル2地震動に対応する伸縮性・屈曲性を備えた継手を使用する。</p>	<p>人孔内面に切断機を設置し、既設管外周部人孔壁を切削後、人孔壁間隙にゴムおよび鋼製円筒からなる耐震継手を設置する。 管路と人孔の接続部に使用する耐震継手は、レベル2地震動に対応する伸縮性・屈曲性を備えた継手を使用する。</p>	<p>人孔内面に切断機を設置し、既設管外周部人孔壁を切削後、人孔壁間隙にゴムおよび鋼製円筒からなる耐震継手を設置する。 管路と人孔の接続部に使用する耐震継手は、レベル2地震動に対応する伸縮性・屈曲性を備えた継手を使用する。</p>	<p>既設管渠内に一定の切り込みを入れ水密性、フレキシブル性、耐震性を有したステンレスとゴムからなる耐震継手を設置する。 耐震継手は、レベル2地震動に対応する伸縮性・屈曲性を備えた継手を使用する。</p>	同左
施工手順	<ol style="list-style-type: none"> ①事前調査工 ②水替工 ③インパット壊し工 ④止水工 ⑤切削工 ⑥可とう継手設置工 ⑦インパット復旧工 	同左	同左	同左	同左	<ol style="list-style-type: none"> ①事前調査工 ②準備工 ③誘導目地の設置、確認 ④目地充填工 ⑤設置工 	<ol style="list-style-type: none"> ①準備工 ②足場の設置 ③事前処理工 ④仮設台の設置 ⑤施工装置の搬入 ⑥仮設台の撤去 ⑦設置工
適用管種	鉄筋コンクリート管・塩ビ管・陶管	鉄筋コンクリート管・陶管	鉄筋コンクリート管・塩ビ管・陶管	鉄筋コンクリート管・塩ビ管(陶管)	鉄筋コンクリート管・塩ビ管・レジン管(陶管)	鉄筋コンクリート管・塩ビ管・陶管	鉄筋コンクリート管・鋼管・ダクタイル管・FRPM管
適用管径	φ200~400 mm	φ150~400 mm	φ200~700 mm	φ150~600 mm(塩ビ管) φ200~800 mm(推進管)	φ150~450 mm(塩ビ管) φ200~800 mm(推進管)	φ200~700 mm	φ800~3000 mm
屈曲角	5°(1°突出し時)	1°	1°	15°	1°	0.9°	0.8°
管軸方向の変位	100mm(40mm突出し時)	±40 mm	±40 mm	±60 mm	±60 mm	±30 mm	±37 mm
問い合わせ先	下水道既設管路耐震技術協会	帝国ヒューム管東日本株式会社	下水道既設管路耐震技術協会	早川ゴム株式会社	株式会社サンリツ	日本スナップロック協会	日本スナップロック協会
特徴	<ul style="list-style-type: none"> ・耐震基準レベル2に適合 ・比較案中、最も安価である。 	<ul style="list-style-type: none"> ・耐震基準レベル2に適合 	<ul style="list-style-type: none"> ・耐震基準レベル2に適合 ・φ200~φ700までの管径に対応可能である。 	<ul style="list-style-type: none"> ・耐震基準レベル2に適合 ・屈曲角度の許容値が15°と他案より大きい。 	<ul style="list-style-type: none"> ・耐震基準レベル2に適合 ・φ200~φ800までの管径に対応可能である。 	<ul style="list-style-type: none"> ・耐震基準レベル2に適合 ・φ250~φ700までの管径に対応可能である。 	<ul style="list-style-type: none"> ・耐震基準レベル2に適合 ・中大口径管に適用可能である。

表 5.1.3 可とう支管の比較検討結果

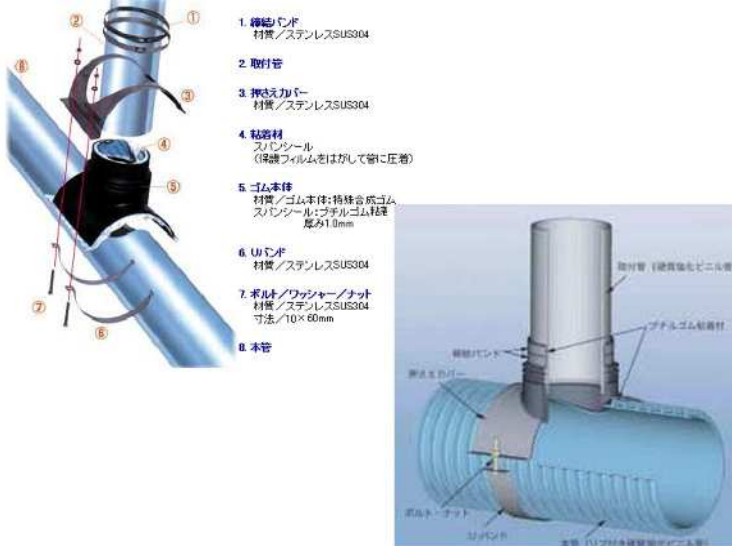
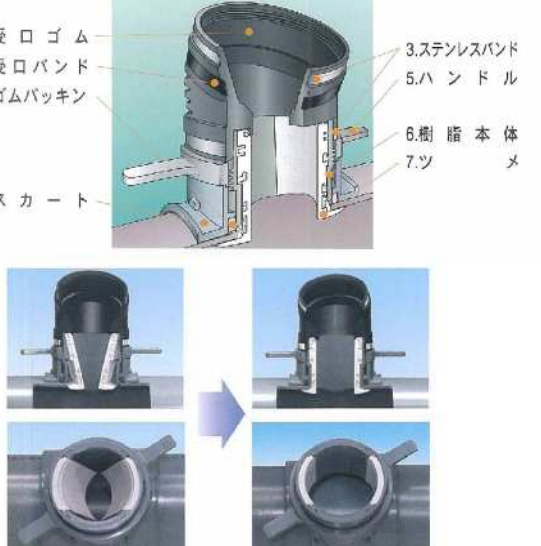

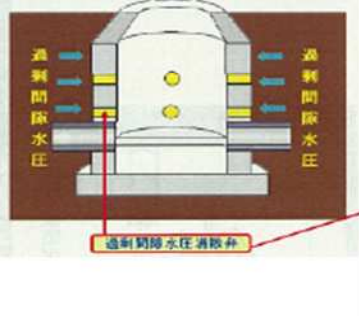

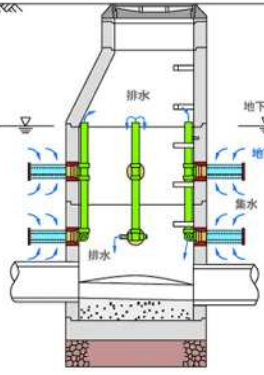

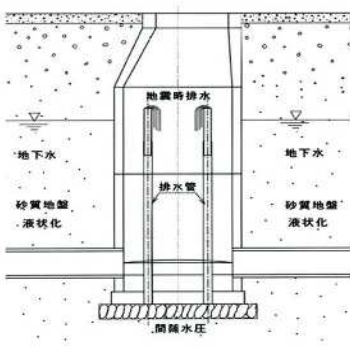
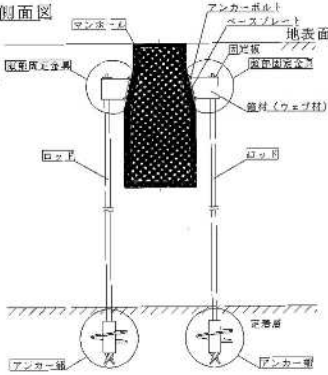
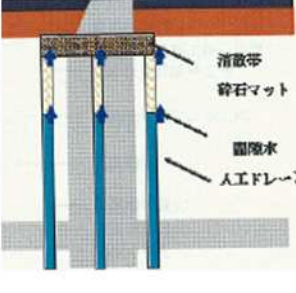
項 目	サンタック支管	メカロック支管	QE(クイックイージー)支管(Kタイプ)
概要図	 <p>1. 締結カバー 材質/ステンレスSUS304</p> <p>2. 取付管</p> <p>3. 押さえカバー 材質/ステンレスSUS304</p> <p>4. 粘着材 シリコン系 (保護フィルムをはがして密に圧着)</p> <p>5. ゴム本体 材質/ゴム本体: 特殊合成ゴム シリコン系/シリコン系 厚み1.5mm</p> <p>6. 止りバンド 材質/ステンレスSUS304</p> <p>7. ボルト/ワッシャー/ナット 材質/ステンレスSUS304 寸法/10×60mm</p> <p>8. 本管</p>	 <p>1. 受口ゴム</p> <p>2. 受口バンド</p> <p>3. ステンレスバンド</p> <p>4. ゴムパッキン</p> <p>5. ハンドル</p> <p>6. 樹脂本体</p> <p>7. ツメ</p> <p>8. スカート</p>	
工法概要	<p>本管と取付け管の接続部に使用するもので、可とう性と止水性を有し、接着剤を使用せずに現場で容易にかつ短時間で取付けられ、取付け後すぐに埋戻し作業が可能な支管であり、耐震性および止水性を有した支管である。</p>	<p>可とう性、伸縮性が高く、地震などの地盤変動を吸収し、かつ屈曲変位15°・本管偏平5%の状態を外水圧及び内水圧ともに0.1MPaが負荷されても漏水が発生せず水密性にも優れた支管である。</p>	<p>受口に±15°可とう性、±30mmの伸縮性があり、地盤変動に柔軟に追従し、かつ変性シリコン系充填材の使用により一体構造となるため、確実な水密性を確保可能な支管である。</p>
施工手順	<p>下水道管渠の本管と取付管の接続に用いられるゴム製の止水可とうの支管であり、ゴム本体をステンレス製カバーとバンドで本管穿孔部へ取り付ける。</p>	<p>本管のせん孔・清掃を行った後にメカロック支管をせん孔位置に合わせてセットし、ハンドルを一回転半させてツメをセットしてストッパー位置まで締め込み取付管の受口ゴムに差込みステンレスバンドを十分に締め付ける。</p>	<p>本管をせん孔し、充填材をシールリングのパイプ当り面に沿って塗布し接合部をウエスで拭いた後に、仮置時にマーキングしたポイントに取付け支管本体を固定ツメ側からセットし、ハンドルを起こして回転させて締め付けて設置する。</p>
適用管種	塩ビ管、ヒューム管、陶管、ハイセラミック管、リブ管	塩ビ管、陶管、ヒューム管	塩ビ管、リブ管
適用管径	本管×取付管 150×100、200×100、250×100、300×100 200×150、250×150、300×150、350×150	本管×取付管 150×100、200×100、200×150、250×150、300×150	本管×取付管 150×100、200×100、200×150、250×150、300×150
流入角度	90°	60°、90°	90°
管軸方向の変位	拔出し量90mmまで許容可能	取付管軸方向の変位量+30mm、-25mmの伸縮量を有する	取付管軸方向の変位量+30mm、-30mmの伸縮量を有する
屈曲角度	20°	15°	15°
実績	古河市、石下町、八郷町、東海村等	市原市、市川市、船橋市、松戸市、木更津市等	木更津市、古河市、坂東市、行方市、小美玉市、五霞町、城里町等
問い合わせ先	早川ゴム株式会社	株式会社サンリツ	アロン化成株式会社
特徴	<ul style="list-style-type: none"> 本管および取付管径の組合せの種類が豊富である。 僅かであるが、他案と同様か安価である。 屈曲角度の許容値が他案より大きい。 	<ul style="list-style-type: none"> 本管と取付管の接続角度90°タイプと60°タイプがある。 屈曲角度および伸縮量の許容値がサンタック支管より小さい。 千葉県内に実績がある。 	<ul style="list-style-type: none"> 屈曲角度および伸縮量の許容値がサンタック支管より小さい。 千葉県内に実績がある。

表 5.1.4 マンホール浮上防止対策の比較検討結果 (1/2)

項目	ハットリング工法 (重量化タイプ)	浮上防止型コネクホール (重量化タイプ)	アンチ・フロートリング (重量化タイプ)	フランジ工法 (重量化タイプ)	アンチ・フロート底版 (重量化タイプ)	インナーウェイト工法 (重量化タイプ)
模式図						
概要	<p>新設あるいは既設マンホールの周囲を掘削し、マンホールの外側にリング状のコンクリートブロックを設置し、さらにその上部は碎石にて埋め戻し重量増加を図る。 ただし、常時はマンホールにその荷重は作用しない構造となっており、水平方向の慣性力も増大することは無い。</p>	<p>底版部に特殊底版を設けることで地盤の液状化によるマンホールの浮き上がりを抑制する。特殊底版に設けた開口には、液状化の際に発生する底版下からの気泡や過剰間隙水圧を逃がす効果がある。</p>	<p>マンホールの外周部にコンクリート製リングを設置し、緊結プレートにより、リングとマンホールを一体化した構造で、リングの自重およびリングの上面の碎石埋戻し土により、液状化で生じるマンホールの浮上を抑制する。</p>	<p>マンホール外周部に凸形状の部材を設け、浮上抵抗の増加と同時にフランジに重量体金枠を設けた内部に重量体を充填し、対策マンホールに作用する揚圧力とつり合わせ、液状化による浮上防止を図る。</p>	<p>底版を張り出すことにより、張出部に上載土が載荷し浮力に抵抗する。また、底版張出し分の重量が増加し浮力に抵抗することに加え、テーパ形状によるクサビ作用により周辺地盤の変形を抑え液状化を抑制する。</p>	<p>マンホールを重量化するという簡単な原理であり、マンホールの見掛け比重を液状化地盤の単位体積重量にほぼ等しくなるように重量化する方法である。また、重量化に用いるウェイトは、耐酸・耐アルカリの防食塗装を施した鑄鉄製（ねずみ鑄鉄、比重7.5）の小板（インナーブロック）を使用する。</p>
適用範囲	0号～3号円形人孔	0号～2号円形人孔	0号～3号	0号～5号円形人孔	0号～2号円形人孔	1号～4号円形人孔
新設・既設への適用性	新設：可、既設：可	新設：可、既設：不可	新設：不可、既設：可	新設：可、既設：可	新設：可、既設：不可	新設：可、既設：可
施工方法	人孔外周を掘削し固定バンドを設置後、浮上抑制ブロックを人孔に据付て土砂流入防止材・ネットを設置して碎石を埋め戻して構築する。路上掘削を必要とする。	底版部の材料が変わるのみで、通常のマンホールと同じ施工方法である。路上掘削を必要とする。	マンホール周辺を所定の位置まで掘削し、アンチフロートリングを吊降ろし据付け、緊結プレートおよびボルトによりマンホール本体に取り付け、碎石により埋戻し十分に転圧して施工する。路上掘削を必要とする。	人孔外周を掘削し、マンホール外周部に凸形状の部材を設け、フランジに金枠を取付けてその内部に重量体及び碎石を充填して、最後にシートを設置し埋め戻して構築する。路上掘削を必要とする。	底版部の材料が変わるのみで、通常の新設マンホールと同じ施工方法である。路上掘削を必要とする。	マンホールの内壁面にインナーブロックを設置する。また、設置部は背面の隙間に裏込め材（セメント系固化材）を充填して固定させる。路上掘削を必要としない。
施工時の水理条件	施工時、通水可能である。	— (既設への適用不可)	施工時、通水可能である。	施工時、通水可能である。	— (既設への適用不可)	施工時、通水可能である。 ただし、インパート部の設置の際は水替えが必要となる。
問い合わせ先	ハットリング工法協会	全国コネクホール工業会	ベルテクス株式会社	株式会社菅工業	ベルテクス株式会社	浮上防止マンホール工業会
対応区分	新設：○、既設：○	新設：○、既設：×	新設：○、既設：○	新設：○、既設：○	新設：○、既設：×	新設：○、既設：○
特徴	<ul style="list-style-type: none"> ・新設・既設ともに適用可能である。 ・重量増加により浮上を抑制できる。 ・特殊な技術や資機材を必要としない。 ・施工時に通水可能である。 ・掘削深度が浅い範囲で施工可能。 	<ul style="list-style-type: none"> ・新設人孔のみの適用である。 ・重量増加により浮上を抑制できる。 ・既設からの取替は、水替えが必要。 ・従来の掘削幅で施工可能である。 	<ul style="list-style-type: none"> ・既設人孔のみの適用である。 ・重量増加により浮上を抑制できる。 ・特殊な技術や資機材が必要なし。 ・施工時に通水可能な工法である。 ・掘削深度が浅い範囲で施工可能。 	<ul style="list-style-type: none"> ・新設・既設ともに適用可能である。 ・重量体金枠により浮上を抑制する。 ・特殊な技術や資機材が必要なし。 ・施工時に通水可能な工法である。 ・掘削深度が浅い範囲で施工可能。 ・0号～5号人孔に適用可能である。 	<ul style="list-style-type: none"> ・新設人孔のみの適用である。 ・重量増加により浮上を抑制できる。 ・既設からの取替は、水替えが必要。 ・従来の掘削幅で施工可能である。 	<ul style="list-style-type: none"> ・新設・既設ともに適用可能である。 ・重量増加により浮上を抑制できる。 ・施工時に通水可能である。 ・掘削をせずに施工可能である。
備考	<ul style="list-style-type: none"> ・検証実験 東京電気大学 理工学部・建設環境工学科 安田教授研究室で1/10モデルにて検証実験が行われ、有効であることが確認されている。 	<ul style="list-style-type: none"> ・国土交通省NETIS(新技術情報システム)に登録 NETIS登録番号:KT-090045 ・浮き上がり抑制効果の1/10縮尺モデルによる確認実験を実施済み。 	<ul style="list-style-type: none"> ・国土交通省NETIS(新技術情報システム)に登録 NETIS登録番号:KT-100093-A 	<ul style="list-style-type: none"> ・下水道新技術推進機構と共同研究 新技術研究成果証明書を取得している。 	<ul style="list-style-type: none"> ・社内模型実験(揺動実験)により液状化による浮上抑制効果を確認済み。 	<ul style="list-style-type: none"> ・社内模型実験(揺動実験)により液状化による浮上抑制効果を確認済み。

表 5.1.5 マンホール浮上防止対策の比較検討結果 (2/2)

