

下水道管きょ耐震設計指針 ダイジェスト版

平成 28 年度新訂版

平成29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設計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り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。

平成 29 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—」【2010 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

第1章 総論	2
第1節 総説	2
1.1.1 総説.....	2
第2節 耐震対策の基本的な考え方	4
1.2.1 地震対策の基本的な考え方.....	4
1.2.2 下水道における要求機能.....	5
1.2.3 設計地震動.....	5
第2章 下水道施設の耐震設計	7
第1節 耐震設計の基本方針	7
2.1.1 耐震設計の基本方針.....	7
2.1.2 耐震設計に用いる地震動レベル.....	8
2.1.3 施設の重要度と優先度.....	9
2.1.4 保持すべき耐震性能と耐震対策.....	16
第3章 管路施設の耐震対策	19
第1節 管路施設の被害想定と耐震対策（案）	19
3.1.1 地震時の被害想定内容.....	19
3.1.2 新設管路施設の耐震対策（案）.....	22
第2節 マンホール形式ポンプ場の耐震対策（案）	24
3.2.1 マンホール形式ポンプ場の耐震対策.....	24
3.2.2 機器・装置の支持、固定.....	24
第4章 既存管路施設の耐震対策	26
第1節 耐震診断と対策の優先順位	26
4.1.1 耐震対策の優先順位.....	26
第2節 簡易診断	28
4.2.1 簡易診断.....	28
第3節 詳細診断	29
4.3.1 詳細診断.....	29

第4節 耐震対策（案）	30
4.4.1 既存管路施設の耐震対策.....	30
第5章 参考資料	32
第1節 耐震対策の比較検討.....	32
5.1.1 耐震対策の比較検討	32
第2節 耐震対策の事業フロー（案）	38
5.2.1 耐震対策の事業フロー（案）	38

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。

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ことで実施する。

【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ことで総合的に検討する必要がある。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。

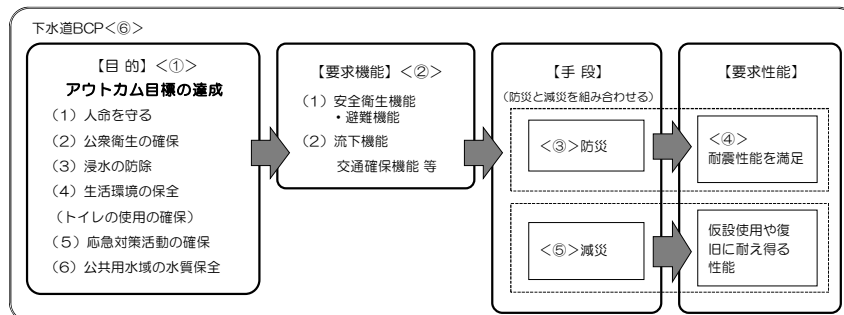


図 1.2.1 総合的な地震対策の検討フロー

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。

1.2.3 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・交通確保機能が強く（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。

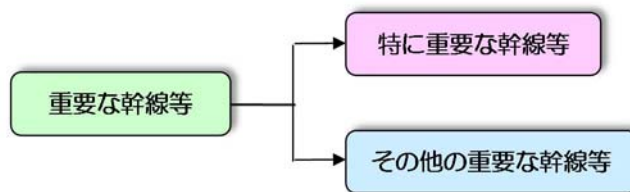


図 2.1.1 特に重要な幹線等の位置付け

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		○

ここで、「下水道施設の耐震対策指針と解説-2014年版-」が改定される前の重要路線の定義を次表に示す。また、当組合において定義し国へ報告している重要路線は、「下水道施設の耐震対策指針と解説-2014年版-」で定義されている【重要な幹線等】のうち、《b) ポンプ場に直結する幹線管路》と《c) 河川・軌道等を横断する管路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》の管路施設である。

表2.1.3 旧重要路線の施設内容

《改定前》【重要な幹線等の施設内容】		《旧》取手組合
a)	処理場に直結する幹線管路	
b)	ポンプ場に直結する幹線管路	○
c)	河川・軌道等を横断する管路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)	腐食環境下にある管路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	
e)	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等に埋設されている管路	
f)	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	
g)	防災拠点（取手地方広域下水道組合、取手市、つくばみらい市）や避難所、又は地域防災計画に必要と定めた施設等からの排水を受け持つ流末管路	
h)	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	