項目	フロートレス工法 (過剰間隙水圧消散タイプ)	安心マンホール工法 (過剰間隙水圧消散タイプ)	WIDEセフティパイプ工法 (過剰間隙水圧消散タイプ)	FCプレホール (過剰間隙水圧消散タイプ)	アドホール工法(ロータス機能) (過剰間隙水圧消散タイプ)	アンカーウイング工法 (アンカータイプ)	アースドレーン工法 (過剰間隙水圧消散タイプ)
模式図							
概要	地震によって過剰間隙水圧が生じた場合に、過剰間隙水圧消散弁により瞬時にマンホール内に地下水を導き、水圧を消散することで液状化を軽減し、マンホール浮上を抑制する。 また、消散弁には、メッシュを装備しており、土砂等がマンホール内に入るのを防止する。	マンホール底部に2箇所程度の穴を削孔し、バルブ付ろ過器を設置して誘導管を地下水位より高い位置まで立ち上げ、過剰間隙水圧をマンホール内部に逃がすドレーン機能を持ち、躯体を起振機により振動させて近傍地盤を締め固め、周面摩擦力を増強する機能を併せ持つことでマンホール浮上を抑制する。	集水管により地震時にマンホール周辺に発生した過剰間隙水圧を消散し、マンホール内部に排水する。 その結果、液状化によるマンホール周辺の摩擦低下を抑制することにより、マンホールの浮上を抑制する。	高強度で透水性に優れたポリプロピレンフィルターを使用したドレーンをマンホール側面に配置することで、過剰間隙水圧を低減してマンホールの浮上を抑制する。	液状化による過剰間隙水圧を利用し、排水管からマンホール内に地下水を引き込み、マンホール内に溜まった水の重みによって、マンホールを安定させ浮上を防止する。	地盤の定着層へアンカー部を回転貫入により打設し、ロッド・頭部固定金具を介してマンホールの浮上を物理的に拘束する工法である。	透水性の高い人工ドレーン材(φ100mmポリプロピレン樹脂製)を地盤穿孔装置(ドレーンノッカー)にて埋設し、地震により発生する液状化現象の原因である過剰間隙水圧を速やかに消散させ、地盤の液状化を防ぎマンホールの浮上を抑制する。
適用範囲	人孔種別に関わらずほぼ適用可能 (90×60cm矩形人孔のみ不可)	1号人孔	1号～5号人孔	0号～5号円形人孔	0号～5号円形人孔 (4・5号は実績なし)	0号～5号円形人孔	人孔種別に関わらず適用可能
新設・既設への適用性	新設:不可、既設:可	新設:可、既設:可	新設:可、既設:可	新設:可、既設:不可	新設:可、既設:不可	新設:可、既設:可	新設:可、既設:可
施工方法	専用の削孔機をマンホールの所定の位置に設置し、削孔する。マンホール壁を少し残した状態で、コアを除去する。 消散弁を削孔した孔に挿入し、マンホール壁面を貫通するまで圧入して、弁と削孔部との空隙部を充填・仕上げする。路上掘削を必要としない。	ろ過設置位置を決定後に底部削孔を行い、さや管を設置する。ろ過器設置のため底部削孔を行い、延長ロッドにろ過器を接続しマンホール底版下の基礎砕石上部まで圧入する。その後、誘導管を設置する。最後に、起振機を人孔に固定し、近傍地盤を締め固める。	マンホール内の側壁部に削孔位置をマーキングし、未貫通孔を作成した後、止水ゴム及び止水リング、集水管を取り付けて掘削を行い、誘導パイプと逆止弁を取り付け構築する。	底版部まで掘削し、従来の組立マンホール本体にドレーン接続箇所を削孔し、ドレーンを接続する。また、人孔内部に水位調整部材を設置する。路上掘削を必要とする。	マンホールの底版部に排水孔を設けて、液状化による水圧変化に対して、排水孔からマンホール内に地下水を導くためのドレーンパイプを人孔内に設置する。	ロッドを付帯したアンカー部を専用の施工機械によって地盤中に回転貫入させ、地震時の液状化に対して安定な定着層に設置する。路上掘削を必要とする。	人工ドレーン内部に装着したコンパクトな地盤穿孔装置(ノッカー)によって先端から高圧力水と圧縮空気を噴出し、人工ドレーンを振動、打撃して、地中構造物の周囲に直接埋設し構築する。路上掘削を必要とする。
施工時の水理条件	施工時、通水可能である。	施工時、通水可能である。	施工時は、止水を行う必要がある。	— (既設への適用不可)	— (既設への適用不可)	施工時、通水可能である。	施工時、通水可能である。
問い合わせ先	下水道既設管路耐震技術協会	安心マンホール工法協会	WIDEセフティパイプ工法協会	全国プレホール工業会	中川ヒューム管工業	千代田工営株式会社	アースドレーン工法協会
	新設:×、既設:○	新設:○、既設:○	新設:○、既設:○	新設:○、既設:×	新設:○、既設:×	新設:○、既設:○	新設:○、既設:○
特徴	・非開削で消散弁設置の施工が可能。 ・消散弁により過剰間隙水圧を消散し、マンホールの浮上を抑制できる。 ・メッシュを設置しているが、消散弁に土砂の目詰りが懸念される。	・新設・既設ともに適用可能である。 ・ドレーン機能より、過剰間隙水圧を低減し、マンホールの浮上を抑制する。 ・ドレーンに土砂の目詰りが懸念される。	・新設・既設ともに適用可能である。 ・集水管により過剰間隙水圧を消散し、マンホールの浮上を抑制する。 ・既設適用の場合、マンホール周辺の掘削を必要としない。 ・集水管に土砂の目詰りが懸念される。	・新設のみに適用可能である。 ・ドレーンにより過剰間隙水圧を低減し、マンホールの浮上を抑制する。 ・水位調整部材より、常時はマンホール本体内に間隙水が流入しない。 ・ドレーンに土砂の目詰りが懸念される。	・新設のみに適用可能である。 ・人孔の底版部に排水孔を設けることで、水圧変化に伴い地下水を導き、人孔に作用する浮力を打ち消す。 ・ドレーンパイプに土砂の目詰りが懸念される。	・定着層の深層までアンカーを寝入れするため、マンホールの浮上防止効果が確実である。 ・低振動・低騒音の施工が可能である。 ・工事費が高価である。	・ドレーンにより過剰間隙水圧を消散させるため、マンホールの浮上を抑制できる。 ・地下埋設物事前調査が必要である。 ・ドレーンに土砂の目詰りが懸念される。
備考	下水道新技術推進機構認定の建設技術審査証明書を取得している。	下水道新技術推進機構認定の建設技術審査証明書を取得している。	下水道新技術推進機構認定の新技術研究成果証明書を取得している。			下水道新技術推進機構認定の新技術研究成果証明書を取得している。	下水道新技術推進機構認定の建設技術審査証明書を取得している。

第2節 耐震対策の事業フロー（案）

5.2.1 耐震対策の事業フロー（案）

耐震対策事業を行うための事業の手順案をフローとして示す。なお、耐震対策事業は既設管と新設管で異なるため、それぞれの事業フロー（案）を示す。

【解説】

次表に、既設管及び新設管における耐震対策の事業フロー（案）を示す。

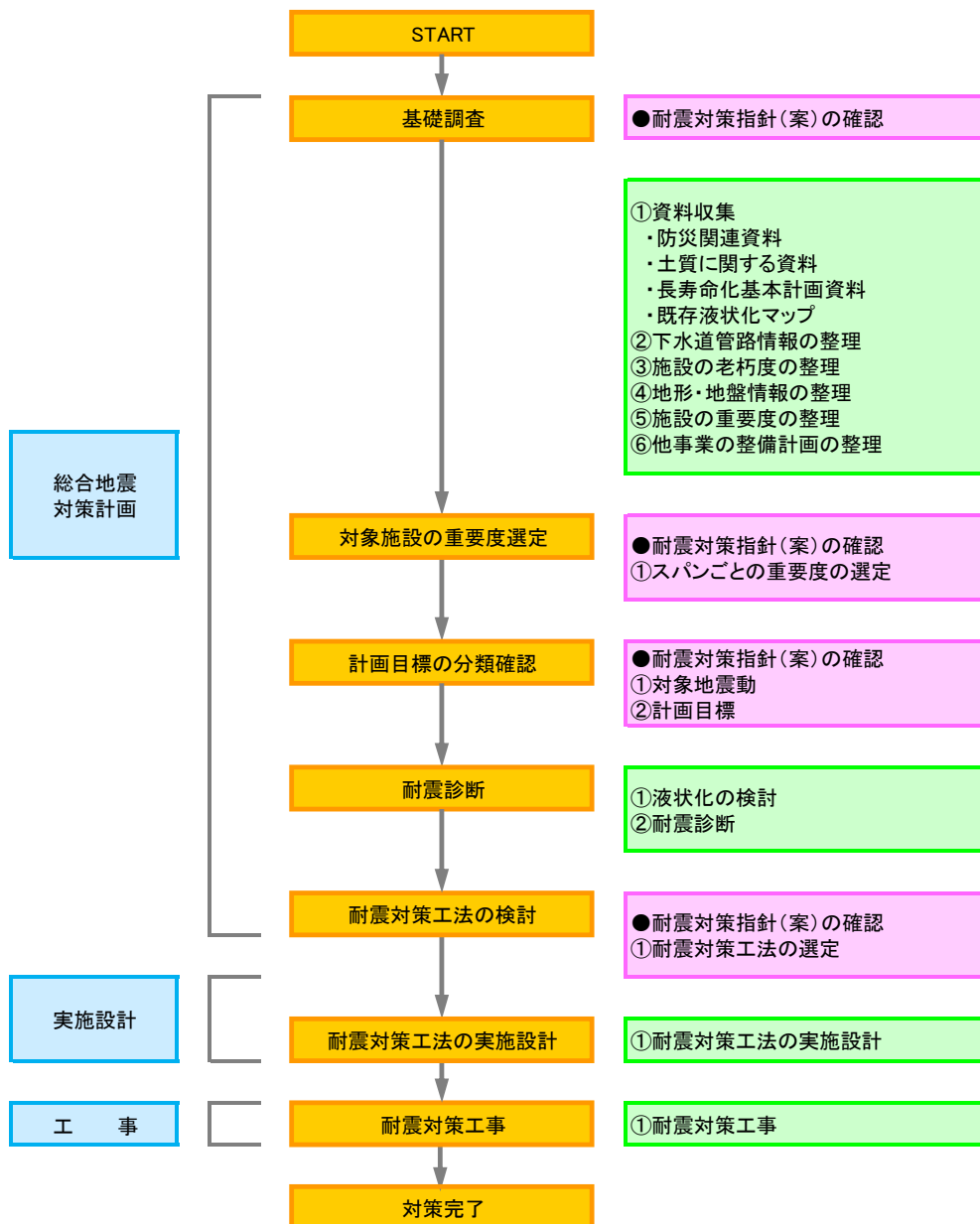


図 5.2.1 既設管における耐震対策の事業フロー（案）

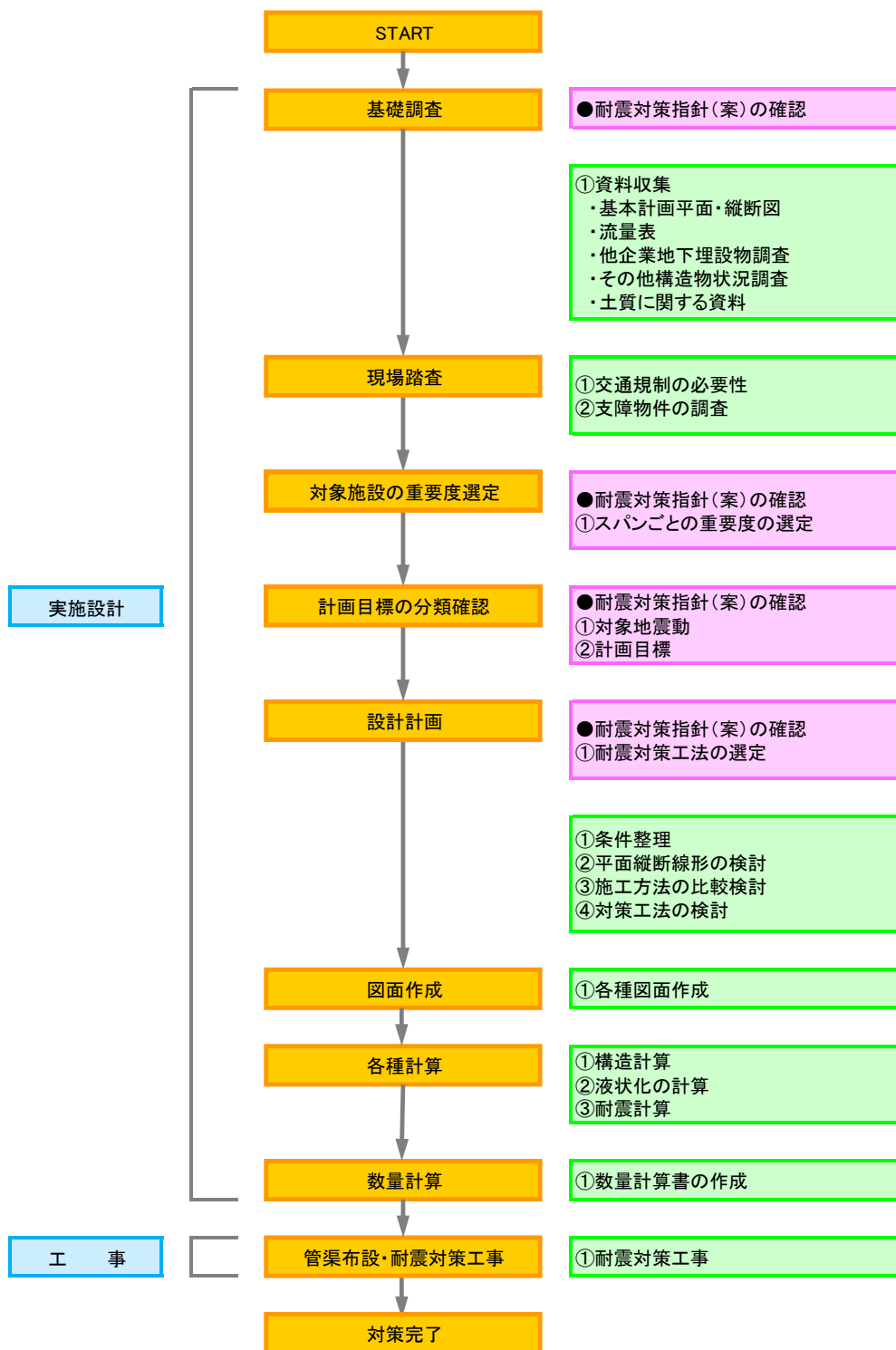


図 5.2.2 新設管における耐震対策の事業フロー (案)

第3節 減災対策（案）

5.3.1 減災対策（案）

耐震化が未完全な下水道施設について大規模地震が発生、被災した場合、被害による影響を最小限に抑制し、速やかな復旧を可能とするよう対策を講じる。以下に、減災対策案を示す。

【解説】

減災対策（案）を以下に示す。

表 5.3.1 減災対策の耐震対策メニュー（案）

【減災対策】

区 分	対策メニュー（案）	対策の実施	備 考
ソフト対策	ハザードマップの作成		
	下水道BCPの作成		
	可搬式ポンプや仮配管等資機材の調達方法の確保		
ハード対策	マンホールトイレシステムの設置		
	耐震性貯水槽の設置		
	備蓄倉庫の設置		

第4節 土質情報

5.4.1 土質情報

本組合における既往の設計委託及び調査委託により実施した土質調査によるボーリング柱状図の情報は、液状化の危険度を判定するために有用な資料となる。

【解説】

本組合における既往の土質調査リスト及びボーリング柱状図リストを次に示す。

表 5.4.1 土質調査リスト (1)

取手地方広域下水道組合土質リスト							
区分	整理番号	工事番号	件名	工期		請負業者	備考
				着工	竣工		
土質	1969-D01	1	茨城県取手上新町宅造成地質調査	1969/06/10	1969/06/17	技研建設㈱	3本
	1971-D01	2	藤代町山王小学校校舎新築基礎地盤調査	1971/05/01	1971/05/02	諸岡鑿泉㈱	1本
	1971-D02	3	1・3・1号線上新町停車場線地質調査	1971/12/16	1972/01/24	東建地質調査㈱	5本
	1971-D03	4	藤代第2小学校(仮称)新築基礎地質調査工事	1972/01/20	1972/02/03	諸岡鑿泉㈱	3本
	1971-D04	5	(仮称)取手住宅団地地質調査	1972/01/18	1972/03/10	東建地質調査㈱	10本
	1971-D05	6	取手市農道舗装事業土質調査	1972/02/20	1972/03/20	中川鑿泉工業㈱	4本
	1972-D01		(仮称)取手町城根地区土質調査	1972/04/01	1973/03/31	㈱地質調査事務所	14本
	1972-D02	7	取手市立永山中学校新築工事に伴う地質調査	1972/06/11	1972/06/23	大成基礎設計㈱	3本
	1972-D03	8	(仮)藤代地内地質調査	1972/05/20	1972/07/05	東建地質調査㈱	10本
	1972-D04	9	仮称市立白山第2小学校新築工事に伴う地質調査	1972/09/12	1972/09/28	大成基礎設計㈱	3本
	1972-D05	10	仮称白山第2小学校及び白山保育所さく井設置工事	1972/11/	1972/11月末	諸岡鑿泉㈱	1本
	1972-D06	11	取開工第43号深井戸掘削工事	1972/11/	1972/12/	諸岡鑿泉㈱	1本
	1972-D07	12	取手市立取手小学校校舎屋体新築敷地地質調査	1972/12/	1973/1/	大成基礎設計㈱	2本
	1972-D08	13	取手市立取手第二中学校校舎新築敷地地盤調査	1972/12/	1973/1/	大成基礎設計㈱	2本
	1972-D09	14	基礎地質調査	1972/12/	1973/1/	諸岡鑿泉㈱	7本
	1972-D10	15	(仮)都市計画街路地質調査	1973/3/	1973/	東建地質調査㈱	10本
	1972-D11	16	駒場団地地質調査	1973/03/02	1973/03/07	東建地質調査㈱	4本
	1972-D12	17	(仮)取手住宅地区外地質調査	1973/02/21	1973/03/10	東建地質調査㈱	3本
	1973-D01	18	(仮)取手住宅地区外地質調査(その2)	1973/05/17	1973/05/31	東建地質調査㈱	3本
	1973-D02	19	茨城県藤代町水路土質調査	1973/05/25	1973/06/01		2本
	1973-D03	20	(仮)都市計画街路歩道橋整備地質調査	1973/07/03	1973/07/19	東建地質調査㈱	2本
	1973-D04	21	(仮)橋梁整備等土質調査	1973/06/27	1973/07/18	東建地質調査㈱	2本
	1973-D05	22	取手市立寺原小学校校舎新築敷地地質調査	1973/08/08	1973/08/28	大成基礎設計㈱	2本
	1973-D06	23	取手市立小文間小学校校舎新築敷地地質調査	1973/08/10	1973/08/25	大成基礎設計㈱	2本
	1973-D07	24	取手市立永山中学校校舎新築敷地地質調査	1973/08/14	1973/08/28	大成基礎設計㈱	2本
	1973-D08	25	五反田排水機場堤防下排水管設置地質調査	1973/9/	1973/	東建地質調査㈱	3本
	1973-D09	26	古戸排水機場計画地質調査	1973/09/26	1973/11/02	㈱東京建設コンサルタント	7本
	1973-D10	27	取手稲田地汚水処理場計画に伴う地質調査	1973/11/30	1973/12/13	東建地質調査㈱	2本
	1973-D11	28	(仮)都市計画街路1・3・1号線地質調査	1973/12/14	1974/02/28	東建地質調査㈱	7本
	1974-D01	29	取手市都市下水道7号線地質調査	1974/05/23	1974/06/29	東建地質調査㈱	4本
	1974-D02	30	(仮称)戸頭小学校新設工事地質調査	1974/6/	1974/	関東基礎設計㈱	2本
	1974-D03	31	五反田排水機場排水管設置地質調査	1974/05/28	1974/07/01	東建地質調査㈱	1本
	1974-D04	32	大日本開発㈱取手団地地質調査	1974/09/05	1974/09/25		2本
	1974-D05	33	取手市都市下水道(井野幹線)地質調査	1975/2/	1975/	㈱オオバ	7本
	1974-D06	34	常磐線取手構内東西連絡通路地質調査	1975/02/07	1975/03/13	サンコーコンサルタント㈱	3本
	1974-D07	35	藤代町立藤代中学校新築地質調査				4本
	1975-D01	36	取手市寺原第一区画整理事業に伴う地盤調査	1975/08/25	1975/09/05	日産基礎工業㈱	3本
	1975-D02	37	取手市立西部地区公民館建設に伴う地質調査	1975/09/02	1975/09/08	㈱地盤調査事務所	2本
	1975-D03	38	本町排水樋管及び排水機場施設設計地質調査	1976/01/06	1976/01/31	㈱東京建設コンサルタント	4本
	1976-D01	39	(仮称)取手市立吉田小学校新築工事地質調査	1976/06/25	1976/07/12	㈱カトー基礎調査研究所	3本
	1976-D02	40	藤代都市下水道北第5幹線排水路地質調査	1976/6/	1976/07/31	関東基礎設計㈱	1本

表 5.4.2 土質調査リスト (2)

取手地方広域下水道組合土質リスト							
区分	整理番号	工事番号	件名	工期		調査業者	備考
				着工	竣工		
土質	1976-D03		41 市道37号線地質調査	1976/8/		榎オオバ	5本
	1976-D04		42 取手市立寺原公民館建設に伴う地質調査	1976/9/	1976/	榎地盤調査事務所	2本
	1977-D01		43 取手市都市下水道(井野幹線)鉄道横断設計に伴う地質調査	1977/4/	1977/	榎協立設計事務所	3本
	1977-D02		44 取手市都市下水道(井野幹線)設計に伴う地質調査	1977/4/	1977/	榎東京建設コンサルタント	2本
	1977-D03		45 取手市都市下水道(井野幹線)地質調査	1977/05/20	1977/06/10	東足地質調査㈱	1本
	1977-D04		46 藤代小学校建設工事地質調査	1977/04/17	1977/05/16	榎諸岡	4本
	1977-D05		47 長町樋管改築工事に伴う調査及び設計	1977/06/20	1977/06/30	榎東京建設コンサルタント	4本
	1977-D06		48 関鉄西取手分譲地区域外排水路改良工事土質調査	1977/7/		榎地盤調査事務所	1本
	1977-D07		49 藤代都市下水道北第5幹線幹線地質調査	1977/05/21	1977/07/20	東足地質調査㈱	3本
	1977-D08		50 藤代都市下水道北第9幹線地質調査	1977/05/21	1977/07/20	東足地質調査㈱	7本
	1977-D09		51 藤代小学校建設工事地質調査	1977/08/09	1977/08/15	株木建設㈱	2本
	1977-D10		52 寺田新田地質土質調査(取手市道第15号)	1977/9/	1977/10/	第一航業㈱	1本
	1977-D11		53 取手中央タウン高層住宅第3期新築工事に伴う地質調査	1977/11/		大進開発工業㈱	6本
	1977-D12		54 取手市都市計画道路3・4・1号線橋架設計委託(地質調査)	1977/9/	1977/12/	榎シビルエンジニアーズ	2本
	1977-D13		55 取手市都市下水道(井野幹線)調査実施設計業務	1977/10/		榎オオバ	2本
	1977-D14		56 3・4・1号線擁壁設計調査委託業務	1978/01/25		榎シビルエンジニアーズ	6本
1978	D01		57 昭和53年度藤代都市下水道地質調査(北第5幹線排水路)	1978/04/21	1978/06/15	榎トコ地質	2本
	D02		58 藤代町立六廻小学校校舎増築に伴う地質調査	1978/06/14	1978/06/23	中川珪水建設㈱	2本
	D03		59 藤代町立山王小学校屋内運動場新築に伴う地質調査	1978/6/	1978/6/	中川珪水建設㈱	1本
	D04		60 新設中学校新築敷地地質調査	1978/06/07	1978/06/15	榎地盤調査事務所	3本
	D05		61 取手市立図書館建設用地地質調査	1978/7/	1978/8/	道路土質調査㈱	2本
	D06		62 都市計画道路3・4・1号線土質調査	1979/03/07	1979/03/30	榎オオバ	7本
	D07		63 都市計画道路3・4・3号線地質調査	1979/03/07	1979/03/29	榎オカダ地質測量事務所	8本
1979	D01		64 守谷宅地造成工事盛土沈下に関する計算書	1979/5/		三井建設土木技術部	1本
	D02		65 取手市道101号線軟弱地盤処理について	1979/7/			1本
	D03		66 都市下水道地質調査・設計業務委託	1979/08/13	1979/10/11	東海ボーリング㈱	6本
	D04		67 藤代土地開発計画地質調査	1979/10/08	1979/10/29	東足地質調査㈱	12本
	D05		69 54国補市街地再開第1-5号地質調査業務委託	1979/11/26	1980/03/25	日本試験工業㈱	5本
	D06		70 54藤代公下地質調査	1980/02/10	1980/03/30	協和地下開発㈱	5本
1980	D01	S55国第1号	55国補公下第1号土質調査委託	1981/02/20	1981/05/31	日建コンサルタント㈱	38本
	D02		68 (仮)取手市老人福祉センター及び心身障害者センター新築工事 地耐力載荷試験	1980/11/	1980/11/	新日本コンサルタント㈱	2本
	D03		71 市道101号線 地質・土質調査	1980/05/13	1980/05/23	榎東京ソイルリサーチ	5本
	D04		72 (仮称)取手市消防署東分署建設用地の地質・土質調査委託	1980/05/27	1980/06/15	東足地質調査㈱	2本
	D05		73 3・4・1号取手西口・北守谷線測量及び地質・土質調査	1980/06/13	1980/09/10	常盤基礎コンサルタント㈱	2本
	D06		74 55単市委託第2-1号(地質調査編)	1980/05/30	1980/10/06	基礎地盤コンサルタント	14本
	D07		75 (仮称)取手市老人・心身障害者福祉センター建設工事に伴う地盤調査工事	1980/08/11	1980/09/10	東足地質調査㈱	4本
	D08		76 (取都工第10号)3・4・3号上新町環状線地質土質調査委託工事	1980/09/25	1980/11/13	土質測量設計㈱	3本
	D09		77 北第9幹線排水路地質調査	1980/09/25	1980/11/10	関東基礎設計㈱	4本
	D10		78 (仮称)稲地区新設小学校造成工事に伴う測量・調査・設計業務委託	1981/1/		基礎地盤コンサルタント㈱	5本
	D11		79 55単市委託第3-1号	1980/10/19	1981/01/05	土質コンサルタント㈱	2本
	D12		80 55単市委託4-1号(小文間排水整備)	1981/3/		日建コンサルタント㈱	5本

表 5.4.3 土質調査リスト (3)

取手地方広域下水道組合土質リスト							
区分	整理番号	工事番号	件名	工期		請負業者	備考
				着工	竣工		
土質	1980-D13		81 55国補市街地再開発(1-2)取都工第33号地質調査業務委託	1980/12/17	1981/03/05	株式会社地質調査事務所	8本
	1980-D14		82 取手市下高井地区学校用地造成に伴う地質調査	1981/03/11	1981/5/	株式会社オオバ	3本
	1981-D01	S56単第3号	56単独処委第3号地質調査	1982/01/13	1982/03/25	株式会社地質測量事務所	2本
	1981-D02		56単処工処理場建設付帯工事地質調査	1981/04/01	1982/03/31	株式会社地質測量事務所	6本
	1981-D03		取手地下下水道関連地質調査報告書	1981/06/03	1981/08/01	梶谷調査工事株	12本
	1981-D04	S56単第7号	56単独取取下工第7号土質調査委託	1981/11/25	1982/01/20	株式会社地質測量事務所	28本
	1981-D05		83 藤代町立藤代南中学校校舎建設に伴う地質調査	1981/04/19	1981/05/11	中川理水建設株	2本
	1981-D06		84 藤代町勤労者体育センター建設工事に伴う地質調査	1981/05/26	1981/06/02	株式会社ボーリング	2本
	1981-D07		85 藤代町勤労者体育センター建設工事に伴う地質調査(地耐力載荷試験)	1981/05/15	1981/05/19	株式会社ボーリング	2本
	1981-D08		86 取手市勤労青少年ホーム及び働く婦人の家新築工事土質調査	1981/08/10	1981/08/12	株式会社盤調査事務所	2本
	1981-D09		87 (仮称)取手市立高井小学校造成工事に伴う地質調査	1981/07/17	1981/8/	株式会社オオバ	3本
	1981-D10		88 56単市委託第3-1号設計測量調査業務委託(地質調査)	1981/4/	1981/08/31	日建地下開発工業株	4本
	1981-D11		89 小浮気・小貝川地区地質調査業務委託(藤代地区地盤図)	1981/10/		東建地質調査株	116本
	1981-D12		90 都市計画道路3・4・3号擁壁設計建設及び地質・土質調査業務委託	1981/10/02	1981/12/09	日本技術開発株	3本
	1981-D13		91 56単市委託第5-1号設計測量調査委託下高井雨水幹線土質調査報告書	1981/7/		日本シールドエンジニアリング株	10本
	1981-D14		92 新川都市下水道地質調査	1981/10/06	1981/11/20	協和地下開発株	5本
	1981-D15		93 56国補公共団地区画整理第1-3号工事	1981/11/25	1982/02/02	道路土質調査株	6本
	1981-D16		94 都市計画道路(3・4・22、3・4・31号線)地質調査	1981/12/03	1982/03/20	日本技術開発株	5本
	1982-D01	S57単第4号	57単処工第4号処理場建設付帯工事(地下水観測井設置工 ボーリング工)	1982/10/20	1983/02/19	株式会社地質測量事務所	6本
	1982-D02	S57単第7号	57単独管委第7号土質調査委託	1982/10/21	1982/10/23	株式会社水コンサルタント	3本
	1982-D03	S57単第8号	57単独管委第8号土質調査委託	1982/11/01	1982/12/31	日建コンサルタント株	3本
	1982-D04	S57単第5号	57単独管委第5号管渠実施設計業務委託地質調査	1982/11/22	1982/12/10	日豊コンサルタント株	2本
	1982-D05	S57単第6号	57単独管委第6号土質調査(谷中地区)	1982/10/04	1982/11/30	株式会社研	8本
	1982-D06		常陽銀行伊奈支店新築に伴う地質調査	1982/02/01	1982/03/31	日本試験工業株	1本
	1982-D07	S57単第10号	57単独管委第10号設計業務委託	1983/03/01	1983/03/31	三豊設計株	18本
	1982-D08	S57単第11号	57単独管委第11号設計業務委託	1983/03/01	1983/03/31	東京技研設計株	16本
	1982-D09	S57単第12号	57単独管委第12号地質調査委託	1983/03/01	1983/03/31	株式会社地質測量事務所	37本
	1982-D10	S57単第13号	57単独管委第13号地質調査	1983/03/01	1983/03/31	日建コンサルタント株	47本
	1982-D11		95 (仮)取手市立井野青柳公民館新築工事に伴う土質調査	1982/05/01	1982/06/30	明治コンサルタント株	1本
	1982-D12		96 (仮称)取手市保健センター建設に伴う地質調査	1982/05/08	1982/06/07	東建地質調査株	3本
	1982-D13		97 取手市立中学校校舎増築に伴う地質調査	1982/04/26	1982/06/07	日産基礎工業株	6本
	1982-D14		98 取手市立取手第二中学校柔剣道場地質調査業務委託	1982/06/22	1982/07/01	日産基礎工業株	1本
	1982-D15		99 取手市立永山中学校拡張用地造成工事	1982/8/	1982/	基礎地盤コンサルタント株	3本
	1982-D16		100 台宿二丁目地内造成工事地質調査業務委託	1982/08/01	1982/09/29	株式会社基礎コンサルタント	5本
	1982-D17		101 (仮称)取手市戸頭公民館用地地質調査委託	1982/10/26	1982/11/29	関東基礎設計株	2本
	1982-D18		102 取手市消防本部(署)敷地造成工事	1982/12/		日建コンサルタント株	2本
	1982-D19		103 57単市委託第1-1号測量・調査・設計業務委託	1982/09/26	1982/11/27	明治コンサルタント株	3本
	1982-D20		104 軟弱地盤解析検討書(米ノ井・野々井)	1983/1/			5本
	1982-D21		105 中谷津地先地質調査業務委託	1982/11/16	1983/02/04	明治コンサルタント株	6本
	1982-D22		106 藤代町立山王小学校増改築工事地質調査	1983/2/	1983/2/	株式会社藤岡	1本
	1982-D23		107 取手市立白山小学校プール連絡橋調査・測量・設計委託	1983/2/	1983/5/	基礎地盤コンサルタント	2本
	1982-D24		108 10号都市下水道関連地質調査	1983/3/		株式会社研	7本

表 5.4.4 土質調査リスト (4)

取手地方広域下水道組合土質リスト							
区分	整理番号	工事番号	件名	工期		調査業者	備考
				着工	竣工		
土質	1983-D01	S58単第6号	58単独管委第6号実施設計業務委託	1984/01/14	1984/03/28	梶谷調査工事㈱	29本
	1983-D02	S58単第7号	58単独管委第7号実施設計業務委託(1/2・2/2)	1983/01/14	1984/03/28	㈱オオカダ地質測量事務所	28本
	1983-D03		109 取手市立取手東中学校校舎増築に伴う地質調査業務委託	1983/04/19	1983/	㈱地研	2本
	1983-D04		110 取手市立戸頭東小学校校舎増築に伴う地質調査業務委託	1983/06/01		㈱地研	2本
	1983-D05		111 茨橋地質調査及設計委託地質・土質調査	1983/9/		H木シールドエンジニアリング㈱	1本
	1983-D06		112 取部工第34号地質調査業務委託	1983/12/09	1984/01/07	関東基礎設計㈱	2本
	1983-D07		113 中妻地質調査	1984/01/28	1984/02/25	関東基礎設計㈱	1本
	1983-D08		114 取水工第49号58単市委託第3-1測量・調査業務委託(市道37+F115号線米ノ井地区)	1984/03/17	1984/03/31	㈱オオバ	4本
	1983-D09		115 取手駅東口土地区画整理事業58単市地質調査委託	1984/02/11	1984/03/21	㈱土質基礎コンサルタンツ	2本
	1983-D10		116 市道37号線地質調査(その2)(S58年度)軟弱地盤解析検討書				5本
	1984-D01	S59単第2号	59単独管委第2号実施設計業務委託	1984/10/28	1985/01/10	明治コンサルタント㈱	11本
	1984-D02	S59単第8号	59単独管委第8号地質調査委託	1984/10/28	1984/12/31	基礎地盤コンサルタンツ㈱	15本
	1984-D03	S59単第19号	59単独管委第19号設計業務委託のうち地質調査	1985/03/27	1985/09/30	常陸測工㈱	4本
	1984-D04	S59単第14号	59単独管委第14号設計業務に伴う土質調査	1985/03/27	1985/07/10	太平エンジニアリング㈱	14本
	1984-D05	S59単第15号	59単独管委第15号設計業務委託	1985/03/27	1985/07/10	中央開発㈱	14本
	1984-D06	S56単第16号	56単独管委第16号設計業務委託	1985/01/01	1985/03/31	㈱長大	15本
	1984-D07	S59単第17号	59単独管委第17号設計業務委託	1985/01/01	1985/03/31	住誠コンサルタント㈱	4本
	1984-D08	S59国第1号	59国補管委第1号地質調査業務委託	1985/03/15	1985/03/30	日本試験工業㈱	26本
	1984-D09	S59単第20号	59単独管委第20号設計業務委託	1985/03/27	1985/09/30	㈱地研	12本
	1984-D10	117	新川第2幹線地質調査	1984/05/31	1984/7/11	東建地質調査㈱	3本
	1984-D11	118	(仮)取手市消防本部(善)新築工事及び敷地造成工事に伴う地質調査計画書	1984/11/		明治コンサルタント㈱	8本
	1984-D12	119	59単市道改第4-1号道路改良工事に伴う動態観測	1984/08/31	1984/11/23	㈱竹中土木	2本
	1984-D13	120	59単市委託3-1号地質調査設計業務委託	1984/07/27	1984/11/15	㈱オオバ	6本
	1984-D14	121	59単市委託3-2号地質調査設計業務委託市道37号線(稲工区)軟弱地盤解析及び対策工法検討報告書	1985/1/		㈱オオバ	20本
	1984-D15	122	59単市委託第1号測量調査設計業務委託	1984/10/12	1985/3/20	㈱東京建設コンサルタント	5本
	1984-D16	123	昭和59年度 取部工第25号測量設計等業務委託(市道第15号線)地質調査	1985/3/		㈱ミカミ	2本
	1984-D17	125	59単市委託第4-1号調査設計業務委託	1985/02/28	1985/03/30	㈱応用地質調査事務所	2本
	1985-D01	S60国第2号	60国補管委第2号山王幹線地質調査委託	1986/02/21	1986/03/25	応用地質㈱	20本
	1985-D02	S60単第6号	60単独管委第6号実施設計業務委託地質調査	1985/12/01	1986/02/15	㈱建設技術研究所	12本
	1985-D03	S60単第7号	60単独管委第7号設計業務委託	1985/10/24	1986/03/25	基礎地盤コンサルタンツ㈱	9本
	1985-D04	126	取部工第22号調査業務委託	1985/07/24	1985/08/22	関東基礎設計㈱	4本
	1985-D05	127	60単市委託第3-1号地質調査設計業務委託	1985/06/29	1985/08/27	㈱オオバ	5本
	1985-D06	128	災害復旧調査工事	1985/08/10	1985/09/10	(社)茨城県建設コンサルタント	11本
	1985-D07	129	市道37号線・754号線災害復旧基礎調査工事	1985/08/10	1985/09/10	(社)茨城県建設コンサルタント	11本
	1985-D08	130	北中原土地区画整理組合地質調査	1985/10/	1985/12/	大和測量㈱	4本
	1985-D09	131	藤代町総合公園建設に伴う地質調査	1985/10/14	1985/12/13	㈱建設地盤調査事務所	4本
	1985-D10	132	61単市委託第1-2号測量調査設計業務委託	1986/1/		日豊コンサルタント㈱	3本
	1985-D11	133	(仮)野々井・稲地区新設中学校基礎調査	1985/11/26	1986/1/	(社)茨城県建設コンサルタント	4本
	1985-D12	134	60単市委託第1号戸田井雨水幹線実施設計	1985/07/24	1985/12/20	基礎地盤コンサルタンツ㈱	4本

表 5.4.5 土質調査リスト (5)

取手地方広域下水道組合土質リスト							
区分	整理番号	工事番号	件名	工期		請負業者	備考
				着工	竣工		
土質	1985-D13		135 取手駅東口土地区画整理事業60単市公区地質調査(その2)委託	1986/02/02	1986/02/20	明治コンサルタント株	3本
	1985-D14		136 (仮称)取手市立白山公民館地質調査業務委託	1986/01/09	1986/03/04	株土質基礎コンサルタンツ	1本
	1985-D15		137 白山地質調査委託	1986/01/22	1986/03/02	応用地質株	2本
	1985-D16		138 野々井・稲地先新設中学校校舎及び運動場建築に係る地質調査業務委託	1986/01/31	1986/03/20	基礎地盤コンサルタンツ株	7本
	1985-D17		139 泉道取手・東線拡幅に伴う地質調査工事	1985/12/10	1986/03/15	応用地質株	1本
	1986-D01	S61国第1号	61国補管委第1号伊奈山王幹線実施設計業務委託	1986/10/10	1987/03/20	大日本コンサルタント株	11本
	1986-D02	S61国第3号	61国補管委第3号地質調査業務委託	1987/03/03	1987/03/27	株オカガ地質測量事務所	2本
	1986-D03	S61単第2号	61単管委第2号設計業務委託	1987/01/01	1987/03/31	国際航業株	12本
	1986-D04	S61国第4号	61国補管委第4号地質調査業務委託	1987/03/03	1987/03/25	明治コンサルタント株	3本
	1986-D05		140 消防庁倉庫建設に伴う地質調査業務委託	1986/07/31	1986/09/29	明治コンサルタント株	3本
	1986-D06		141 61単市委託第3-3号(地質調査委託)	1986/08/21	1986/10/20	株オオバ	7本
	1986-D07		142 取手工第27号本郷地区橋梁調査設計業務委託	1986/08/27	1986/11/25	日本橋造技術株	2本
	1986-D08		143 市総合運動施設建設用地地質調査業務委託	1986/09/28	1986/12/28	日本技術開発株	2本
	1986-D09		144 61単市委託第5-1号動態観測業務委託	1986/06/03	1986/12/20	応用地質株	2本
	1986-D10		145 61単市小文間西方設計・調査・測量業務委託	1986/	1987/	眞洋設計株	3本
	1986-D11		146 61単市野々井調査設計測量第3号業務委託	1987/3/		サンコーコンサルタント株	4本
	1986-D12		147 取手住宅団地地質調査	1987/3/	1987/3/	株当間地質調査事務所	1本
	1986-D13		148 取手市立野々井中学校プール建設に係る地盤調査業務委託	1987/01/25	1987/03/05	株土質基礎コンサルタンツ	2本
	1986-D14		149 61単市戸田井雨水幹線調査・測量・設計第3号業務委託	1986/09/19	1987/03/27	基礎地盤コンサルタンツ株	4本
	1987-D01	S63単第104号	63単管委第104号実施設計業務委託	1988/04/01	1989/04/30	太平洋エンジニアリング株	11本
	1987-D02	S63国第1-1号	63国補管委第1-1号地質調査業務委託	1989/02/08	1989/03/30	恒東調査設計株	19本
	1987-D03	S63国第5-2号	63国補管委第5-2号地質調査業務委託	1989/02/08	1989/03/30	株アースリサーチ	4本
	1987-D04	S63国第5-3号	63国補管委第5-3号地質調査業務委託	1989/02/08	1989/03/30	東建地質調査株	9本
	1987-D05		戸頭汚水管改修工事管渠実施設計に伴う地質調査	1988/01/01	1988/03/31	日豊コンサルタント株	5本
	1987-D06		150 取手市米ノ井地内道路改良工事地質調査	1987/12/	1987/12/	共立測量設計株	1本
	1987-D07		151 取手土第17号米ノ井測量設計業務CBR試験	1987/11/25	1988/01/31	共立測量設計株	5本
	1987-D08		152 62国補管委第2-1号地質調査業務委託	1987/12/25	1988/02/12	サンコーコンサルタント株	5本
	1987-D09		153 62単市野々井設計・調査・測量・業務委託の内地質調査	1987/10/20	1988/03/07	振谷エンジニア株	3本
	1987-D10		154 寺田・西浦地質調査業務委託	1988/02/13	1988/03/20	関東基礎設計株	7本
	1988-D05		155 榎下水路実施設計業務委託(地質調査)	1988/4/	1988/6/	昭和測量工業株	6本
	1988-D06		156 大区組第11号大塚土地区画整理組合土質調査(CBR試験)	1988/06/19	1988/07/29	株オカガ地質測量事務所	8本
	1988-D07		157 63単市寺田都下第20号業務委託	1988/09/17	1988/09/19	株東京建設コンサルタント	1本
	1988-D08		158 藤代町新庁舎建設に伴う地質調査	1988/08/09	1988/11/10	株地研	5本
	1988-D09		159 (仮称)松本ビル新築工事に伴う地質調査	1989/02/		日建コンサルタンツ株	1本
	1989-D01	H1単第1-4-A号	元単管委第1-4-A号地質調査	1990/03/17	1990/03/26	株オカガ地質測量事務所	4本
	1989-D02	H1単第5-1号	元単管委第5-1号設計委託	1989/12/16	1990/03/26	日豊コンサルタント株	9本
	1989-D03		160 1単市排水第2号業務委託	1989/08/02	1989/09/30	日進地下開発工業株	1本
	1989-D04		161 元単市緊追委託第1-2号地質調査業務委託	1989/08/31	1989/11/28	サンコーコンサルタント株	5本
	1989-D05		162 1単市排水第1号業務委託	1989/07/07	1990/03/23	基礎地盤コンサルタンツ株	3本
	1990-D01		国補幹委第205号南部4-5号幹線設計業務委託	1990/12/28	1991/03/25	中日本建設コンサルタント株	21本
	1990-D02		単独幹委第212号南部幹線地質調査業務委託	1991/02/22	1991/03/25	株オカガ地質測量事務所	4本

表 5.4.6 土質調査リスト (6)