次に、「下水道施設の耐震対策指針と解説-2014年版-」において改定された重要路線は、次表のとおりである。下表のとおり、これまで【重要な幹線等】のみが定義されていたが、【特に重要な幹線等】及び【その他の重要な幹線等】に細分された。

以上より、当組合の重要路線の定義も「下水道施設の耐震対策指針と解説-2014年版-」に準拠し、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

《改定後》【特に重要な幹線等の施設内容】	
a)	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)	腐食環境下にある管路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
e)	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等に埋設されている管路
f)	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
g)	防災拠点（取手地方広域下水道組合、取手市、つくばみらい市）や大規模な広域避難所、又は地域防災計画に必要と定めた施設等からの排水を受け持つ流末管路
h)	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

※特に大規模な広域避難所等は以下のものが考えられる。

- ・ DID地区内等にあり、当該自治体において多数の避難者を収容する拠点
- ・ 地域防災計画等に位置付けられた災害時の拠点医療施設
- ・ 支援基地に近接する等の避難者が一時的に集中する避難場所や応急給水拠点等

表2.1.5 その他の重要な幹線等の施設内容

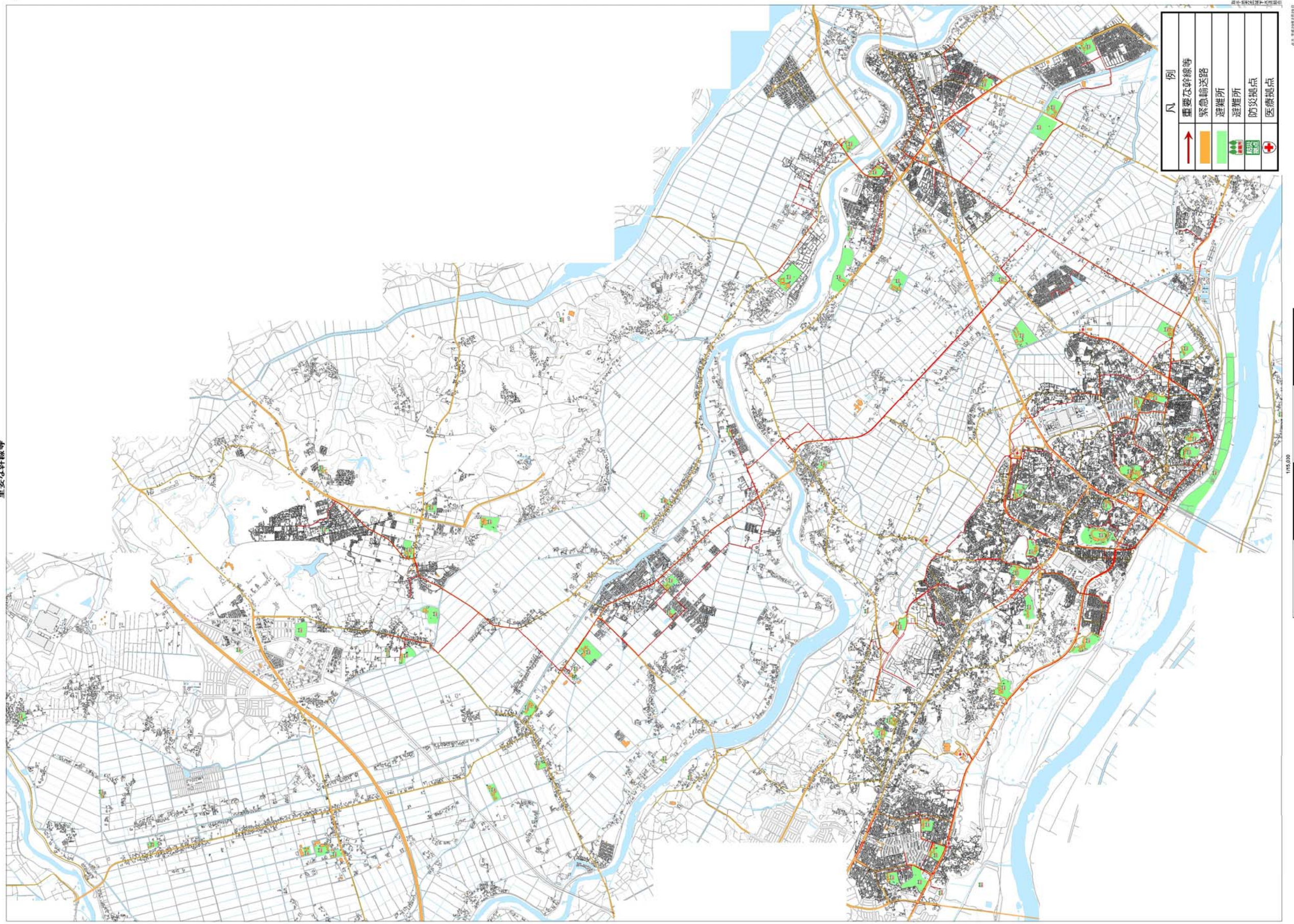
《改定後》【その他の重要な幹線等の施設内容】	
b)	ポンプ場に直結する幹線管路
g)	避難所、又は避難場所等からの排水を受け持つ流末管路