取手地方広域下水道組合土質リスト							
区分	整理番号	工事番号	件名	工期		請負業者	備考
				着工	竣工		
土質	1990-D03		国補幹委第211号北部3・4号幹線地質調査業務委託	1991/03/02	1991/03/29	株式会社地質測量事務所	17本
	1990-D04	163	小文間不動産～根柄・戸田井測 調査設計業務委託(土質・地質調査)	1990/11/		(財)茨城県建設技術公社	5本
	1990-D05	164	稲測 調査・設計業務委託	1991/1/		共立測量設計株	2本
	1990-D06	165	遠道前平成2年度調査設計(地質調査)	1991/03/26	1991/03/31	昭和株	4本
	1990-D07	166	取道工第32号2単市都下第1号業務委託	1990/10/09	1991/03/20	日豊コンサルタント株	10本
	1991-D01		単独幹委第301号取手ポンプ場・北部幹線地質調査業務委託	1991/05/02	1991/08/05	株式会社地質測量事務所	8本
	1991-D02		単独枝委第310号取手枝線設計業務委託	1991/10/16	1992/03/02	日豊コンサルタント株	32本
	1991-D03	167	桜が丘小学校地質調査	1991/05/10	1991/07/15	株地研	4本
	1991-D04	168	3単市排水第1号業務委託	1991/11/		山田・エンジニアリング株	1本
	1991-D05	169	遠道前地区(平成3年度)調査設計(地質調査)	1991/11/06	1991/12/25	昭和株	4本
	1991-D06	170	平成3年度その2調査設計業務委託取手地盤最終解析報告書	1992/2/			9本
	1991-D07	172	下高井測量調査設計業務委託	1991/08/02	1992/03/21	株イジマ測設企画	1本
	1991-D08	173	3単市委託第1～3号測量、設計、地質土質調査業務委託	1991/07/23	1991/08/31	セントラルコンサルタント株	4本
	1992-D01		単独枝委第409-1号取手枝線設計業務委託	1992/08/28	1992/10/12	日本試験工業株	10本
	1992-D02		国補幹委第420号伊奈汚水1号幹線設計業務委託	1993/03/12	1993/03/16	オリジナル設計株	2本
	1992-D03		単独枝委第418号取手枝線設計業務委託	1992/12/12	1993/03/16	日本工営株	8本
	1992-D04	174	コミュニティー消防センター新築工事地質調査業務委託	1992/07/28	1992/08/26	株土質基礎コンサルタンツ	2本
	1992-D05	175	小文間南測 調査設計業務委託	1992/12/		坂東開発測量株	6本
	1992-D06	176	4単市排水第1号業務委託	1992/07/18	1993/02/22	梶谷エンジニア株	3本
	1992-D07	177	取手市立寺原公民館増築(既存改修)工事地盤調査(No.050209)	1993/02/22		大友建設設計事務所 株屈伸地質	1本
	1992-D08	178	(仮称)新取手地区土地区画整理事業地質調査業務委託	1992/11/03	1993/02/10	株東京ソイルリサーチ	4本
	1992-D09	179	町営住宅建設地質調査	1992/12/05	1993/02/17	日進地下開発工業株	5本
	1992-D10	180	市道4631号線、測量、土質調査設計委託	1992/12/15	1992/03/25	大日本コンサルタント株	3本
	1992-D11	181	伊賀袋地先他地質調査	1993/01/26	1993/03/25	株東京ソイルリサーチ	4本
	1992-D12	182	4単市排水第3号計画・調査業務委託	1992/10/20	1993/03/22	株式会社地質測量事務所	3本
	1992-D13	183	北敷・沼附線地質調査委託	1993/02/27	1993/03/30	応用地質株	2本
	1992-D14	184	市道4631号線、測量、土質地質調査設計委託	1992/12/15	1993/03/25	大日本コンサルタント株	3本
	1993-D01	H5国第122号	5国補第122号南部6号幹線設計業務委託	1993/04/01	1994/03/31	日本技術開発株	3本
	1993-D02	H5国第223号	5国補第223号宮和田汚水中継ポンプ場設計業務委託	1994/05/11	1994/05/25	オリジナル設計株	2本
	1993-D03	H5国第220号	5国補第220号浜田幹線設計業務委託	1993/04/01	1994/10/31	協立エンジニアリング株	7本
	1993-D04	H5国第211号	5国補第211号宮和田1号幹線実施設計業務委託	1993/10/15	1994/03/13	中日本建設コンサルタント株	9本
	1993-D05	H5国第222号	5国補第222号宮和田1・2号幹線実施設計業務委託	1994/03/15	1994/11/30	大日本コンサルタント株	16本
	1993-D06	H5国第201号	5国補第201号浜田幹線実施設計業務委託	1993/01/10	1994/03/05	株オオバ東京支店	8本
	1993-D07	H5国第303号	5国補第303号伊奈汚水2号幹線実施設計業務委託	1993/10/16	1994/03/13	オリジナル設計株	13本
	1993-D08	H5国第309号	5国補第309号伊奈汚水2号幹線実施設計業務委託	1993/10/29	1994/03/12	バシフィックコンサルタンツ株	12本
	1993-D09	185	5国補公住第1-1号(仮称)市営飯田山住宅建設に伴う地質調査業務委託	1993/12/01	1994/03/18	基礎地盤コンサルタンツ株	4本
	1993-D10	186	5単市排水第1号調査設計業務委託	1993/08/10	1993/08/19	太平エンジニアリング株	1本
	1993-D11	187	5単市委託第1-5号地質土質調査委託(都市計画道路3・4・3号上新町環状線)	1993/12/25	1994/03/22	協和地下開発株	5本
	1993-D12	188	5国補公区委託第2-9号地質調査業務委託	1994/03/31	1994/06/30	梶谷エンジニア株	5本
	1993-D13	189	取手市戸塚地区土地区画整理事業地質調査	1993/10/	1994/11/	株当間地質調査事務所	14本
	1994-D01	H6単第108号	6単独第108号実施設計業務委託	1994/06/08	1994/07/24	株協和コンサルタンツ	5本
	1994-D02	H6単第111号	6単独第111号設計業務委託取手市白山、新町地内	1994/06/23	1995/03/24	三和建設コンサルタンツ株	6本

表 5.4.7 土質調査リスト (7)

取手地方広域下水道組合土質リスト							
区分	整理番号	工事番号	件名	工期		請負業者	備考
				着工	竣工		
土質	1994-D03	H6単第302号	6単独第302号伊奈汚水1号幹線実施設計業務委託	1994/06/28	1994/07/01	オリジナル設計株	2本
	1994-D04	190	都市下水道事業認可図書作成業務	1994/12/	1995/3/	日本技術開発㈱	4本
	1994-D05	191	町営住宅建設用地軟弱地盤解析委託	1994/12/29	1995/03/15	株建設地盤	5本
	1995-D01	H7単第102号	7単独第102号詳細設計業務委託茨城県取手市内 地内	1995/05/30	1996/03/19	株協和コンサルタンツ	5本
	1995-D02	H7単第103号	7単独第103号詳細設計業務委託	1995/05/30	1996/03/04	梶谷エンジニア株	12本
	1995-D03	H7単第105号	7単独第105号詳細設計業務委託	1995/05/30	1996/01/14	日本工営株	6本
	1995-D04	H7単第115号	7単独第115号詳細設計業務委託	1995/04/01	1995/10/31	日豊コンサルタント株	2本
	1995-D05	H7国第135号	7国補第135号地質調査業務委託	1996/03/06	1996/03/28	日進地下開発工業株	10本
	1995-D06	H7国第205号	7国補第205号清水幹線詳細設計業務委託(1/2・ 2/2)	1995/07/01	1996/03/31	日本技術開発㈱	5本
	1995-D07	H7国第303号	7国補第303号窪田汚水中継ポンプ場設計業務委託	1995/10/05	1995/10/18	オリジナル設計株	2本
	1995-D08	H7単第320号	7単独第320号伊奈汚水2号幹線設計業務委託	1995/04/01	1996/03/31	オリジナル設計株	2本
	1995-D09	H7単第317号	7単独第317号詳細設計業務委託(2部)	1995/11/06	1995/11/15	パシフィックコンサルタンツ株	16本
	1995-D10	H7国第304号	7国補第304号伊奈汚水2号幹線設計業務委託(2 部)	1995/09/11	1995/09/27	パシフィックコンサルタンツ株	13本
	1995-D11	192	(仮称)取手市新取手土地区画整理事業地質調査	1995/05/18	1995/05/31	株東京ソイルリサーチ	5本
	1995-D12	193	防火水槽(40t)設置に伴う地質調査委託業務	1996/03/15	1996/03/28	株オカガ地質測量事務所	1本
	1995-D13	194	7. 国補委託第2-1号地質調査及び擁壁詳細設計業務委託	1995/12/23	1996/03/21	パシフィックコンサルタンツ株	2本
	1996-D01	H8単第113号	8単独第113号詳細設計業務委託取手市白山2丁 目地内(1/2・2/2)	1996/06/14	1997/3/20	三和建設コンサルタンツ㈱	8本
	1996-D02	H8単第115号	8単独第115号詳細設計業務委託(2部)	1996/06/14	1997/03/15	日本工営株	8本
	1996-D03	H8単第116号	8単独第116号詳細設計業務委託	1996/08/19	1996/08/23	日豊コンサルタント株	5本
	1996-D04	H8国第215号	8国補第215号浜田幹線詳細設計業務委託	1996/07/27	1997/03/13	日本技術開発㈱	8本
	1996-D05	H8単第219号	8単独第219号詳細設計業務委託	1996/11/20	1997/03/20	株都市開発設計事務所	6本
	1996-D06	H8単第7211-3号	8単独第7211-3号浜田ポンプ場建設地質調査業務委託	1996/04/01	1996/08/31	株地質技術事務所	1本
	1996-D07	H8単第7211-5号	8単独第7211-5号地質調査業務委託浜田第一汚 水中継ポンプ場土木工事に伴う周辺への影響に関 する検討	1995/12/01	1996/03/31	株坂本工営	1本
	1996-D08	H8国第303号	8国補第303号伊奈汚水2号幹線設計業務委託	1996/07/15	1996/07/26	パシフィックコンサルタンツ株	7本
	1996-D09	H8単第312号	8単独第312号詳細設計業務委託	1996/12/02	1996/12/07	パシフィックコンサルタンツ株	9本
	1996-D10	195	植竹病院壁工事に伴う地質調査	1996/08/20	1996/09/17	大成基礎設計㈱	3本
	1996-D11	196	とがしら公園地質調査業務委託	1996/10/09	1996/11/27	株地質技術事務所	4本
	1996-D12	198	8単市排水第1号地質調査業務	1996/09/03	1996/10/09	太平エンジニアリング㈱	5本
	1996-D13	199	下高井2号雨水幹線地質調査業務委託	1996/06/10		太平エンジニアリング㈱	1本
	1996-D14	200	県営住宅用地地質調査委託	1997/01/11	1997/03/15	日進地下開発工業株	9本
	1996-D15	201	県営住宅用地地質調査委託(概析編)	1997/01/11	1997/03/15	日進地下開発工業株	9本
	1996-D16	204	8単市第3-1号都市計画道路3・5・20号線地質 調査・設計業務委託	1997/08/02	1998/03/25	玉野総合コンサルタント株	1本
	1997-D01	H9単第103号	9単独第103号詳細設計業務委託	1997/05/23	1998/01/17	大東虎ノ門設計株	5本
	1997-D02	H9国第303号	9国補第303号伊奈汚水2号幹線設計業務委託	1997/08/01	1998/02/28	富洋設計株	6本
	1997-D03	202	取手市新取手土地区画整理事業地質調査(その 2)業務	1997/05/12	1997/07/10	株東京ソイルリサーチ	4本
	1997-D04	203	9単市街委下高井4-1号地質調査解析業務委託	1997/08/21	1998/01/17	応用地質株	3本
	1998-D01	H10単第110号	10単独第110号詳細設計業務委託取手市白山2丁 目地内	1998/06/03	1999/03/15	株コーセツコンサルタント	7本
	1998-D02	H10単第111号	10単独第111号詳細設計業務委託	1998/06/03	1999/03/01	協立エンジニアリング㈱	3本
	1998-D03	H10国第127号	10国補第127号南部幹線詳細設計業務委託(2部)	1999/03/18	1999/12/20	大日本コンサルタント株	3本
	1998-D04	H10国第128号	10国補第128号南部幹線詳細設計業務委託(2部)	1999/07/31	1999/08/31	日本上下水道設計㈱	6本
	1998-D05	H10単第302号	10単独第302号詳細設計業務委託	1998/05/13	1999/01/27	サンコーコンサルタント株	3本

表 5.4.8 土質調査リスト (8)

取手地方広域下水道組合土質リスト							
区分	整理番号	工事番号	件名	工期		請負業者	備考
				着工	竣工		
土質	1999-D01	H11国第116号	11国補第116号北部6号幹線詳細設計業務委託	1999/08/03	1999/08/11	㈱日本水道設計社	8本
	1999-D02	H11単第117号	11単独第117号詳細設計業務委託	1999/07/12	1999/07/13	太平エンジニアリング㈱	2本
	1999-D03	H11単第119号	11単独第119号詳細設計業務委託(取手市駒場一丁目、本郷四丁目地内)	1999/08/31	1999/09/17	大東虎ノ門設計㈱	6本
	1999-D04	H11単第120号	11単独第120号詳細設計業務委託	1999/05/29	2000/03/13	アースコンサルタンツ㈱	6本
	1999-D05	H11単第127号	11単独第127号JR横断設計業務委託	1999/04/01	1999/9/31	日本シビックコンサルタント㈱	1本
	1999-D06	H11国第312号	11国補第312号伊奈1号幹線設計業務委託	2000/02/01	2000/03/15	大日本コンサルタンツ㈱	5本
	1999-D07		防火水槽(40m3)設置に伴う地質調査委託	1999/08/31	1999/09/26	㈱オカダ地質測量事務所	1本
	1999-D08	H11国第316号	11国補第316号伊奈汚水1号幹線設計業務委託	2000/05/15	2000/05/19	大東虎ノ門設計㈱	5本
	1999-D09		205 11単市1-1号地区界地質調査業務委託	1999/08/06	1999/09/14	玉野総合コンサルタント㈱	1本
2000-D01	H12単第106号	12単独第106号詳細設計業務委託	2000/07/05	2001/03/16	㈱オリエンタルコンサルタンツ	5本	
2000-D02	H12単第107号	12単独第107号詳細設計業務委託	2000/08/29	2000/12/31	㈱東洋コンサルタンツ	3本	
2000-D03	H12単第108号	12単独第108号詳細設計業務委託	2000/08/16	2000/09/20	㈱日本水道設計社	2本	
2000-D04	H12国第111号	12国補第111号南部幹線詳細設計業務委託	2000/12/01	2001/02/28	NJS日本上下水道設計㈱	4本	
2000-D05	H12国第409号	12国補第409号稲汚水中継ポンプ場設計業務委託	2000/07/26	2001/05/31	エス・テー・コンサルタンツ㈱	5本	
2000-D06	H12国第410号	12国補第410号野々井汚水中継ポンプ場設計業務	2000/09/25	2000/10/11	日本水工設計㈱	3本	
2000-D07	H12単第202号	12単独第202号詳細設計業務委託	2000/07/05	2001/03/01	東京設計㈱	8本	
2000-D08	H12単第212号	12単独第212号地質業務委託	2000/10/30	2000/12/22	大日本コンサルタンツ㈱	2本	
2000-D09	H12単第312号	12単独第312号詳細設計業務委託	2000/07/05	2001/03/21	大東虎ノ門設計㈱	7本	
2000-D10		206 八重洲排水実施設計業務委託	2000/07/27	2000/12/22	日豊コンサルタント㈱	2本	
2000-D11		207 (仮称)藤代町立中央図書館実施設計委託業務に伴う地盤調査	2000/7/	2000/9/	㈱ダイコンコンサルタンツ	2本	
2000-D12		208 新取手地区雨水排水実施設計業務委託	2000/09/11	2000/10/14	国際水道コンサルタンツ㈱	4本	
2000-D13		209 12単市第1-5号C街区地質調査業務委託	2001/02/20	2001/03/31	㈱建設地盤	3本	
2000-D14		210 藤代駅南口土地区画整理事業に伴う影響解析検討業務(地質調査)	2000/09/20	2001/03/10	中央建設㈱	1本	
2001-D01	H13国第110号	13国補第110号詳細設計業務委託取手市井野台1丁目地内	2001/10/22	2001/11/30	㈱コーセツコンサルタンツ	4本	
2001-D02	H13単第111号	13単独第111号詳細設計業務委託	2001/06/01	2002/01/06	日豊コンサルタント㈱	3本	
2001-D03	H13国第118号	13国補第118号南部幹線・南部1号幹線設計業務委託	2001/11/01	2002/01/31	NJS日本上下水道設計㈱	6本	
2001-D04	H13国第118号	13単独第202号地質調査業務委託	2001/05/22	2001/05/24	大日本コンサルタンツ㈱	2本	
2001-D05	H13単第215号	13単独第215号設計業務委託	2001/12/22	2002/03/15	日豊コンサルタント㈱	5本	
2001-D06	H13国第216号	13国補第216号桐木幹線詳細設計業務委託	2002/05/20	2002/05/21	大東虎ノ門設計㈱	3本	
2001-D07		211 藤代駅南口土地区画整理事業工事の内フレード撤去に伴うチェック・リング(その2)	2001/04/20	2001/06/14	㈱大林組	1本	
2001-D08		213 藤代駅南口土地区画整理事業工事の内宅壁支持力調査(その1)	2001/07/04	2001/08/20	㈱大林組	18本	
2001-D09		215 藤代駅南口土地区画整理事業工事の内6工区フレード撤去に伴うチェック・リング	2001/09/27	2001/10/20	㈱大林組	1本	
2001-D10		216 藤代駅南口土地区画整理事業工事の内7工区フレード撤去に伴うチェック・リング	2001/11/15	2001/11/24	㈱大林組	1本	
2001-D11		217 藤代駅南口土地区画整理事業工事の内5工区宅壁支持力調査	2001/12/12	2002/01/18	㈱大林組	10本	
2001-D12		230 藤代駅南口土地区画整理事業工事の内1-3工区宅壁支持力調査	2001/07/04	2003/10/31	㈱大林組	124本	
2002-D01	H14国第103号	14国補第103号南部幹線設計業務委託	2002/06/05	2002/12/04	㈱日新技術コンサルタント	3本	
2002-D02	H14国第117号	14国補第117号詳細設計業務委託(取手市戸頭地内)	2002/12/16	2002/12/19	東京設計㈱	4本	
2002-D03	H14国第119号	14国補第119号詳細設計業務委託取手市白山1丁目地内	2002/08/01	2002/10/20	㈱コーセツコンサルタンツ	7本	
2002-D04	H14国第120号	14国補第120号詳細設計業務委託	2002/07/16	2002/09/30	㈱東洋コンサルタンツ	4本	
2002-D05	H14国第201号	14国補第201号詳細設計業務委託	2002/04/01	2003/03/28	中日本建設コンサルタント㈱	4本	

表 5.4.9 土質調査リスト (9)

取手地方広域下水道組合土質リスト							
区分	整理番号	工事番号	件名	工期		請負業者	備考
				着工	竣工		
土質	2002-D06	H14国第206号	14国補第206号詳細設計業務委託	2003/03/06	2003/03/20	榊日本水道設計社	3本
	2002-D07		14まち給公区南第1-2号 盛土工事その1 フェックホーリング	2002/06/29	2002/07/31	榊大林組	1本
	2002-D08		14まち給公区南第1-3号 載荷盛土撤去工事その1 フェックホーリング	2002/07/29	2002/08/30	榊大林組	1本
	2002-D09		14まち給公区南第1-4号 載荷盛土撤去工事その2 フェックホーリング	2002/09/02	2002/09/30	榊大林組	1本
	2002-D10		藤代駅南口土地区画整理事業工事の内6・9工区宅基支持力調査	2002/11/19	2002/12/20	榊大林組	22本
	2002-D11		14町単公区南第121号 載荷盛土撤去工事その4フェックホーリング	2002/11/26	2002/12/27	榊大林組	1本
	2002-D12		223 歩行者デッキ地質調査業務委託	2003/01/10	2003/02/24	榊建設地盤	2本
	2002-D13		224 藤代駅南口土地区画整理事業工事の内7工区宅基支持力調査	2003/02/11	2003/02/25	榊大林組	10本
	2003-D01	H15単第117号	15単第117号詳細設計業務委託(2部)	2003/04/01	2003/11/31	榊オリエンタルコンサルタンツ	7本
	2003-D02	H15国第120号	15国補第120号詳細設計業務委託	2003/06/10	2004/03/20	榊日新技術コンサルタント	10本
	2003-D03	H15単第125号	15単第125号詳細設計業務委託	2003/06/28	2004/03/30	山田・エンジニアリング㈱	6本
	2003-D04	H15国第136号	15国補第136号下高井雨水幹線詳細設計業務委託	2004/02/01	2004/03/31	日本上下水道設計㈱	7本
	2003-D05	H15単第219号	15単第219号設計業務委託	2003/12/26	2004/03/24	榊東洋コンサルタント	2本
	2003-D06	H15単第118号	15単第118号詳細設計業務委託	2003/08/18	2003/8/27	富洋設計㈱	5本
	2003-D07	H15単第119号	15単第119号詳細設計業務委託	2003/07/30	2003/8/9	クリエイティブ設計㈱	5本
	2003-D08		14町単公区南第138号 載荷盛土撤去工事その8フェックホーリング	2003/04/07	2003/05/23	榊大林組	2本
	2003-D09		14町単公区南第139号 載荷盛土撤去工事その7フェックホーリング	2003/04/10	2003/05/16	榊大林組	1本
	2003-D10		227 14町単公区南第142号 1-1工区載荷盛土撤去工事フェックホーリング	2003/05/06	2003/06/20	榊大林組	1本
	2003-D11		228 藤代駅南口土地区画整理事業工事の内1-1工区宅基支持力調査(その1)	2003/09/10	2003/09/26	榊大林組	11本
	2003-D12		229 藤代駅南口土地区画整理事業工事の内37街区宅基支持力調査	2003/09/10	2003/09/26	榊大林組	4本
	2003-D13		231 永山地区雨水排水路実施設計業務委託地質調査	2003/08/12	2004/03/25	榊東洋コンサルタント	3本
	2003-D14		232 15単市第4-1号造成に伴う測量・地盤調査・設計業務委託	2003/06/05	2005/02/14	玉野総合コンサルタント㈱	2本
	2004-D01	H16国第117号	16国補第117号詳細設計業務委託	2004/12/16	2005/01/30	榊日本水道設計社	6本
	2004-D02	H16国第125号	16国補第125号小文間1号・3号幹線設計業務委託	2004/10/22	2004/11/19	開発コンサルタント㈱	6本
	2004-D03	H16国第213号	16国補第213号詳細設計業務委託	2004/06/23	2004/02/27	東京エンジニアリング㈱	3本
	2004-D04	H16国第402号	16国補第402号たかひの里汚水中継ポンプ場設計業務	2004/08/02	2004/09/13	日本水工設計㈱	2本
	2004-D05	H16国第124号	16国補第124号北部・北部3号幹線詳細設計業務委託	2004/10/06	2004/10/14	パシフィックコンサルタンツ㈱	1本
	2004-D06	233	稲雨水幹線バイパス実施設計業務の内地質調査委託	2004/	2004/	榊日新技術コンサルタント	2本
	2005-D01	H17国第128号	17国補第128号詳細設計業務委託	2005/10/01	2005/10/20	クリエイティブ設計㈱	9本
	2005-D02	H17国第128号	17国補第129号詳細設計業務委託	2005/10/19	2005/10/24	クリエイティブ設計㈱	3本
	2005-D03	H17国第130号	17国補第130号詳細設計業務委託(2部)	2005/06/07	2006/02/28	東京設計㈱	4本
	2005-D04	H17国第213号	17国補第213号詳細設計業務委託	2005/08/22	2005/08/30	大東虎ノ門設計㈱	4本
	2005-D05	H17国第304号	17国補第304号詳細設計業務委託	2005/06/21	2006/03/07	榊東洋コンサルタント	1本
	2005-D06	234	17単市第3号駒場地区雨水排水整備工事地質調査	2005/11/04	2005/11/07	大竹建設㈱	3本
	2005-D07	235	井野雨水幹線(分水)実施設計業務委託	2005/11/04	2005/11/09	東京設計㈱	2本
	2005-D08	236	八重洲実施設計業務委託(に伴う地質調査)	2005/07/06	2006/02/28	日豊コンサルタント㈱	4本
	2006-D01	H18国第226号	18国補第226号北浦川2号雨水幹線詳細設計業務委託	2006/06/20	2007/02/14	日本技術開発㈱	1本
	2006-D02	H18国第227号	18国補第227号詳細設計業務委託(地質調査委託)	2006/06/20	2007/02/14	大東虎ノ門設計㈱	3本
	2006-D03	H18国第228号	18国補第228号詳細設計業務委託	2006/11/17	2006/11/21	富洋設計㈱	1本
	2006-D04	H18国第306号	18国補第306号詳細設計業務委託	2006/10/05	2006/10/12	東京設計㈱	3本
	2006-D05	H18国第321号	18国補第321号詳細設計業務委託	2006/06/20	2007/02/14	榊日新技術コンサルタント	1本
	2006-D06	H18国第103-1号	18国補第103-1号下高井雨水幹線地質解析業務委託(2部)	2006/06/28	2006/12/25	日本上下水道設計㈱	3本
	2006-D07	237	取手市立永山保育所地質調査業務委託	2006/07/14	2006/08/31	榊東洋コンサルタント	1本

表 5.4.10 土質調査リスト (10)

取手地方広域下水道組合土質リスト							
区分	整理番号	工事番号	件名	工期		請負業者	備考
				着工	竣工		
土質	2006-D08		238 取手市立久買保育所地質調査業務委託	2006/07/14	2006/08/31	開発コンサルタント㈱	1本
	2006-D09		239 18合特第1-3号地質調査・軟弱地盤解析業務委託	2006/08/09	2007/03/15	応用地質㈱	5本
	2006-D10		240 農村基盤総合整備事業区画整理工事浜田地区地質調査			中川理水建設㈱	2本
	2007-D01	H19国第108号	19国補第108号詳細設計業務委託	2006/10/12	2007/01/31	㈱コーセツコンサルタント	12本
	2007-D02	H19国第227号	19国補第227号詳細設計業務委託(地質調査)	2007/12/18	2008/06/13	大東虎ノ門設計㈱	4本
	2007-D03		関東鉄道軌道下横断部雨水管詳細設計(地質調査)	2008/11/01	2007/01/31	㈱復建エンジニアリング	1本
	2007-D04	241	山王台団地内市道1-5033号線石積擁壁補強設計業務委託	2007/12/06	2008/03/14	日豊コンサルタント㈱	2本
	2008-D01	H20国第140号	20国補第140号詳細設計業務委託に伴う地質調査	2009/02/15	2009/05/22	㈱コーセツコンサルタント	9本
	2008-D02	H20国第303号	20国補第303号詳細設計業務委託	2008/07/23	2008/08/08	㈱日本水道設計社	3本
	2008-D03	242	緊急災害復旧事業測量設計業務	2008/09/26	2009/01/23	(財)茨城県建設技術公社	2本
	2008-D04	243	藤代箕輪前道路改良測量詳細	2009/01/29	2009/02/02	東京設計㈱	2本
	2009-D01	H21国202号	21国補第202号詳細設計業務委託	2009/07/07	2009/12/14	㈱東洋コンサルタント	2本

表 5.4.11 ボーリング柱状図リスト (1)

	No.	作業番号	Bor.No.	市町村名	調査年度	整理番号	標高(m)	坑内水位GL-(m)	調査深度(m)
1969	1	1969-D01-01	B-01	取手市	昭和44年度	1969-D01	6.337	0.30	20.44
		1969-D01-02	B-02				7.657		5.45
		1969-D01-03	B-03				6.817		5.45
1971	2	1971-D01-01	B-01	取手市	昭和46年度	1971-D01			15.00
	3	1971-D02-01	B-01	取手市	昭和46年度	1971-D02	23.450		15.45
		1971-D02-02	B-02				6.800		20.44
		1971-D02-03	B-03				6.700		24.42
		1971-D02-04	B-04				22.350		15.45
		1971-D02-05	B-05				14.600		20.40
	4	1971-D03-01	B-01	取手市	昭和46年度	1971-D03			50.00
		1971-D03-02	B-02						30.00
		1971-D03-03	B-03						30.00
	5	1971-D04-01	B-01	取手市	昭和46年度	1971-D04		0.60	20.45
		1971-D04-02	B-02					0.30	33.45
		1971-D04-03	B-03				21.679	7.50	27.30
		1971-D04-04	B-04				8.056	0.90	21.23
		1971-D04-05	B-05				23.285	14.10	30.20
		1971-D04-06	B-06				6.610	0.25	21.50
		1971-D04-07	B-07				5.725	0.40	27.55
		1971-D04-08	B-08					20.00	30.20
		1971-D04-09	B-09				6.221	0.00	30.50
		1971-D04-10	B-10				8.084	0.00	27.17
	6	1971-D05-01	B-01	取手市	昭和46年度	1971-D05			1.50
		1971-D05-02	B-02					1.50	
		1971-D05-03	B-03					1.50	
		1971-D05-04	B-04					1.50	
	1972	7	1972-D02-01	B-01	取手市	昭和47年	1972-D02	-0.030	3.70
1972-D02-02			B-02	-0.530				3.60	25.27
1972-D02-03			B-03	0.020				4.80	20.25
8		1972-D03-01	B-01	取手市	昭和47年	1972-D03			45.45
		1972-D03-02	B-02					40.45	
		1972-D03-03	B-03					42.45	
		1972-D03-04	B-04					10.75	
		1972-D03-05	B-05					10.55	
		1972-D03-06	B-06					10.60	
		1972-D03-07	B-07					15.75	
		1972-D03-08	B-08					15.55	
		1972-D03-09	B-09					15.75	
		1972-D03-10	B-10					10.65	
9		1972-D04-01	B-01	取手市	昭和47年	1972-D04	-2.335	2.00	20.38
		1972-D04-02	B-02				-2.654	2.00	20.45
		1972-D04-03	B-03				-2.305	3.00	25.35
10		1972-D05-01	B-01	取手市	昭和47年	1972-D05			
11		1972-D06-01	B-01	取手市	昭和47年	1972-D06			
12		1972-D07-01	B-01	取手市	昭和47年	1972-D07	-0.288	3.80	20.41
		1972-D07-02	B-02				-0.045	3.90	25.45
13		1972-D08-01	B-01	取手市	昭和47年	1972-D08	-0.395		40.41
		1972-D08-02	B-02				-0.430		25.43
14		1972-D09-01	B-01	取手市	昭和47年	1972-D09	0.000		20.00
		1972-D09-02	B-02				0.000	20.00	
		1972-D09-03	B-03				0.000	13.00	
	1972-D09-04	B-04	0.000				10.00		
	1972-D09-05	B-05	0.000				20.00		
	1972-D09-06	B-06	0.000				20.00		
	1972-D09-07	B-07	0.000				21.00		

表 5.4.12 ボーリング柱状図リスト (2)

	No.	作業番号	Bor.No.	市町村名	調査年度	整理番号	標高(m)	坑内水位GL-(m)	調査深度(m)
1972	15	1972-D10-01	B-01	取手市	昭和47年	1972-D10	4.800	1.50	17.45
		1972-D10-02	B-02				4.700	1.50	18.21
		1972-D10-03	B-03				4.730	0.80	10.45
		1972-D10-04	B-04				4.950	0.75	10.45
		1972-D10-05	B-05				6.410	1.00	10.50
		1972-D10-06	B-06				7.470	2.00	10.45
		1972-D10-07	B-07				8.950	0.50	13.35
		1972-D10-08	B-08				10.450	1.00	15.32
		1972-D10-09	B-09				18.560	5.70	17.45
		1972-D10-10	B-10				9.950	0.80	10.45
1972	16	1972-D11-01	B-01	取手市	昭和47年	1972-D11	-0.180		20.45
		1972-D11-02	B-02				-0.190		20.45
		1972-D11-03	B-03				-0.330		20.45
		1972-D11-04	B-04				-0.160		20.45
1972	17	1972-D12-01	B-01	取手市	昭和47年	1972-D12	5.560	0.60	18.45
		1972-D12-02	B-02				5.790	0.70	18.45
		1972-D12-03	B-03				8.990	4.90	21.40
1973	18	1973-D01-01	B-01	取手市	昭和48年	1973-D01	8.200		13.36
		1973-D01-02	B-02				6.650	1.80	13.45
		1973-D01-03	B-03				6.300	1.35	15.45
	19	1973-D02-02	B-01	取手市	昭和48年	1973-D02	9.860	0.90	47.10
		1973-D02-03	B-02				9.470	0.90	47.12
	20	1973-D03-01	B-01	取手市	昭和48年	1973-D03			19.45
		1973-D03-02	B-02						15.45
	21	1973-D04-01	B-01	取手市	昭和48年	1973-D04		2.30	38.46
		1973-D04-02	B-02					1.80	15.50
	22	1973-D05-01	B-01	取手市	昭和48年	1973-D05	-0.320	7.15	20.36
		1973-D05-02	B-02				-0.420	7.10	20.45
	23	1973-D06-01	B-01	取手市	昭和48年	1973-D06	-0.150	10.80	27.45
		1973-D06-02	B-02				-0.080	4.50	23.45
	24	1973-D07-01	B-01	取手市	昭和48年	1973-D07	-0.500	5.15	20.45
		1973-D07-02	B-02				-1.040	5.70	23.45
	25	1973-D08-01	B-01	取手市	昭和48年	1973-D08	7.870	2.95	25.45
		1973-D08-02	B-02				8.050	2.85	25.37
		1973-D08-03	B-03				5.780	0.95	20.45
	26	1973-D09-01	B-01	取手市	昭和48年	1973-D09	6.870	2.00	25.45
		1973-D09-02	B-02				7.870	3.60	25.32
		1973-D09-03	B-03				9.800	5.80	25.45
		1973-D09-04	B-04				9.270	4.70	25.40
		1973-D09-05	B-05				6.340	1.90	25.45
		1973-D09-06	B-06				5.920	1.30	25.45
		1973-D09-07	B-07				6.040	1.40	25.45
	27	1973-D10-01	B-01	取手市	昭和48年	1973-D10	0.000	2.10	20.45
		1973-D10-02	B-02				-0.250	2.00	20.44
	28	1973-D11-01	B-01	取手市	昭和48年	1973-D11	7.800	1.20	12.49
1973-D11-02		B-02	11.303					10.45	
1973-D11-03		B-03	23.654					24.45	
1973-D11-04		B-04	7.490					10.45	
1973-D11-05		B-05	22.586				5.00	20.45	
1973-D11-06		B-06	6.789					15.45	
1973-D11-07		B-07	19.858					15.45	
1974	29	1974-D01-01	B-01	取手市	昭和49年	1974-D01		1.30	20.31
		1974-D01-02	B-02					1.10	20.44
		1974-D01-03	B-03					1.00	30.37
		1974-D01-04	B-04					1.20	20.42

表 5.4.13 ボーリング柱状図リスト (3)

	No.	作業番号	Bor.No.	市町村名	調査年度	整理番号	標高(m)	坑内水位GL-(m)	調査深度(m)	
1974	30	1974-D02-01	B-01	取手市	昭和49年	1974-D02	2.070	6.00	20.29	
		1974-D02-02	B-02				2.100	6.10	20.34	
	31	1974-D03-01	B-01	取手市	昭和49年	1974-D03			28.38	
	32	1974-D04-01	B-01	取手市	昭和49年	1974-D04		1.30	14.39	
		1974-D04-02	B-02					6.40	19.40	
	33	1974-D05-01	B-01	取手市	昭和49年	1974-D05			20.48	
		1974-D05-02	B-02					1.60	10.51	
		1974-D05-03	B-03					1.67	10.48	
		1974-D05-04	B-04						10.45	
		1974-D05-05	B-05					0.85	5.45	
		1974-D05-06	B-06					0.97	5.45	
		1974-D05-07	B-07					1.55	10.45	
	34	1974-D06-01	B-01	取手市	昭和49年	1974-D06	13.730	4.68	23.70	
		1974-D06-02	B-02				13.720	5.10	22.47	
1974-D06-03		B-03	12.230				3.63	25.44		
35	1974-D07-01	B-01	取手市	昭和49年	1974-D07	-0.350	0.45	50.45		
	1974-D07-02	B-02				-0.350	0.50	50.33		
	1974-D07-03	B-03				-0.350	0.50	50.45		
	1974-D07-04	B-04				-0.350	0.40	50.28		
1975	36	1975-D01-01	B-01	取手市	昭和50年	1975-D01	-0.875	0.10	35.20	
		1975-D01-02	B-02				5.020	3.00	18.16	
		1975-D01-03	B-03				-0.935	0.20	20.12	
	37	1975-D02-01	B-01	取手市	昭和50年	1975-D02	-3.660	1.35	25.16	
		1975-D02-02	B-02				-3.600	0.35	25.23	
	38	1975-D03-01	B-01	取手市	昭和50年	1975-D03	5.869	1.60	32.30	
		1975-D03-02	B-02				14.191	8.10	27.35	
		1975-D03-03	B-03				7.881	1.25	22.45	
		1975-D03-04	B-04				9.211	5.20	26.39	
	1976	39	1976-D01-01	B-01	取手市	昭和51年	1976-D01	-1.256	0.05	25.45
			1976-D01-02	B-02				-1.294	0.05	20.35
			1976-D01-03	B-03				-1.358	0.05	28.45
40		1976-D02-01	B-01	取手市	昭和51年	1976-D02	5.748	1.05	35.50	
41		1976-D03-01	B-01	取手市	昭和51年	1976-D03	6.245	0.10	14.45	
		1976-D03-02	B-02				23.679		10.45	
		1976-D03-03	B-03				6.655	0.30	19.45	
		1976-D03-04	B-04				20.973		10.45	
		1976-D03-05	B-05				5.938	0.40	19.45	
42		1976-D04-01	B-01	取手市	昭和51年	1976-D04	-0.295	0.70	22.15	
	1976-D04-02	B-02	-0.590				0.35	20.30		
1977	43	1977-D01-01	B-01	取手市	昭和52年	1977-D01	6.864	0.96	15.45	
		1977-D01-02	B-02				9.634	1.85	15.40	
		1977-D01-03	B-03				9.964	2.00	15.27	
	44	1977-D02-01	B-01	取手市	昭和52年	1977-D02	10.200	2.70	15.45	
		1977-D02-02	B-02				10.350	4.05	15.44	
	45	1977-D03-01	B-01	取手市	昭和52年	1977-D03	5.900	0.40	15.50	
	46	1977-D04-01	B-01	取手市	昭和52年	1977-D04	-0.015	2.40	50.24	
		1977-D04-02	B-02				0.045	2.40	50.30	
		1977-D04-03	B-03				-0.116	1.30	50.34	
		1977-D04-04	B-04				-0.354	0.95	20.60	
	47	1977-D05-01	B-01	取手市	昭和52年	1977-D05	6.091	4.02	43.45	
		1977-D05-02	B-02				10.200		55.36	
		1977-D05-03	B-03				5.910		51.31	
		1977-D05-04	B-04				7.480	4.60	46.30	
48	1977-D06-01	B-01	取手市	昭和52年	1977-D06	-0.110	1.10	26.20		

表 5.4.14 ボーリング柱状図リスト (4)

	No.	作業番号	Bor.No.	市町村名	調査年度	整理番号	標高(m)	坑内水位GL-(m)	調査深度(m)	
1977	49	1977-D07-01	B-01	取手市	昭和52年	1977-D07	4.370	地上水	48.21	
		1977-D07-02	B-02				4.360	地上水	46.20	
		1977-D07-03	B-03				5.480	0.40	40.45	
	50	1977-D08-01	B-01	取手市	昭和52年	1977-D08	4.010	0.90	45.41	
		1977-D08-02	B-02				4.000	1.05	45.28	
		1977-D08-03	B-03				3.960	1.30	44.42	
		1977-D08-04	B-04				2.730	地上水	46.20	
		1977-D08-05	B-05				2.740	地上水	47.24	
		1977-D08-06	B-06				3.850	0.00	48.22	
		1977-D08-07	B-07				3.180	地上水	47.25	
	51	1977-D09-01	B-01	取手市	昭和52年	1977-D09	-0.020	2.30	47.26	
		1977-D09-02	B-02				-0.100	1.70	50.30	
	52	1977-D10-01	B-01	取手市	昭和52年	1977-D10	6.876	0.85	33.37	
	53	1977-D11-01	B-01	取手市	昭和52年	1977-D11		0.80	35.30	
		1977-D11-02	B-02					0.85	35.34	
		1977-D11-03	B-03					1.83	35.25	
		1977-D11-04	B-04					2.00	35.28	
		1977-D11-05	B-05					2.05	35.26	
		1977-D11-06	B-06					1.75	35.25	
	54	1977-D12-01	B-01	取手市	昭和52年	1977-D12	22.200	13.70	29.33	
		1977-D12-02	B-02				23.070	14.35	30.35	
	55	1977-D13-01	B-01	取手市	昭和52年	1977-D13	5.434	1.30	20.42	
		1977-D13-02	B-02				5.282	1.20	20.42	
	56	1977-D14-01	B-01	取手市	昭和52年	1977-D14	11.469	3.45	22.25	
		1977-D14-02	B-02				18.068		18.40	
		1977-D14-03	B-03				11.521	2.95	16.35	
		1977-D14-04	B-04				8.790	0.90	23.40	
		1977-D14-05	B-05				14.108	9.20	22.45	
		1977-D14-06	B-06				9.032	1.62	14.40	
	1978	57	1978-D01-01	B-01	取手市	昭和53年	1978-D01	5.288	1.10	45.30
			1978-D01-02	B-02				4.868	0.10	45.23
		58	1978-D02-01	B-01	取手市	昭和53年	1978-D02	-0.795	1.60	50.24
			1978-D02-02	B-02				-0.730	1.40	50.25
		59	1978-D03-01	B-01	取手市	昭和53年	1978-D03	-0.320	1.68	45.33
		60	1978-D04-01	B-01	取手市	昭和53年	1978-D04	-0.625	0.09	30.26
			1978-D04-02	B-02				-0.592	0.06	30.26
			1978-D04-03	B-03				-0.520	0.09	31.25
		61	1978-D05-01	B-01	取手市	昭和53年	1978-D05	-1.105	3.20	20.29
			1978-D05-02	B-02				-0.840	3.45	20.31
		62	1978-D06-01	B-01	取手市	昭和53年	1978-D06		11.10	23.45
			1978-D06-02	B-02					12.15	28.39
			1978-D06-03	B-03					3.20	22.40
			1978-D06-04	B-04					3.55	22.36
			1978-D06-05	B-05					0.25	21.33
			1978-D06-06	B-06					0.25	18.39
			1978-D06-07	B-07					5.20	33.45
		63	1978-D07-01	B-01	取手市	昭和53年	1978-D07	17.310	6.65	25.25
			1978-D07-02	B-02				22.130	12.10	24.35
1978-D07-03			B-03	13.320				1.60	20.24	
1978-D07-04			B-04	14.220				4.25	23.35	
1978-D07-05			B-05	15.500				6.00	22.30	
1978-D07-06			B-06	22.200				6.50	12.45	
1978-D07-07			B-07	5.300				0.60	41.40	
1978-D07-08			B-08	5.300				0.20	41.33	
1979		64	1979-D01-01	B-01	取手市	昭和54年	1979-D01			
		65	1979-D02-01	B-01	取手市	昭和54年	1979-D02			

表 5.4.15 ボーリング柱状図リスト (5)