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上設定されている各耐震関連情報を整理する。

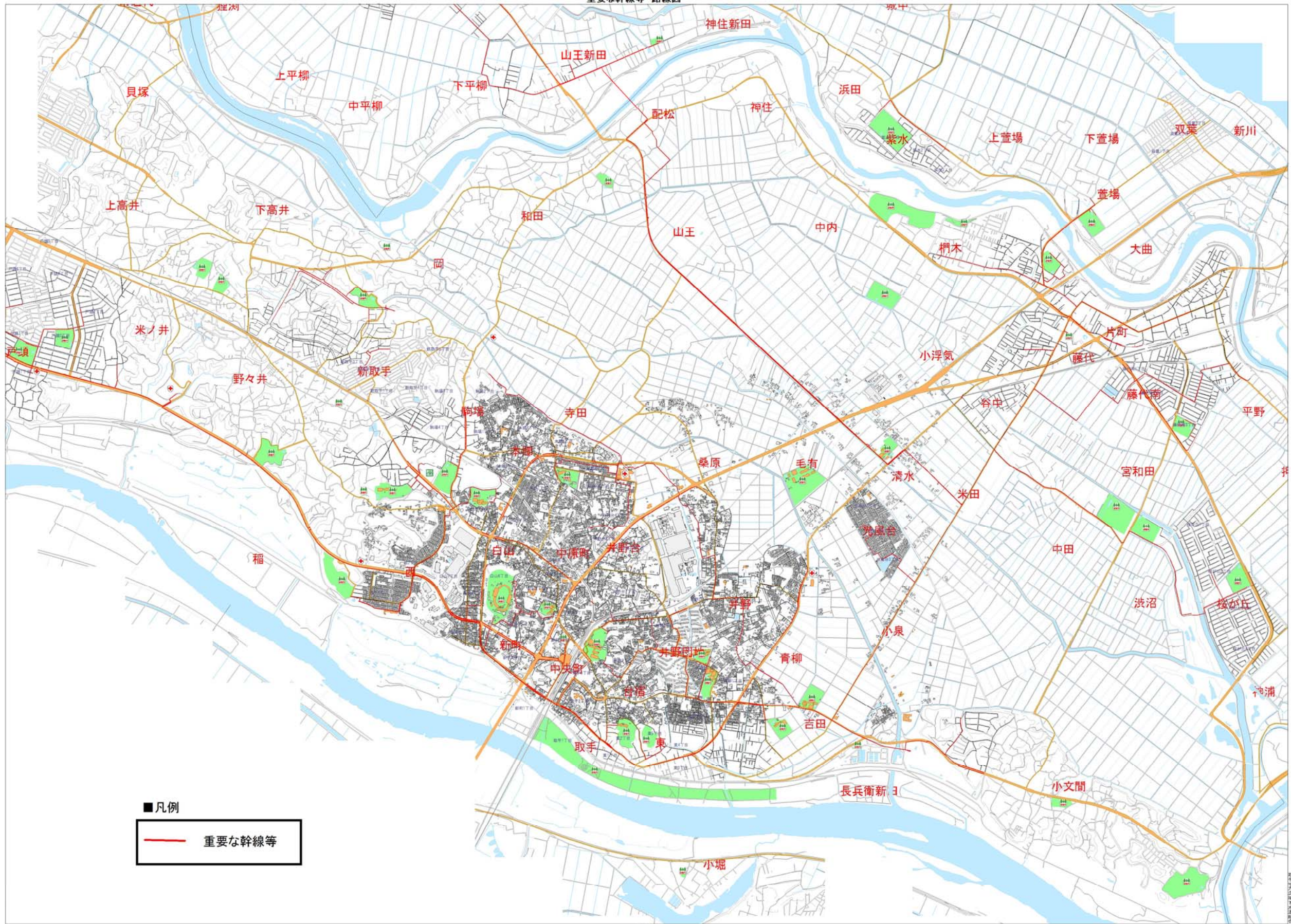
表2.1.6 耐震関連情報に関する資料

No.	文 献 名	発行年月日
1	茨城県 地域防災計画	平成 27 年 3 月
2	取手市 地域防災計画	平成 28 年 3 月
3	つくばみらい市 地域防災計画	平成 27 年 3 月