	No.	作業番号	Bor.No.	市町村名	調査年度	整理番号	標高(m)	坑内水位GL-(m)	調査深度(m)
1979	66	1979-D03-01	B-01	取手市	昭和54年	1979-D03	9.716		10.45
		1979-D03-02	B-02				9.329	2.10	10.45
		1979-D03-03	B-03				9.976	2.55	10.40
		1979-D03-04	B-04				9.908	2.40	10.35
		1979-D03-05	B-05				9.449	2.45	10.45
		1979-D03-06	B-06				8.249	0.85	22.45
	67	1979-D04-01	B-01	取手市	昭和54年	1979-D04	3.270	0.00	46.40
		1979-D04-02	B-02				2.960	0.00	43.26
		1979-D04-03	B-03				2.920	0.00	27.45
		1979-D04-04	B-04				3.040	0.00	41.30
		1979-D04-05	B-05				3.030	0.00	27.45
		1979-D04-06	B-06				3.060	0.00	29.45
		1979-D04-07	B-07				2.910	0.00	27.45
		1979-D04-08	B-08				3.190	0.00	45.32
		1979-D04-09	B-09				3.180	0.00	27.45
		1979-D04-10	B-10				2.970	0.00	47.28
		1979-D04-11	B-11				3.150	0.00	22.35
		1979-D04-12	B-12				3.260	0.00	27.45
	69	1979-D05-01	B-01	取手市	昭和54年	1979-D05	9.488	1.40	26.45
		1979-D05-02	B-02				9.938	1.40	21.40
		1979-D05-03	B-03				9.998	1.40	24.39
1979-D05-04		B-04	9.308				1.30	28.45	
1979-D05-05		B-05	9.367				1.30	26.45	
70	1979-D06-01	B-01	取手市	昭和54年	1979-D06	5.690	3.60	25.31	
	1979-D06-02	B-02				4.550	1.75	20.45	
	1979-D06-03	B-03				5.820	3.60	50.24	
	1979-D06-04	B-04				4.040	1.55	20.45	
	1979-D06-05	B-05				4.200	1.35	20.45	
1980	68	1980-D02-01	B-01	取手市	昭和55年	1980-D02			
		1980-D02-02	B-02						
	71	1980-D03-01	B-01	取手市	昭和55年	1980-D03	8.300	0.00	23.30
		1980-D03-02	B-02				8.380	0.00	20.30
		1980-D03-03	B-03				8.920	1.05	15.30
		1980-D03-04	B-04				9.050	0.60	15.30
		1980-D03-05	B-05				10.790	0.80	15.30
	72	1980-D04-01	B-01	取手市	昭和55年	1980-D04	-0.680	0.00	30.45
		1980-D04-02	B-02				-0.690	0.00	30.40
	73	1980-D05-01	B-01	取手市	昭和55年	1980-D05	7.160	0.05	20.30
		1980-D05-02	B-02				7.230	0.15	20.32
	74	1980-D06-01	B-01	取手市	昭和55年	1980-D06	9.260	1.35	29.43
		1980-D06-02	B-02				9.370	1.37	16.50
		1980-D06-03	B-03				9.680	1.10	11.50
1980-D06-04		B-04	9.390				1.20	23.35	
1980-D06-05		B-05	10.660				2.20	12.40	
1980-D06-06		B-06	11.010				1.25	24.25	
1980-D06-07		B-07	11.460				1.30	14.44	
1980-D06-08		B-08	12.100				2.45	18.45	
1980-D06-09		B-09	12.870				1.20	15.36	
1980-D06-10		B-10	14.450				4.50	10.50	
1980-D06-11	B-11	19.740	9.50	16.45					
1980-D06-12	B-12	19.160	6.50	20.35					
1980-D06-13	B-13	21.670	7.50	15.45					
1980-D06-14	B-14	21.190	6.30	23.40					

表 5.4.16 ボーリング柱状図リスト (6)

	No.	作業番号	Bor.No.	市町村名	調査年度	整理番号	標高(m)	坑内水位GL-(m)	調査深度(m)	
1980	75	1980-D07-01	B-01	取手市	昭和55年	1980-D07	-0.190		20.41	
		1980-D07-02	B-02				-0.020		7.45	
		1980-D07-03	B-03				-1.790		7.45	
		1980-D07-04	B-04				-1.940		7.45	
	76	1980-D08-01	B-01	取手市	昭和55年	1980-D08	20.850	5.50	20.45	
		1980-D08-02	B-02				12.970	1.10	20.45	
		1980-D08-03	B-03				12.370	1.00	20.45	
	77	1980-D09-01	B-01	取手市	昭和55年	1980-D09	4.400	2.50	32.40	
		1980-D09-02	B-02				5.490	0.20	10.70	
		1980-D09-03	B-03				5.530	0.55	46.20	
		1980-D09-04	B-04				5.830	0.80	46.27	
	78	1980-D10-01	B-01	取手市	昭和55年	1980-D10	21.130	6.40	23.30	
		1980-D10-02	B-02				21.680	10.50	20.39	
		1980-D10-03	B-03				10.650	0.80	25.30	
		1980-D10-04	B-04				9.880	0.30	25.44	
		1980-D10-05	B-05				-12.290	1.20	18.33	
	79	1980-D11-01	B-01	取手市	昭和55年	1980-D11	6.640	0.95	10.30	
		1980-D11-02	B-02				5.420	0.80	10.30	
	80	1980-D12-01	B-01	取手市	昭和55年	1980-D12	7.446	4.00	10.45	
		1980-D12-02	B-02				6.565	3.15	13.45	
		1980-D12-03	B-03				6.082	1.75	10.45	
		1980-D12-04	B-04				5.957	1.25	15.45	
		1980-D12-05	B-05				6.252	0.85	10.45	
	81	1980-D13-01	B-01	取手市	昭和55年	1980-D13	10.742	2.80	26.35	
		1980-D13-02	B-02				11.375	2.80	27.39	
		1980-D13-03	B-03				10.498	2.10	26.30	
		1980-D13-04	B-04				10.279	1.70	27.46	
		1980-D13-05	B-05				11.255	2.85	27.36	
		1980-D13-06	B-06				11.166	1.70	27.38	
		1980-D13-07	B-07				10.858	1.60	27.35	
		1980-D13-08	B-08				10.821	2.70	26.35	
	82	1980-D14-01	B-01	取手市	昭和55年	1980-D14	7.540	0.00	25.40	
		1980-D14-02	B-02				7.900	0.00	25.41	
		1980-D14-03	B-03				8.000	0.00	25.34	
	1981	83	1981-D05-01	B-01	取手市	昭和56年	1981-D05	4.250	1.00	50.40
			1981-D05-02	B-02				4.760	1.60	50.30
	84	1981-D06-01	B-01	取手市	昭和56年	1981-D06	-0.560	0.80	46.27	
		1981-D06-02	B-02				-1.021	0.80	46.30	
	85	1981-D07-01	B-01	取手市	昭和56年	1981-D07				
		1981-D07-02	B-02							
	86	1981-D08-01	B-01	取手市	昭和56年	1981-D08	1.795	6.50	23.10	
		1981-D08-02	B-02				1.855	6.90	23.14	
	87	1981-D09-01	B-01	取手市	昭和56年	1981-D09	18.850		26.34	
		1981-D09-02	B-02				21.120		28.30	
		1981-D09-03	B-03				21.860		20.40	
	88	1981-D10-01	B-01	取手市	昭和56年	1981-D10	4.191	0.30	15.65	
		1981-D10-02	B-02				4.509	0.50	15.49	
		1981-D10-03	B-03				5.161	0.40	15.15	
1981-D10-04		B-04	4.861				0.10	15.45		
89	1981-D11-01	B-01	取手市	昭和56年	1981-D11		1.68	45.33		
	1981-D11-02	B-02				5.000	1.65	43.31		
	1981-D11-03	B-03				5.260	1.25	43.38		
	1981-D11-04	B-04					1.15	50.24		
	1981-D11-05	B-05								
	1981-D11-06	B-06				-0.730	1.40	50.2*		
	1981-D11-07	B-07				5.690	3.60	25.31		

表 5.4.17 ボーリング柱状図リスト (7)

No.	作業番号	Bor.No.	市町村名	調査年度	整理番号	標高(m)	坑内水位GL-(m)	調査深度(m)
1981	1981-D11-08	B-08				4.550	1.75	20.25
	1981-D11-09	B-09				5.120	0.45	65.08
	1981-D11-10	B-10				5.270	1.10	49.20
	1981-D11-11	B-11				4.380	0.40	30.36
	1981-D11-12	B-12				4.490	0.70	30.21
	1981-D11-13	B-13				3.800	0.20	32.28
	1981-D11-14	B-14				4.260	1.75	47.34
	1981-D11-15	B-15				4.540	0.90	37.45
	1981-D11-16	B-16				4.660	0.80	33.45
	1981-D11-17	B-17				4.950	0.65	52.20
	1981-D11-18	B-18					5.40	45**
	1981-D11-19	B-19				5.020	?	50.24
	1981-D11-20	B-20				4.040	1.55	20.45
	1981-D11-21	B-21				4.200	1.35	20.45
	1981-D11-22	B-22						30.00
	1981-D11-23	B-23				-6.313	0.60	5.49
	1981-D11-24	B-24				7.910	1.25	10.45
	1981-D11-25	B-25				7.590	1.00	10.45
	1981-D11-26	B-26				6.400	0.80	10.45
	1981-D11-27	B-27				6.300	1.30	10.45
	1981-D11-28	B-28				7.020	0.20	15.39
	1981-D11-29	B-29				7.630	0.20	15.44
	1981-D11-30	B-30				8.090	0.35	10.45
	1981-D11-31	B-31				8.360	0.90	15.41
	1981-D11-32	B-32				7.430	0.00	15.45
	1981-D11-33	B-33				6.300	0.00	15.45
	1981-D11-34	B-34				5.990	0.90	10.45
	1981-D11-35	B-35				6.350	0.70	37.27
	1981-D11-36	B-36				5.790	1.00	21.45
	1981-D11-37	B-37				6.480	0.80	10.45
	1981-D11-38	B-38						
	1981-D11-39	B-39				4.868	0.70	45.23
	1981-D11-40	B-40				0.159	0.90	
	1981-D11-41	B-41				0.007	0.90	50.25
	1981-D11-42	B-42						50.46
	1981-D11-43	B-43						30.00
	1981-D11-44	B-44				-0.015	2.40	50.24
	1981-D11-45	B-45				0.065	2.40	50.30
	1981-D11-46	B-46				-0.116	1.30	50.34
	1981-D11-47	B-47				5.400	0.40	40.45
	1981-D11-48	B-48				5.100	0.45	51.30
	1981-D11-49	B-49				5.210	0.80	50.25
	1981-D11-50	B-50				4.510	0.15	47.25
	1981-D11-51	B-51				5.260	0.40	50.27
	1981-D11-52	B-52				12.070	6.10	33.62
	1981-D11-53	B-53				3.748	1.05	35.50
	1981-D11-54	B-54				5.830	0.80	46.27
	1981-D11-55	B-55				5.530	0.53	46.12
	1981-D11-56	B-56					1.05	15.45
	1981-D11-57	B-57				6.370	地上水	48.21
	1981-D11-58	B-58				4.360	地上水	46.20
	1981-D11-59	B-59				-4.569	0.70	50.25
	1981-D11-60	B-60				3.400	2.50	32.40
	1981-D11-61	B-61				4.250	1.00	50.45
	1981-D11-62	B-62				3.541		40.45
	1981-D11-63	B-63				6.518	0.90	40.35

表 5.4.18 ボーリング柱状図リスト (8)

No.	作業番号	Bor.No.	市町村名	調査年度	整理番号	標高(m)	坑内水位GL-(m)	調査深度(m)
1981	1981-D11-64	B-64				6.483	0.60	20.85
	1981-D11-65	B-65				6.513	0.90	5.85
	1981-D11-66	B-66				12.470	6.25	33.45
	1981-D11-67	B-67				5.074	2.10	45.55
	1981-D11-68	B-68				5.490	0.20	10.70
	1981-D11-69	B-69				4.312	0.80	10.80
	1981-D11-70	B-70				2.740	地上水	47.24
	1981-D11-71	B-71				3.850	0.00	48.22
	1981-D11-72	B-72				3.180	地上水	47.25
	1981-D11-73	B-73				*.836	0.80	37.**
	1981-D11-74	B-74				4.472	0.65	50.30
	1981-D11-75	B-75				4.571	0.70	50.20
	1981-D11-76	B-76				4.010	0.90	45.41
	1981-D11-77	B-77				3.960	1.30	44.42
	1981-D11-78	B-78				4.000	1.05	45.20
	1981-D11-79	B-79				2.730	地上水	46.20
	1981-D11-80	B-80				3.270	0.00	46.40
	1981-D11-81	B-81				2.960	0.00	43.25
	1981-D11-82	B-82				2.920	0.00	27.45
	1981-D11-83	B-83				5.150	0.35	48.35
	1981-D11-84	B-84				3.040	0.00	41.30
	1981-D11-85	B-85				3.260	0.00	27.45
	1981-D11-86	B-86				4.510	7.50	43.**
	1981-D11-87	B-87				3.420	1.30	47.**
	1981-D11-88	B-88				3.150	0.00	22.35
	1981-D11-89	B-89						15.43
	1981-D11-90	B-90						15.50
	1981-D11-91	B-91				-7.725	1.55	50.57
	1981-D11-92	B-92					2.41	20.27
	1981-D11-93	B-93				-7.411	2.35	50.57
	1981-D11-94	B-94				-7.177	2.75	50.34
	1981-D11-95	B-95				6.732	1.80	50.30
	1981-D11-96	B-96				5.928	1.00	49.23
	1981-D11-97	B-97				-6.660	1.60	50.65
	1981-D11-98	B-98					1.10	11.45
	1981-D11-99	B-99				-7.190	1.60	50.25
1981-D11-100	B-100				2.828	5.60	45.60	
1981-D11-101	B-101				-5.909	1.20	45.04	
1981-D11-102	B-102				6.228	1.60	50.87	
1981-D11-103	B-103				6.513	1.70	50.35	
1981-D11-104	B-104				6.599	2.20	50.23	
1981-D11-105	B-105						45.**	
1981-D11-106	B-106						48.25	
1981-D11-107	B-107					4.20	50.19	
1981-D11-108	B-108				10.500	5.10	50.24	
1981-D11-109	B-109				9.900	5.05	48.29	
1981-D11-110	B-110				-0.483	1.10	25.40	
1981-D11-111	B-111				0.161	1.70	25.30	
1981-D11-112	B-112				3.190	0.00	45.32	
1981-D11-113	B-113				2.970	0.00	27.29	
1981-D11-114	B-114				11.090	1.20	15.45	
1981-D11-115	B-115				-0.030	1.05	30.72	
1981-D11-116	B-116				0.030	1.10	30.45	
90	1981-D12-01	B-01	取手市	昭和56年	1981-D12	23.080	3.00	25.42
	1981-D12-02	B-02				24.100	1.40	23.30
	1981-D12-03	B-03				23.680	14.50	25.35

表 5.4.19 ボーリング柱状図リスト (9)

No.	作業番号	Bor.No.	市町村名	調査年度	整理番号	標高(m)	坑内水位GL-(m)	調査深度(m)						
1981	91	1981-D13-01	B-01	取手市	昭和56年	1981-D13	7.421	0.55	32.28					
		1981-D13-02	B-02				7.581	0.40	30.34					
		1981-D13-03	B-03				7.651	0.60	30.45					
		1981-D13-04	B-04				8.164	1.00	33.41					
		1981-D13-05	B-05				7.820	0.60	28.35					
		1981-D13-06	B-06				9.061	0.35	21.35					
		1981-D13-07	B-07				9.346	0.15	21.35					
		1981-D13-08	B-08				9.693	0.80	25.40					
		1981-D13-09	B-09				10.330	2.40	15.32					
		1981-D13-10	B-10				9.420	1.55	15.28					
	92	1981-D14-01	B-01	取手市	昭和56年	1981-D14	5.387	0.70	48.31					
		1981-D14-02	B-02				5.193	2.10	15.55					
		1981-D14-03	B-03				5.504	0.80	47.29					
		1981-D14-04	B-04				5.275	1.80	15.45					
		1981-D14-05	B-05				4.922	0.40	40.45					
	93	1981-D15-01	B-01	取手市	昭和56年	1981-D15	7.312	1.90	24.45					
		1981-D15-02	B-02				7.283	1.10	27.45					
		1981-D15-03	B-03				7.858	1.30	23.45					
		1981-D15-04	B-04				8.618	1.00	17.45					
		1981-D15-05	B-05				9.456	1.80	14.45					
		1981-D15-06	B-06				10.069		18.45					
	94	1981-D16-01	B-01	取手市	昭和56年	1981-D16	3.270	1.40	43.26					
		1981-D16-02	B-02				3.760	2.55	49.20					
		1981-D16-03	B-03				3.120	0.05	30.30					
		1981-D16-04	B-04				3.860	1.20	14.26					
		1981-D16-05	B-05				3.740	1.80	20.30					
	1982	95	1982-D11-01	B-01	取手市	昭和57年	1982-D11		1.00	33.26				
			96	1982-D12-01				B-01	取手市	昭和57年	1982-D12	-0.170	5.80	20.30
				1982-D12-02				B-02				-0.190	6.50	20.39
		1982-D12-03	B-03	-9.420	3.70	10.45								
97		1982-D13-01	B-01	取手市	昭和57年	1982-D13	-0.484	1.90	35.40					
		1982-D13-02	B-02				-0.624	1.73	32.42					
		1982-D13-03	B-03				-0.225	11.25	36.35					
		1982-D13-04	B-04				-0.171	11.30	33.32					
		1982-D13-05	B-05				-0.320	8.50	30.45					
		1982-D13-06	B-06				-0.755	8.90	26.36					
98		1982-D14-01	B-01	取手市	昭和57年	1982-D14								
99		1982-D15-01	B-01	取手市	昭和57年	1982-D15	12.140	0.00	12.45					
		1982-D15-02	B-02				11.470	0.00	13.45					
		1982-D15-03	B-03				17.980	4.00	9.80					
100		1982-D16-01	B-01	取手市	昭和57年	1982-D16	13.463	6.45	10.45					
		1982-D16-02	B-02				15.175	8.20	15.45					
		1982-D16-03	B-03				10.296	3.45	15.45					
		1982-D16-04	B-04				19.978	15.00以深	15.45					
		1982-D16-05	B-05				9.086	2.65	15.45					
101		1982-D17-01	B-01	取手市	昭和57年	1982-D17	0.350	4.50	29.34					
		1982-D17-02	B-02				0.070	4.40	33.45					
102		1982-D18-01	B-01	取手市	昭和57年	1982-D18	-1.770	0.25	10.68					
		1982-D18-02	B-02				-1.339	0.20	10.45					
103		1982-D19-01	B-01	取手市	昭和57年	1982-D19	11.14	2.40	15.43					
		1982-D19-02	B-02				10.99	2.10	18.39					
		1982-D19-03	B-03				10.39	1.00	20.45					
104		1982-D20-01	B-01	取手市	昭和57年	1982-D20								
		~												
		1982-D20-05	B-05											

表 5.4.20 ボーリング柱状図リスト (10)

	No.	作業番号	Bor.No.	市町村名	調査年度	整理番号	標高(m)	坑内水位GL-(m)	調査深度(m)	
1982	105	1982-D21-01	B-01	取手市	昭和57年	1982-D21	7.155	3.10	38.36	
		1982-D21-02	B-02				9.591	5.00	18.44	
		1982-D21-03	B-03				7.174	3.25	15.38	
		1982-D21-04	B-04				4.516	1.00	31.35	
		1982-D21-05	B-05				7.177	3.80	25.39	
		1982-D21-06	B-06				9.811	6.70	20.45	
	106	1982-D22-01	B-01	取手市	昭和57年	1982-D22		2.10	45.25	
	107	1982-D23-01	B-01	取手市	昭和57年	1982-D23	27.25		23.45	
		1982-D23-02	B-02				20.37		16.44	
	108	1982-D24-01	B-01	取手市	昭和57年	1982-D24	3.345	1.50	45.37	
		1982-D24-02	B-02				3.800	1.65	20.48	
		1982-D24-03	B-03				3.714	1.50	15.75	
		1982-D24-04	B-04				4.448	1.50	15.75	
		1982-D24-05	B-05				5.038	1.56	45.31	
		1982-D24-06	B-06				5.940	0.85	33.33	
		1982-D24-07	B-07				7.157	1.50	30.45	
	1983	109	1983-D03-01	B-01	取手市	昭和58年	1983-D03	0.840	1.65	35.40
			1983-D03-02	B-02				0.800	1.70	30.40
		110	1983-D04-01	B-01	取手市	昭和58年	1983-D04	-0.450	4.80	21.25
			1983-D04-02	B-02				-0.570	4.50	32.30
		111	1983-D05-01	B-01	取手市	昭和58年	1983-D05	10.310	1.50	30.38
112		1983-D06-01	B-01		昭和58年	1983-D06	13.410	4.73	5.80	
		1983-D06-02	B-02				14.690		6.50	
113		1983-D07-01	B-01	取手市	昭和58年	1983-D07	6.343	0.85	15.50	
114		1983-D08-01	B-01		昭和58年	1983-D08	6.097	0.20	20.40	
		1983-D08-02	B-02				5.719	0.20	25.45	
		1983-D08-03	B-03				6.203	0.60	10.45	
		1983-D08-04	B-04				8.593	0.85	15.45	
115		1983-D09-01	B-01	取手市	昭和58年	1983-D09	9.860	0.50	18.35	
	1983-D09-02	B-02	10.630				1.30	17.30		
116	1983-D10-01	B-01	取手市	昭和58年	1983-D10					
	~ 1983-D10-05	B-05								
1984	117	1984-D10-01	B-01	取手市	昭和59年	1984-D10	4.900	0.60	15.80	
		1984-D10-02	B-02				4.850	1.30	15.80	
		1984-D10-03	B-03				4.990	1.50	36.40	
	118	1984-D11-01	B-01	取手市	昭和59年	1984-D11				
		~ 1984-D11-08	B-08							
	119	1984-D12-01	B-01	取手市	昭和59年	1984-D12	13.94	12.40	25.33	
		1984-D12-02	B-02				13.63	12.10	24.50	
	120	1984-D13-01	B-01	取手市	昭和59年	1984-D13	6.160	0.60	12.45	
		1984-D13-02	B-02				6.521	2.00	19.31	
		1984-D13-03	B-03				7.020	2.30	16.45	
		1984-D13-04	B-04				6.390	2.80	18.45	
		1984-D13-05	B-05				6.664	1.70	19.45	
		1984-D13-06	B-06					5.70	7.10	
	121	1984-D14-01	B-01	取手市	昭和59年	1984-D14				
		~ 1984-D14-20	B-20							
	122	1984-D15-01	B-01	取手市	昭和59年	1984-D15	8.114	2.00	15.37	
		1984-D15-02	B-02				8.907	1.40	13.44	
		1984-D15-03	B-03				8.194	0.50	20.30	
		1984-D15-04	B-04				10.529	1.50	17.31	
		1984-D15-05	B-05				12.320	4.70	19.35	