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。

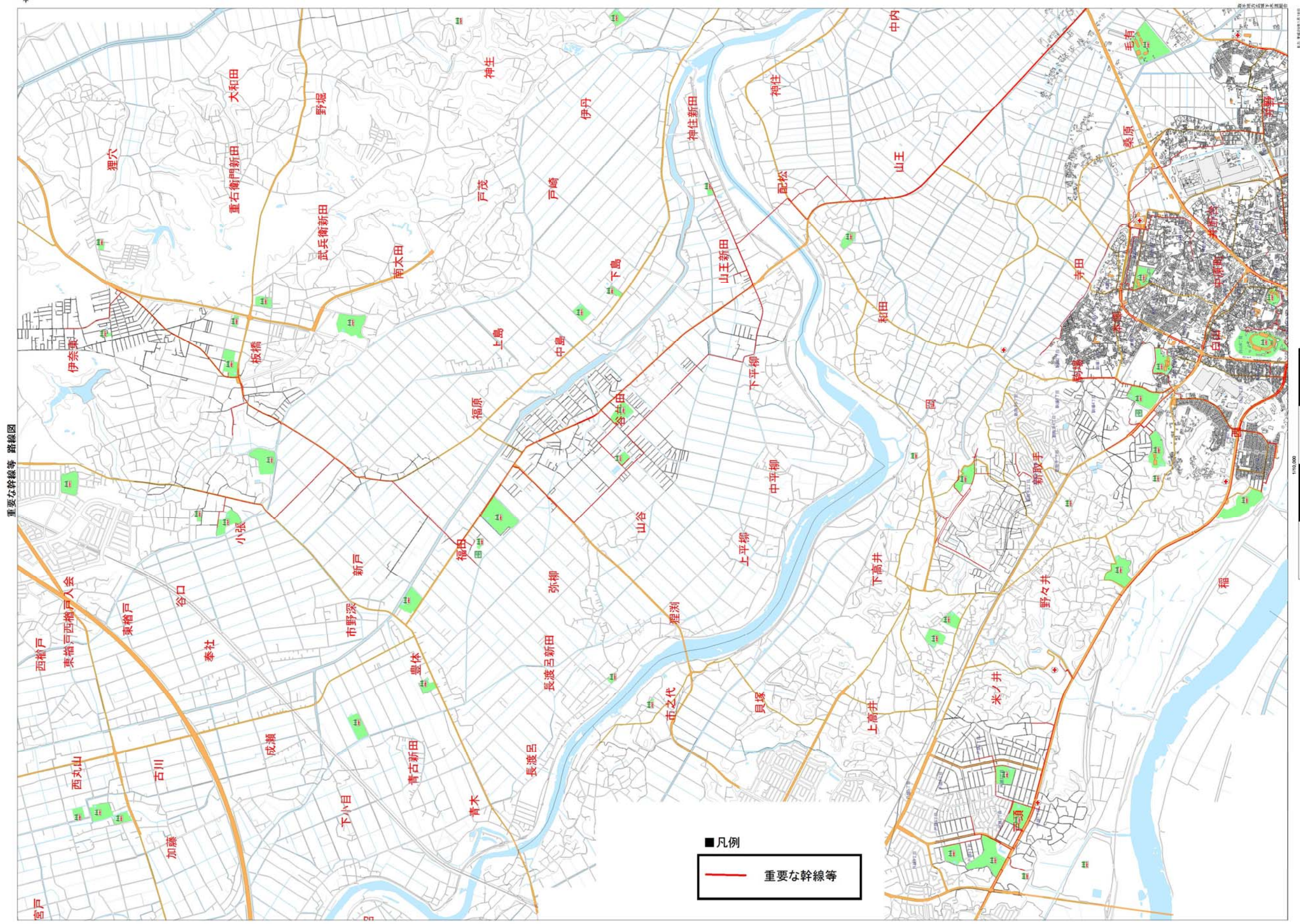


重要な幹線等 路線図



■ 凡例
— 重要な幹線等

1:110,000



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2.1.14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 2.1.7 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。