表 5.4.21 ボーリング柱状図リスト (11)

	No.	作業番号	Bor.No.	市町村名	調査年度	整理番号	標高(m)	坑内水位GL-(m)	調査深度(m)
1984	123	1984-D16-01	B-01	取手市	昭和59年	1984-D16	7.280	0.83	20.40
		1984-D16-02	B-02				6.590	0.72	20.45
	125	1984-D17-01	B-01	取手市	昭和59年	1984-D17			
		1984-D17-02	B-02						
1985	126	1985-D04-01	B-01	取手市	昭和60年	1985-D04	10.140	1.46	20.45
		1985-D04-02	B-02				9.320		1.50
		1985-D04-03	B-03				9.310	1.20	1.50
		1985-D04-04	B-04				9.490	1.30	1.50
127	1985-D05-01	B-01	取手市	昭和60年	1985-D05	6.440	(+)0.25	18.31	
		B-02				5.984	0.10	20.30	
		B-03				6.470	(+)0.25	18.30	
		B-04				6.472	(+)0.05	18.20	
		B-05				5.881	0.05	20.27	
128	1985-D06-01	B-01	取手市	昭和60年	1985-D06				
		~							
129	1985-D07-01	B-01	取手市	昭和60年	1985-D07				
		~							
130	1985-D08-01	B-01	取手市	昭和60年	1985-D08	8.090	0.00	20.42	
		B-02				8.750	0.00	20.25	
		B-03				9.490	0.10	20.32	
		B-04				22.250		10.45	
131	1985-D09-01	B-01	取手市	昭和60年	1985-D09	6.470	1.15	46.45	
		B-02				6.440	1.47	15.50	
		B-03				6.940	1.80	15.50	
		B-04				6.750	1.87	15.40	
132	1985-D10-01	B-01	取手市	昭和60年	1985-D10	10.770	2.90	15.43	
		B-02				10.670	2.50	20.45	
		B-03				10.540	2.35	20.45	
133	1985-D11-01	B-01	取手市	昭和60年	1985-D11	11.418	0.10	13.45	
		B-02				7.132	0.20	20.44	
		B-03				6.251	0.10	18.43	
		B-04				7.729	0.50	14.45	
134	1985-D12-01	B-01	取手市	昭和60年	1985-D12	5.660	1.10	18.39	
		B-02				6.810	1.40	15.45	
		B-03				7.240	1.30	13.33	
		B-04				8.120	1.00	14.23	
135	1985-D13-01	B-01	取手市	昭和60年	1985-D13				
		B-02							
		B-03							
136	1985-D14-01	B-01	取手市	昭和60年	1985-D14	-0.050	2.90	21.25	
137	1985-D15-01	B-01	取手市	昭和60年	1985-D15			2.00	
		B-02						2.00	
138	1985-D16-01	B-01	取手市	昭和60年	1985-D16	9.100		20.44	
		B-02				7.830		30.37	
		B-03				9.010		8.44	
		B-04				9.110		23.40	
		B-05				20.960		18.33	
		B-06				7.090		30.41	
		B-07				7.450		20.45	
1986	140	1986-D05-01	B-01	取手市	昭和61年	1986-D05	9.120	1.25	23.35
		1986-D05-02	B-02				9.350	1.05	30.30
		1986-D05-03	B-03				9.220	1.80	34.33

表 5.4.22 ボーリング柱状図リスト (12)

	No.	作業番号	Bor.No.	市町村名	調査年度	整理番号	標高(m)	坑内水位GL-(m)	調査深度(m)
1986	141	1986-D06-01	B-01	取手市	昭和61年	1986-D06			
		1986-D06-07	B-07						
	142	1986-D07-01	B-01	取手市	昭和61年	1986-D07	5.900	1.20	14.45
		1986-D07-02	B-02				6.190	1.50	15.45
	143	1986-D08-01	B-01	取手市	昭和61年	1986-D08	6.730	0.20	15.45
		1986-D08-02	B-02				6.760	0.00	13.45
	144	1986-D09-01	B-01	取手市	昭和61年	1986-D09	13.570		28.46
		1986-D09-02	B-02				5.690		24.45
	145	1986-D10-01	B-01	取手市	昭和61年	1986-D10	7.740	1.47	10.45
		1986-D10-02	B-02				5.670	1.00	10.45
1986-D10-03		B-03	6.290				1.20	10.45	
146	1986-D11-01	B-01	取手市	昭和61年	1986-D11	15.430	2.80	13.39	
	1986-D11-02	B-02				12.840	0.70	9.45	
	1986-D11-03	B-03				10.970	0.25	13.45	
	1986-D11-04	B-04				10.390	1.20	10.45	
147	1986-D12-01	B-01	取手市	昭和61年	1986-D12	-1.950	6.80	20.38	
148	1986-D13-01	B-01	取手市	昭和61年	1986-D13	10.450	1.05	26.35	
	1986-D13-02	B-02				10.250	1.45	24.30	
149	1986-D14-01	B-01	取手市	昭和61年	1986-D14	9.650	4.20	10.45	
	1986-D14-02	B-02				10.990	6.50	18.45	
	1986-D14-03	B-03				12.150	2.60	14.45	
	1986-D14-04	B-04				8.000	1.90	14.40	
1987	150	1987-D06-01	B-01	取手市	昭和62年	1987-D06	13.900	0.50	10.45
	151	1987-D07-01	B-01	取手市	昭和62年	1987-D07			1.50
		1987-D07-02	B-02						1.50
		1987-D07-03	B-03						1.50
		1987-D07-04	B-04						1.50
		1987-D07-05	B-05						1.50
	152	1987-D08-01	B-01	取手市	昭和62年	1987-D08	19.020	6.80	25.44
		1987-D08-02	B-02				18.660	6.50	27.29
		1987-D08-03	B-03				18.020	5.60	26.30
1987-D08-04		B-04	17.960				5.70	25.23	
1987-D08-05		B-05	17.940				6.90	23.21	
153	1987-D09-01	B-01	取手市	昭和62年	1987-D09	20.160		12.45	
	1987-D09-02	B-02				11.540		12.45	
	1987-D09-03	B-03				10.840	1.30	10.45	
154	1987-D10-01	B-01	取手市	昭和62年	1987-D10	21.235		3.00	
	1987-D10-02	B-02				21.490		3.00	
	1987-D10-03	B-03				6.699	2.30	4.50	
	1987-D10-04	B-04				11.200	6.80	8.00	
	1987-D10-05	B-05						1.70	
	1987-D10-06	B-06						1.60	
	1987-D10-07	B-07						1.75	
1988	155	1988-D01-01	B-01	取手市	昭和63年	1988-D01	16.753	2.70	15.45
		1988-D01-02	B-02				10.346	0.05	17.45
		1988-D01-03	B-03				9.703	(+)0.10	18.37
		1988-D01-04	B-04				11.706	1.60	20.45
		1988-D01-05	B-05				11.135	2.00	15.30
		1988-D01-06	B-06				10.488	0.60	15.33

表 5.4.23 ボーリング柱状図リスト (13)

	No.	作業番号	Bor.No.	市町村名	調査年度	整理番号	標高(m)	坑内水位GL-(m)	調査深度(m)			
1988	156	1988-D02-01	B-01	取手市	昭和63年	1988-D02			1.50			
		1988-D02-02	B-02				1.50					
		1988-D02-03	B-03				1.50					
		1988-D02-04	B-04				1.50					
		1988-D02-05	B-05				1.50					
		1988-D02-06	B-06				1.50					
		1988-D02-07	B-07				1.50					
		1988-D02-08	B-08				1.50					
	157	1988-D03-01	B-01	取手市	昭和63年	1988-D03	10.160	1.30	18.45			
	158	1988-D04-01	B-01	取手市	昭和63年	1988-D04	5.208	0.80	50.20			
		1988-D04-02	B-02				5.188	0.80	50.19			
		1988-D04-03	B-03				5.153	0.80	50.20			
		1988-D04-04	B-04				5.053	0.75	52.27			
		1988-D04-05	B-05				5.168	1.80	50.18			
	159	1988-D05-01	B-01	取手市	昭和63年	1988-D05	-0.930	1.90	27.40			
1989	160	1989-D03-01	B-01	取手市	平成元年	1989-D03	7.890	1.48	23.39			
		1989-D04-01	B-01				取手市	平成元年	1989-D04	13.062	1.00	18.29
		1989-D04-02	B-02							13.264	1.06	11.45
		1989-D04-03	B-03							13.865	3.50	20.21
		1989-D04-04	B-04							21.712	11.40	28.45
	1989-D04-05	B-05	21.584	10.80	27.25							
	162	1989-D05-01	B-01	取手市	平成元年	1989-D05	13.000	1.73	10.45			
		1989-D05-02	B-02				12.200	0.95	10.45			
		1989-D05-03	B-03				11.350	0.85	10.45			
	1990	163	1990-D04-01	B-01	取手市	平成2年	1990-D04	4.480	1.35	10.45		
1990-D04-02			B-02	4.030				1.30	10.45			
1990-D04-03			B-03	12.920				0.00	10.45			
1990-D04-04			B-04	7.490				1.05	10.45			
1990-D04-05			B-05	8.400				1.75	10.45			
164		1990-D05-01	B-01	取手市	平成2年	1990-D05	19.474		10.45			
		1990-D05-02	B-02				20.094	8.85	10.45			
165		1990-D06-01	B-01	取手市	平成2年	1990-D06	14.380	1.90	12.45			
		1990-D06-02	B-02				13.960	2.90	19.45			
		1990-D06-03	B-03				12.700	1.50	17.45			
		1990-D06-04	B-04				10.550	1.10	16.50			
166		1990-D07-01	B-01	取手市	平成2年	1990-D07	18.985	8.95	25.39			
		1990-D07-02	B-02				8.490	1.70	10.44			
		1990-D07-03	B-03				7.076	1.80	20.32			
		1990-D07-04	B-04				10.136	0.95	15.43			
		1990-D07-05	B-05				9.819	1.40	20.27			
		1990-D07-06	B-06				10.336	1.95	14.42			
		1990-D07-07	B-07				8.823	1.30	20.18			
		1990-D07-08	B-08				7.768	1.30	15.39			
		1990-D07-09	B-09				8.112	0.90	18.35			
	1990-D07-10	B-10	7.541				1.22	15.38				
1991	167	1991-D03-01	B-01	取手市	平成3年	1991-D03	0.410		50.27			
		1991-D03-02	B-02				0.460		50.35			
		1991-D03-03	B-03				0.430		50.24			
		1991-D03-04	B-04				0.410		50.25			
	168	1991-D04-01	B-01	取手市	平成3年	1991-D04	11.319	0.80	20.45			
	169	1991-D05-01	B-01	取手市	平成3年	1991-D05	17.120	2.70	14.45			
		1991-D05-02	B-02				12.610	1.40	17.44			
		1991-D05-03	B-03				12.480	1.60	16.45			
1991-D05-04		B-04	12.970				1.80	18.45				

表 5.4.24 ボーリング柱状図リスト (14)

	No.	作業番号	Bor.No.	市町村名	調査年度	整理番号	標高(m)	坑内水位GL-(m)	調査深度(m)
1991	170	1991-D06-01	B-01	取手市	平成3年	1991-D06			
		~							
		1991-D06-09	B-09						
	172	1991-D07-01	B-01	取手市	平成3年	1991-D07	17.980	5.50	10.45
173	1991-D08-01	B-01	取手市	平成3年	1991-D08	20.110	5.50	23.38	
	1991-D08-02	B-02				19.990	7.10	23.42	
	1991-D08-03	B-03				21.300	9.50	25.35	
	1991-D08-04	B-04				7.050	1.30	25.26	
1992	174	1992-D04-01	B-01	取手市	平成4年	1992-D04	10.100	2.70	3.00
		1992-D04-02	B-02				10.230		2.00
	175	1992-D05-01	B-01	取手市	平成4年	1992-D05			
		~							
		1992-D05-06	B-06						
	176	1992-D06-01	B-01	取手市	平成4年	1992-D06	13.100	1.25	9.45
		1992-D06-02	B-02				13.190	2.10	9.45
		1992-D06-03	B-03				19.300	10.20	12.45
	177	1992-D07-01	B-01	取手市	平成4年	1992-D07			
	178	1992-D08-01	B-01	取手市	平成4年	1992-D08	18.350	6.50	26.45
		1992-D08-02	B-02				23.680		10.45
		1992-D08-03	B-03				8.910		21.28
		1992-D08-04	B-04				11.200	1.00	19.45
	179	1992-D09-01	B-01	取手市	平成4年	1992-D09	3.750	0.30	49.35
		1992-D09-02	B-02				3.510	0.35	47.46
		1992-D09-03	B-03				3.520	0.30	47.44
		1992-D09-04	B-04				3.320	0.20	46.30
		1992-D09-05	B-05				3.620	0.30	47.35
180	1992-D10-01	B-01	取手市	平成4年	1992-D10	6.400	4.05	20.45	
	1992-D10-02	B-02				6.500	3.20	40.41	
	1992-D10-03	B-03				6.950	3.55	20.45	
181	1992-D11-01	B-01	取手市	平成4年	1992-D11	7.660	0.75	19.45	
	1992-D11-02	B-02				6.210	0.23	27.42	
	1992-D11-03	B-03				13.190	5.72	35.40	
	1992-D11-04	B-04				6.380	1.24	28.32	
182	1992-D12-01	B-01	取手市	平成4年	1992-D12	13.580	1.66	15.33	
	1992-D12-02	B-02				14.470	0.30	10.45	
	1992-D12-03	B-03				15.740	1.00	8.45	
183	1992-D13-01	B-01	取手市	平成4年	1992-D13	2.780	1.15	31.45	
	1992-D13-02	B-02				2.880	1.10	35.45	
184	1992-D14-01	B-01	取手市	平成4年	1992-D14	6.400	4.05	20.45	
	1992-D14-02	B-02				6.500	3.20	40.41	
	1992-D14-03	B-03				6.950	3.55	20.45	
1993	185	1993-D09-01	B-01	取手市	平成5年	1993-D09	7.620	2.40	31.40
		1993-D09-02	B-02				5.480	0.30	30.40
		1993-D09-03	B-03				5.990	0.25	32.43
		1993-D09-04	B-04				6.940	0.35	20.45
	186	1993-D10-01	B-01	取手市	平成5年	1993-D10	6.345	1.80	15.45
	187	1993-D11-01	B-01	取手市	平成5年	1993-D11	6.420	1.20	20.32
		1993-D11-02	B-02				5.750	0.60	20.43
		1993-D11-03	B-03				5.610	1.10	20.45
		1993-D11-04	B-04				6.170	1.40	36.45
		1993-D11-05	B-05				7.050	0.65	25.45
	188	1993-D12-01	B-01	取手市	平成5年	1993-D12	22.878	10.30	20.30
		1993-D12-02	B-02				22.858	11.55	20.32
		1993-D12-03	B-03				12.759	3.05	20.35
		1993-D12-04	B-04				23.074	11.18	20.39
		1993-D12-05	B-05				11.515	2.40	19.36

表 5.4.25 ボーリング柱状図リスト (15)

No.	作業番号	Bor.No.	市町村名	調査年度	整理番号	標高(m)	坑内水位GL-(m)	調査深度(m)	
1993	189	1993-D13-01	B-01	取手市	平成5年	1993-D13	9.900	0.50	24.25
		1993-D13-02	B-02				12.970	1.20	25.40
		1993-D13-03	B-03				20.620	10.70	20.35
		1993-D13-04	B-04				21.080	3.00	31.45
		1993-D13-05	B-05				22.550	1.70	15.45
		1993-D13-06	B-06				18.450	5.50	20.37
		1993-D13-07	B-07				13.100	2.00	15.43
		1993-D13-08	B-08				21.450	8.30	23.30
		1993-D13-09	B-09				12.600	1.00	15.37
		1993-D13-10	B-10				10.840	1.20	25.30
		1993-D13-11	B-11				12.350	1.10	13.40
		1993-D13-12	B-12				9.960	0.60	25.36
		1993-D13-13	B-13				15.060	4.50	30.30
		1993-D13-14	B-14				18.950	2.50	33.42
1994	190	1994-D04-01	B-01	取手市	平成6年	1994-D04	7.130		15.40
		1994-D04-02	B-02				6.450	0.95	15.65
		1994-D04-03	B-03				6.040	1.05	15.60
		1994-D04-04	B-04				4.990	1.45	15.65
	191	1994-D05-01	B-01	取手市	平成6年	1994-D05	3.750	0.30	49.35
		1994-D05-02	B-02				3.510	0.35	47.40
		1994-D05-03	B-03				3.520	0.30	47.44
		1994-D05-04	B-04				3.320	0.10	46.30
		1994-D05-05	B-05				3.620	0.35	47.35
1995	192	1995-D11-01	B-01	取手市	平成7年	1995-D11	9.030	0.80	15.45
		1995-D11-02	B-02				9.700	0.30	16.45
		1995-D11-03	B-03				12.290	1.40	25.30
		1995-D11-04	B-04				19.570	5.20	25.29
		1995-D11-05	B-05				11.330	0.50	15.43
	193	1995-D12-01	B-01	取手市	平成7年	1995-D12	5.510	1.15	10.45
	194	1995-D13-01	B-01		平成7年	1995-D13	10.010	3.30	25.29
		1995-D13-02	B-02				11.710	5.50	25.25
1996	195	1996-D10-01	B-01	取手市	平成8年	1996-D10	10.040	2.10	19.45
		1996-D10-02	B-02				12.190	4.30	20.43
		1996-D10-03	B-03				12.730	5.10	20.35
	196	1996-D11-01	B-01	取手市	平成8年	1996-D11	8.620	1.60	25.45
		1996-D11-02	B-02				12.410	5.95	25.40
		1996-D11-03	B-03				8.080	1.95	24.80
		1996-D11-04	B-04				10.930	3.00	23.33
	198	1996-D12-01	B-01	取手市	平成8年	1996-D12	9.570	2.23	12.45
		1996-D12-02	B-02				7.400	0.90	20.30
		1996-D12-03	B-03				7.430	1.06	32.31
		1996-D12-04	B-04				8.710	2.09	10.45
		1996-D12-05	B-05				7.670	2.21	21.45
	199	1996-D13-01	B-01	取手市	平成8年	1996-D13	20.650		10.45
	200	1996-D14-01	B-01	取手市	平成8年	1996-D14	3.310	0.73	46.40
		1996-D14-02	B-02				3.340	0.78	45.41
		1996-D14-03	B-03				3.780	1.30	48.40
		1996-D14-04	B-04				3.190	0.70	45.36
		1996-D14-05	B-05				3.350	0.80	48.40
		1996-D14-06	B-06				3.410	0.60	49.25
1996-D14-07		B-07	3.250				0.80	48.25	
1996-D14-08		B-08	3.200				0.75	51.25	
1996-D14-09		B-09	4.330				1.65	38.45	

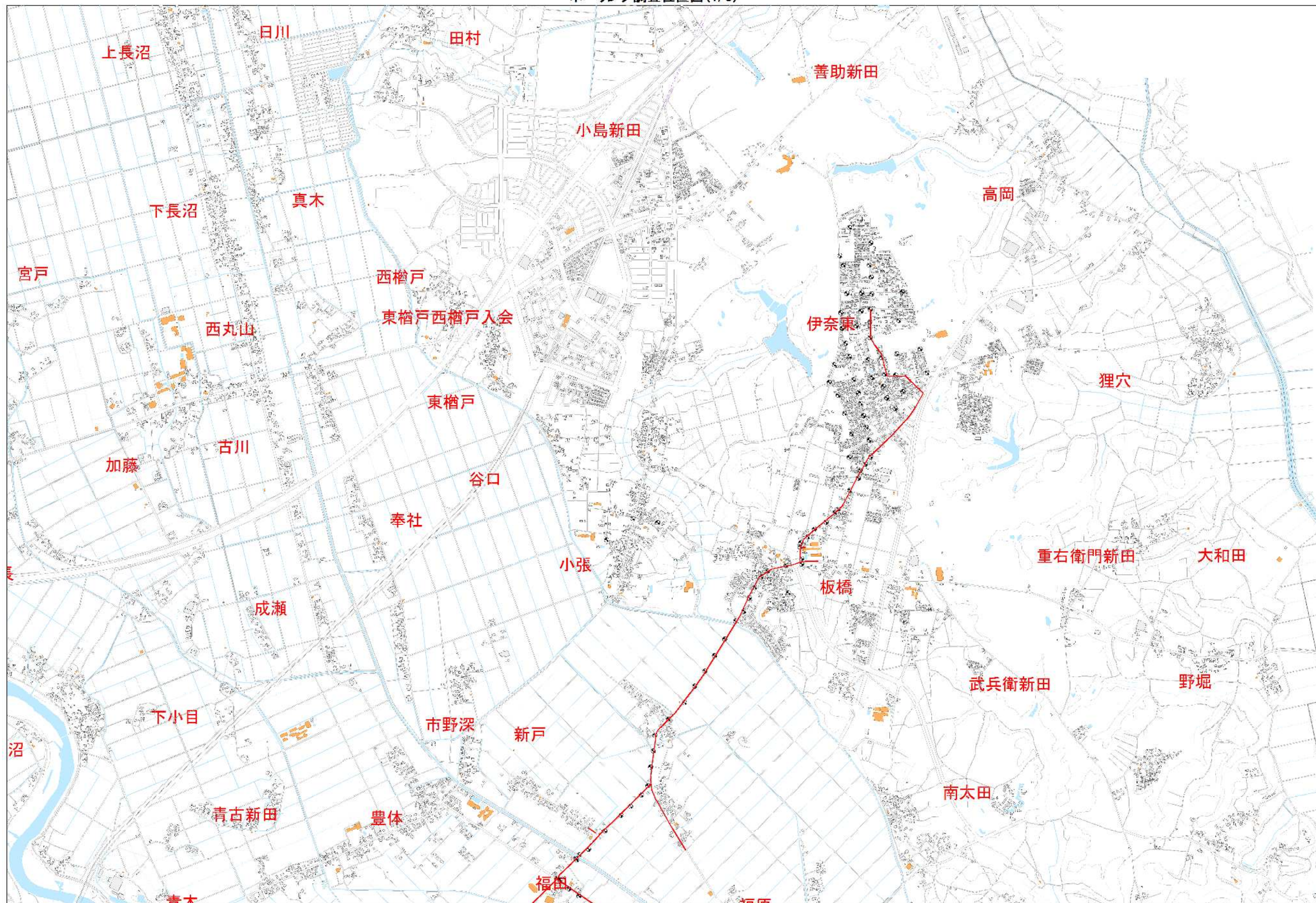
表 5.4.26 ボーリング柱状図リスト (16)

No.	作業番号	Bor.No.	市町村名	調査年度	整理番号	標高(m)	坑内水位GL-(m)	調査深度(m)	
1996	201	1996-D15-01	B-01	取手市	平成8年	1996-D15	9.910	0.79	19.22
		1996-D15-02	B-02				9.940	0.78	19.22
		1996-D15-03	B-03				9.780	1.90	19.28
		1996-D15-04	B-04				9.100	0.70	19.25
		1996-D15-05	B-05				9.350	0.68	19.25
		1996-D15-06	B-06				9.410	0.60	19.25
		1996-D15-07	B-07				9.250	0.68	19.25
		1996-D15-08	B-08				9.200	0.75	19.25
		1996-D15-09	B-09				4.990	1.65	19.25
		204	1996-D16-01				B-01	取手市	平成8年
1997	202	1997-D03-01	B-01	取手市	平成9年	1997-D03	10.910	0.57	20.45
		1997-D03-02	B-02				10.660	2.20	20.45
		1997-D03-03	B-03				10.670	1.20	10.45
		1997-D03-04	B-04				19.220	10.50	25.32
	203	1997-D04-01	B-01	取手市	平成9年	1997-D04	22.470		24.00
		1997-D04-02	B-02				22.540		22.00
		1997-D04-03	B-03				23.000		23.00
1999	205	1999-D09-01	B-01	取手市	平成11年	1999-D09	18.610	3.00	20.45
2000	206	2000-D10-01	B-01	取手市	平成12年	2000-D10	8.120	1.45	16.45
		2000-D10-02	B-02				7.460	2.35	16.45
	207	2000-D11-01	B-01	取手市	平成12年	2000-D11	5.780	0.55	47.44
		2000-D11-02	B-02				5.820	0.65	49.25
	208	2000-D12-01	B-01	取手市	平成12年	2000-D12	8.750	1.80	9.45
		2000-D12-02	B-02				8.260	0.45	10.75
		2000-D12-03	B-03				7.440	2.20	7.75
		2000-D12-04	B-04				8.120	0.90	19.45
	209	2000-D13-01	B-01	取手市	平成12年	2000-D13	18.790	9.35	24.44
		2000-D13-02	B-02				12.590	4.61	24.29
2000-D13-03		B-03	12.750				4.07	22.44	
210	2000-D14-01	B-01	取手市	平成12年	2000-D14	4.160	0.80	50.35	
2001	211	2001-D07-01	B-01	取手市	平成13年	2001-D07	8.460	6.00	48.30
	213	2001-D08-01	B-01	取手市	平成13年	2001-D08			
		2001-D08-18	B-18						
	215	2001-D09-01	B-01	取手市	平成13年	2001-D09	7.078	5.80	47.37
	216	2001-D10-01	B-01	取手市	平成13年	2001-D10	7.300	0.82	46.35
	217	2001-D11-01	B-01	取手市	平成13年	2001-D11			
2001-D11-10		B-10							
2002	218	2002-D07-01	B-01	取手市	平成14年	2002-D07	8.570	5.45	51.30
	219	2002-D08-01	B-01	取手市	平成14年	2002-D08	8.380	5.46	46.31
	220	2002-D09-01	B-01	取手市	平成14年	2002-D09	10.030	7.80	50.25
	221	2002-D10-01	B-01	取手市	平成14年	2002-D10			
		2002-D10-22	B-22						
	222	2002-D11-01	B-01	取手市	平成14年	2002-D11	11.080	7.90	52.26
	223	2002-D12-01	B-01	取手市	平成14年	2002-D12	12.630	3.10	28.43
		2002-D12-02	B-02				11.870	3.46	27.40
	224	2002-D13-01	B-01	取手市	平成14年	2002-D13			
		2002-D13-10	B-10						
230	2002-D14-01	B-01	取手市	平成14年	2002-D14				
	2002-D14-124	B-124							

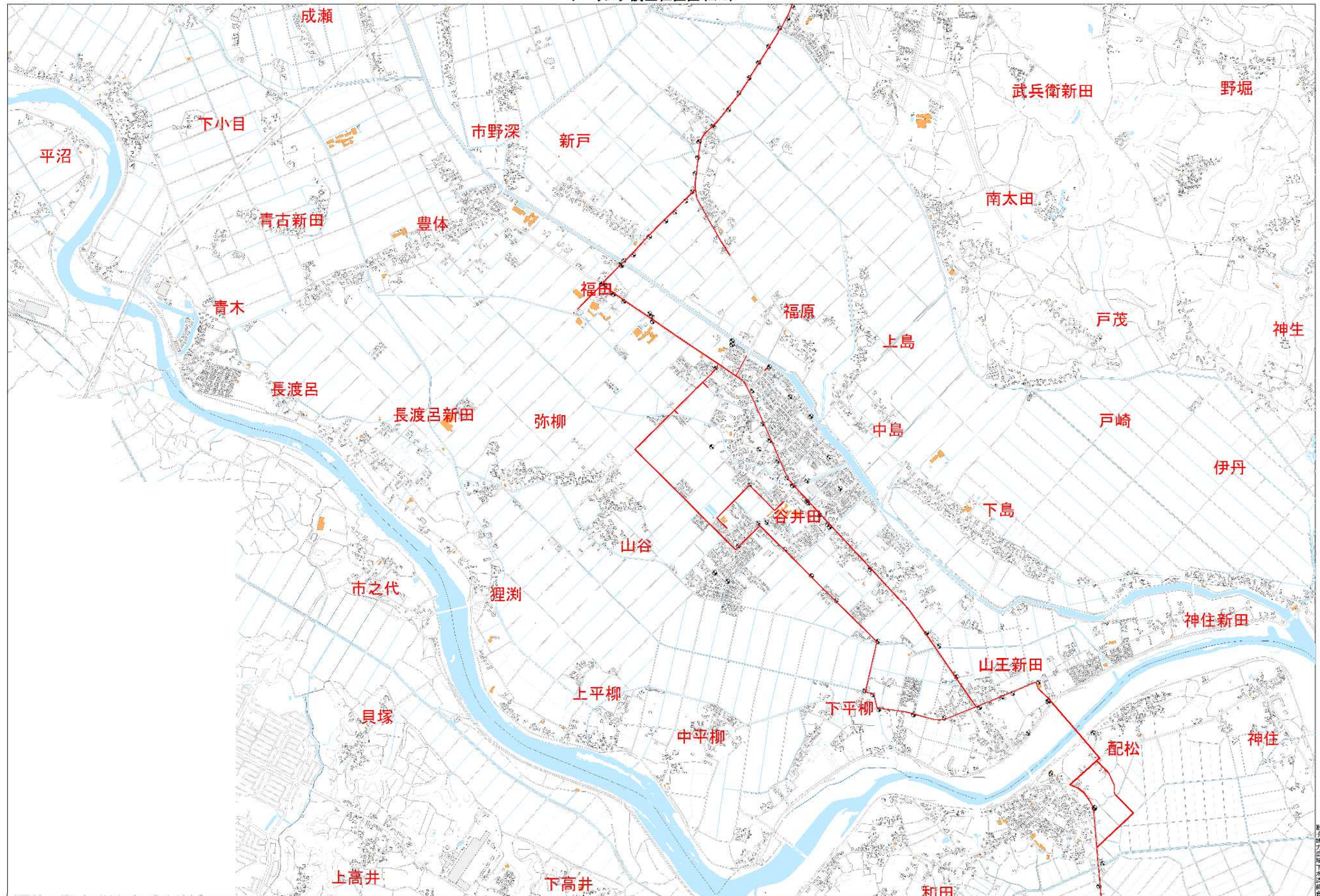
表 5.4.27 ボーリング柱状図リスト (17)

	No.	作業番号	Bor.No.	市町村名	調査年度	整理番号	標高(m)	坑内水位GL-(m)	調査深度(m)
2003	225	2003-D08-01	B-01	取手市	平成15年	2003-D08	6.020	3.81	30.45
		2003-D08-02	B-02				6.790	4.10	32.45
	226	2003-D09-01	B-01	取手市	平成15年	2003-D09	8.340	5.30	34.43
	227	2003-D10-01	B-01	取手市	平成15年	2003-D10	7.000	3.70	31.45
	228	2003-D11-01	B-01	取手市	平成15年	2003-D11			
		2003-D11-11	B-11						
	229	2003-D12-01	B-01	取手市	平成15年	2003-D12			
		2003-D12-02	B-02						
		2003-D12-03	B-03						
		2003-D12-04	B-04						
	231	2003-D13-01	B-01	取手市	平成15年	2003-D13	16.867	3.35	8.45
		2003-D13-02	B-02				19.938	4.75	12.45
		2003-D13-03	B-03				18.928	2.85	8.45
	232	2003-D14-01	B-01	取手市	平成15年	2003-D14	9.460	1.35	17.50
2003-D14-02		B-02	12.210				3.35	19.50	
2004	233	2004-D06-01	B-01	取手市	平成16年	2004-D06	9.753	1.20	15.45
		2004-D06-02	B-02				9.665	0.60	15.45
2005	234	2005-D06-01	B-01	取手市	平成17年	2005-D06	0.000	1.15	8.45
		2005-D06-02	B-02				0.000	1.15	8.45
		2005-D06-03	B-03				0.000	0.71	8.45
	235	2005-D07-01	B-01	取手市	平成17年	2005-D07	6.640	1.15	15.45
		2005-D07-02	B-02				6.320	0.75	15.45
	236	2005-D08-01	B-01	取手市	平成17年	2005-D08	7.689	1.61	8.45
		2005-D08-02	B-02				8.210	1.12	8.45
		2005-D08-03	B-03				8.890	0.98	9.45
2005-D08-04		B-04	8.026				1.12	8.45	
2006	237	2006-D07-01	B-01	取手市	平成18年	2006-D07	-1.245	1.90	20.44
		2006-D08-01	B-01				0.090	0.90	20.45
	239	2006-D09-01	B-01	取手市	平成18年	2006-D09	4.990		10.45
		2006-D09-02	B-02				6.340		10.45
		2006-D09-03	B-03				5.900	1.50	1.80
		2006-D09-04	B-04				5.870		1.00
		2006-D09-05	B-05				6.180	1.43	1.80
	240	2006-D10-01	B-01	取手市	平成18年	2006-D10	6.960	0.47	43.45
2006-D10-02		B-02	6.350				0.58	48.28	
2007	241	2007-D04-01	B-01	取手市	平成19年	2007-D04	23.460		8.45
		2007-D04-02	B-02				19.360		10.45
2008	242	2008-D03-01	B-01	取手市	平成20年	2008-D03	20.960	3.06	12.45
		2008-D03-02	B-02				13.500	0.20	10.42
	243	2008-D04-01	B-01	取手市	平成20年	2008-D04	3.460	1.03	8.45
		2008-D04-02	B-02				3.460	0.80	16.45

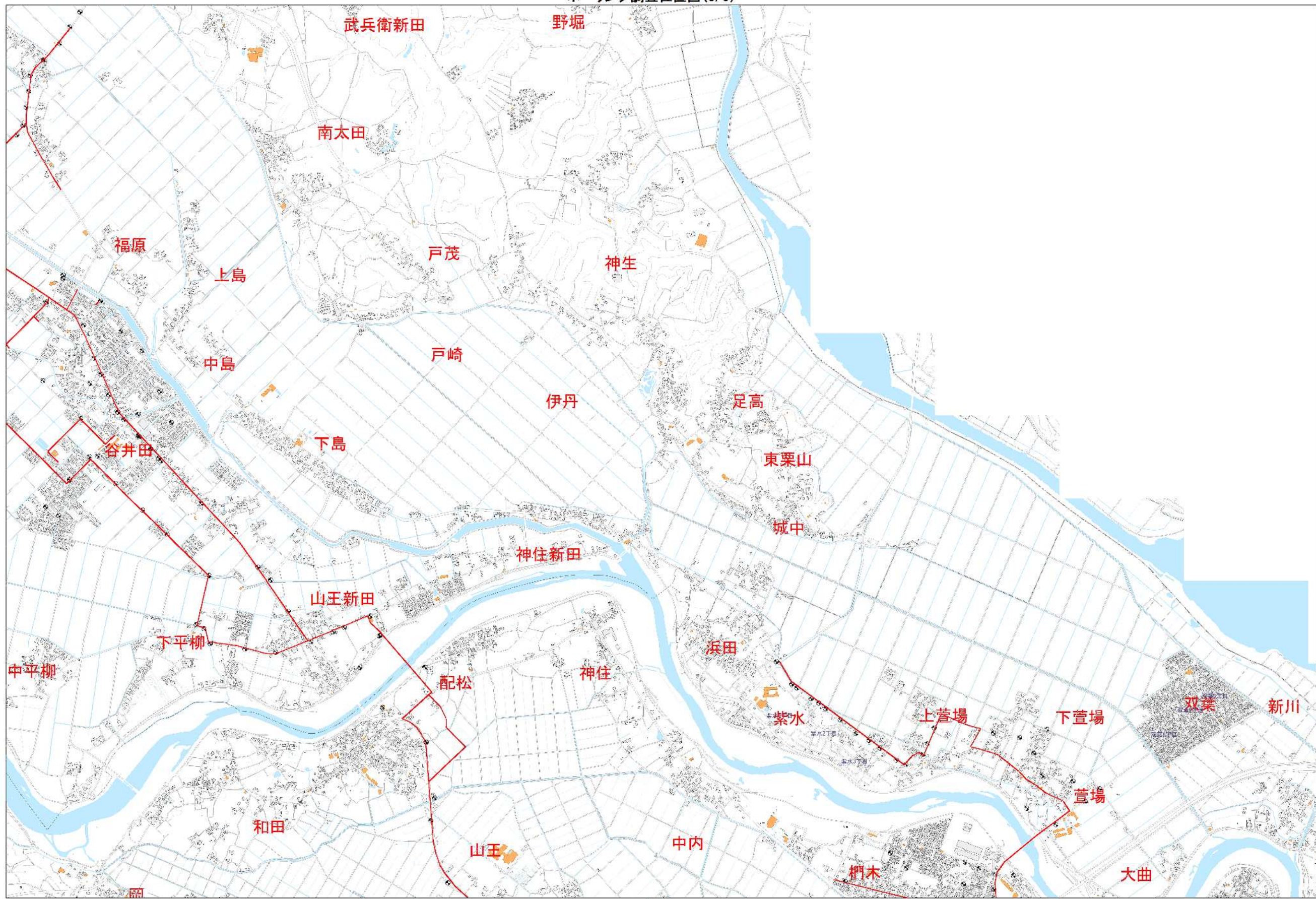
ボーリング調査位置図(1/5)



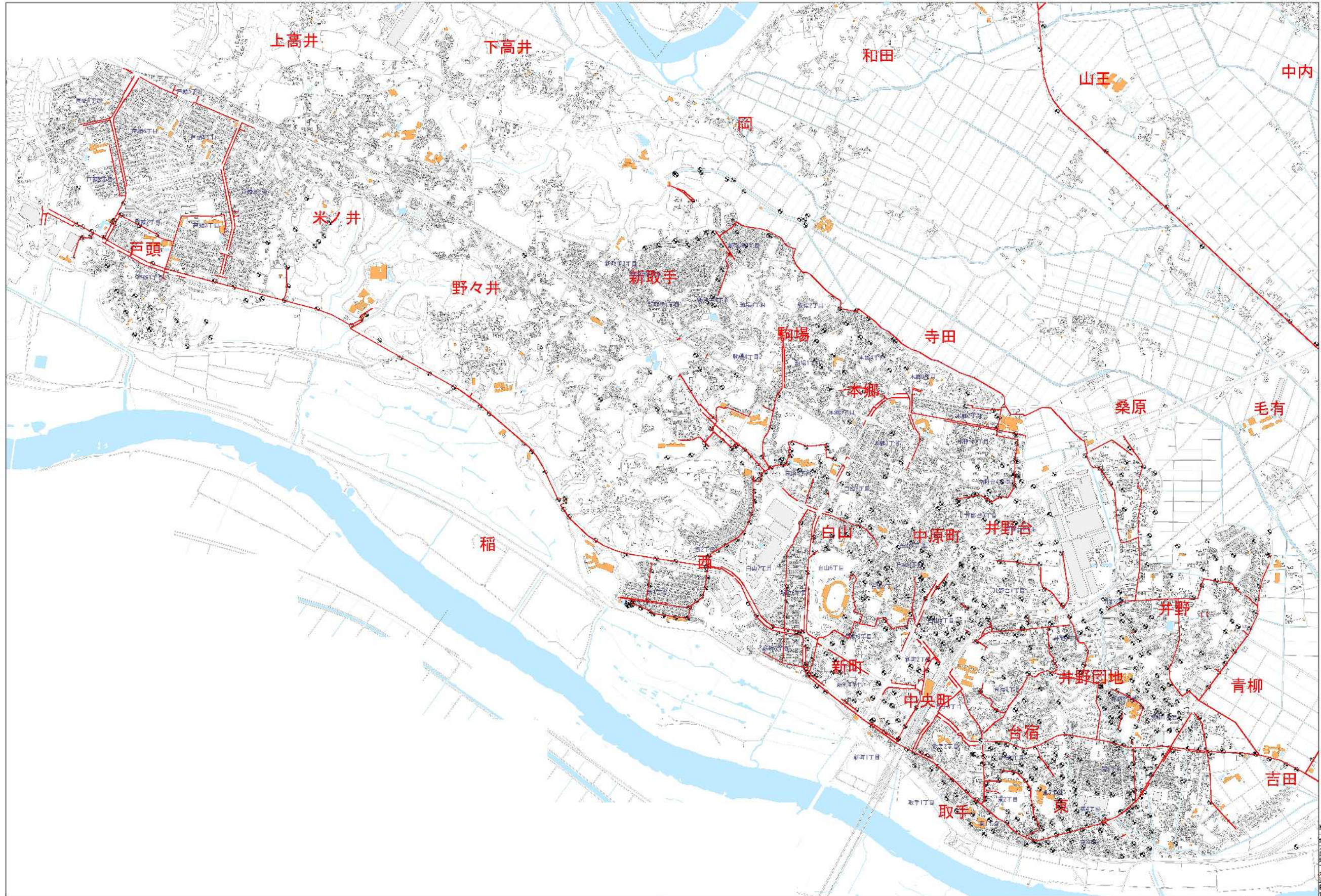
ボーリング調査位置図(2/5)



ボーリング調査位置図(3/5)



ボーリング調査位置図(4/5)



ボーリング調査位置図(5/5)