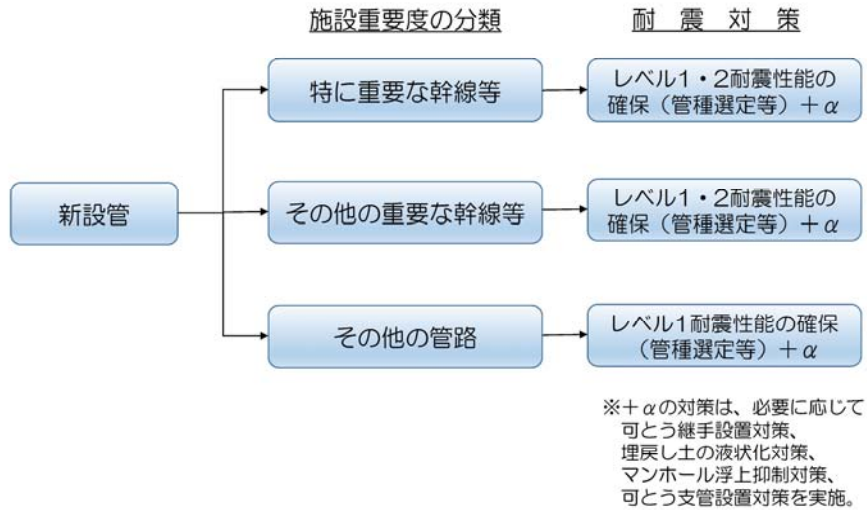


図 2.1.2 新設管の耐震対策フロー

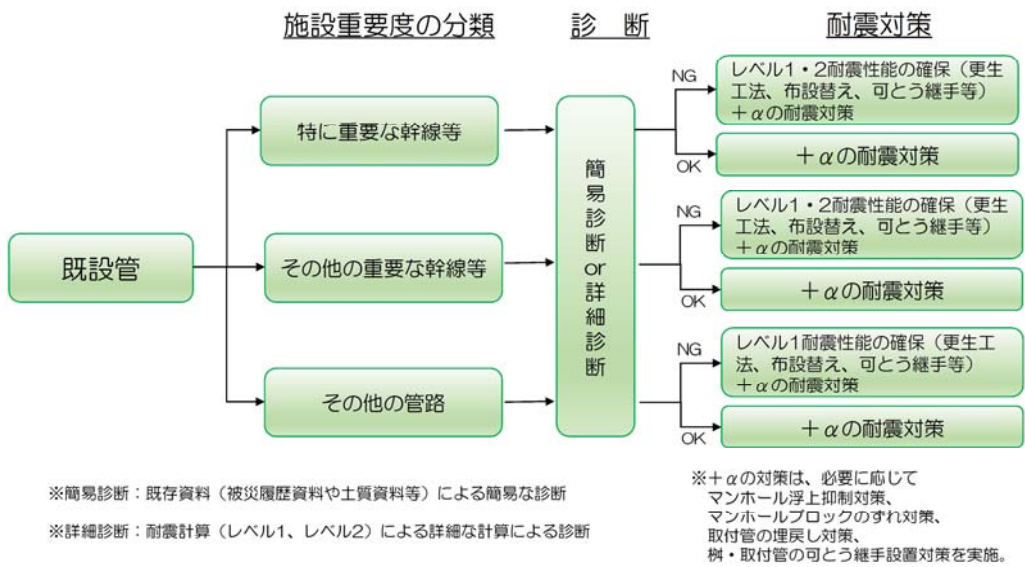


図 2.1.3 既設管の耐震対策フロー

第 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

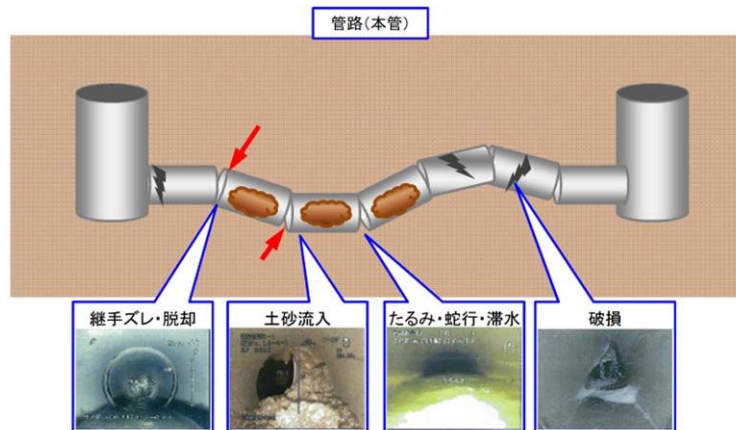


図 3.1.1 管路の被害イメージ

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。

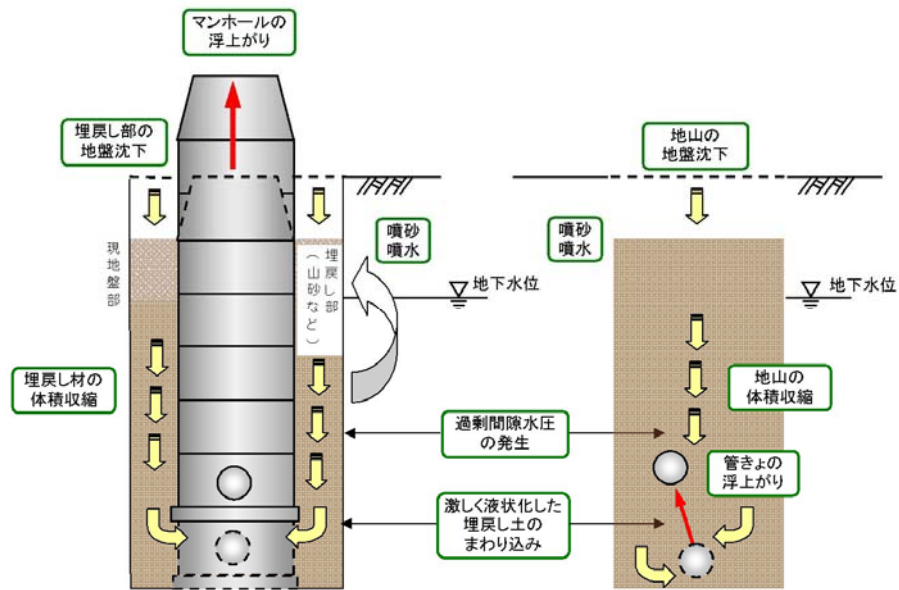


図 3.1.2 管路及びマンホールの液状化被害のイメージ

(2) マンホールの被害内容について

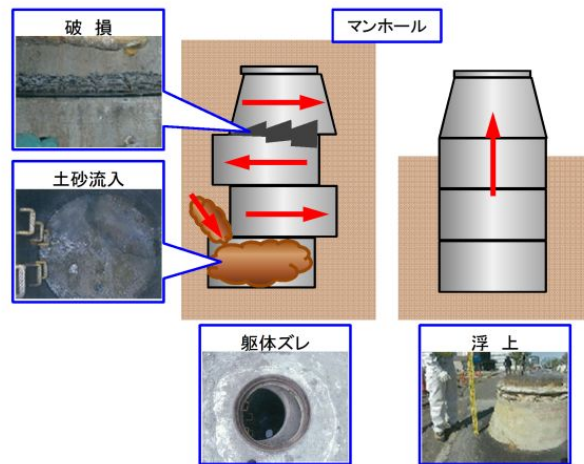


図 3.1.3 マンホールの被害イメージ

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メス構造及びプレ

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。

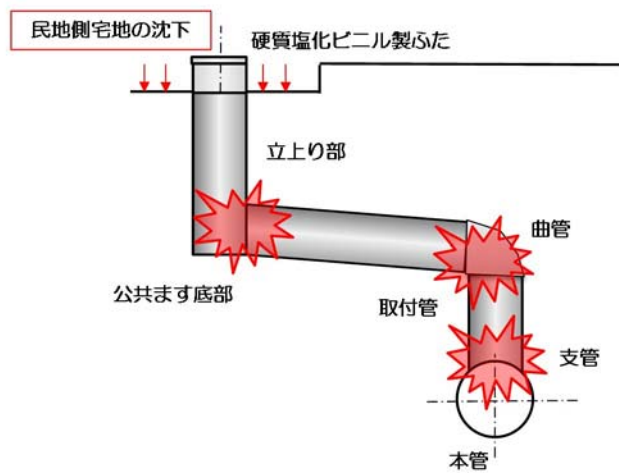


図 3.1.4 取付管及びますの被害イメージ

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。

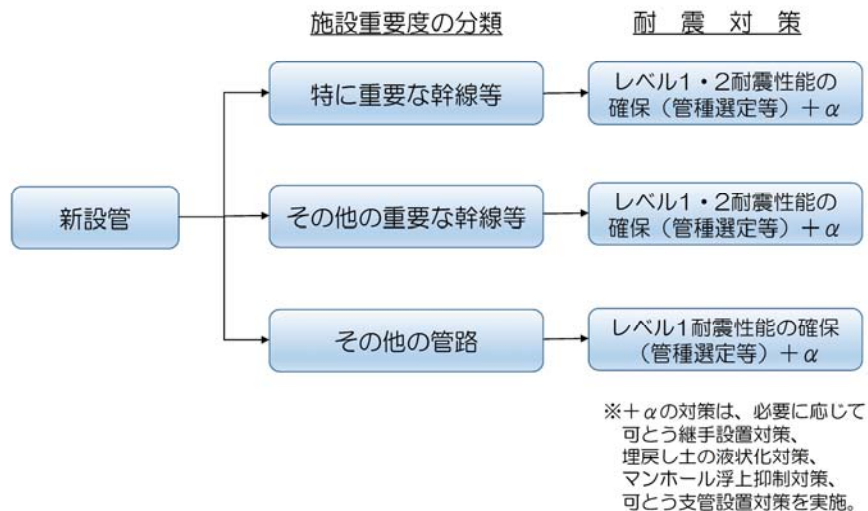


図 2.1.5 新設管の耐震対策フロー

第2節 マンホール形式ポンプ場の耐震対策（案）

3.2.1 マンホール形式ポンプ場の耐震対策

マンホール形式ポンプ場は、地震災害時にポンプが停止すると汚水の溢水を招く危険性が高い。このため、以下の各項を考慮した構造とする。

- (1) 流入部及び流出部の可とう性
- (2) マンホール本体の浮上防止
- (3) 機器等の支持及び固定

【解説】

- (1) 流入部及び流出部の可とう性

可とう性確保の対策については、「第3章 管路施設の耐震対策」等を参照する。

- (2) マンホール本体の浮上防止

浮上防止対策方法については、「第3章 管路施設の耐震対策」等を参照する。

- (3) 機器等の支持及び固定

マンホール形式ポンプ場内部のポンプや配管等の支持部及び固定部については、次節の「支持・固定」を参照する。

※現在、既に地震荷重を考慮した支持及び固定方法であると想定されることから、設計時に地震荷重が見込まれているか確認を行う。

3.2.2 機器・装置の支持、固定

- (1) 機器・装置の支持及び固定は、構造物又は基礎に固定し、移動、転送及び損傷等が生じないように、耐震対策を考慮した設計及び施工とする。
- (2) 構造物内に設置する基礎は、その上部に設置された機器に加わる荷重を床または梁へ、確実に伝えるように設計及び施工する。
- (3) 屋外に設置する機器の基礎は、その上部に設置された機器に加わる荷重を支持地盤へ確実に伝えるように設計及び施工する。

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 ^{注3}	
	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等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) 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 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"> 処理場と災害対策本部施設（役所等）や特に大規模な広域避難場所等^{注1}の防災拠点をつなぐ管路 軌道や緊急輸送路等下の埋設管路 既存施設を活用したネットワーク化などの体系的な対応管路^{注2} 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 	A
【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		B	

- 注1 「特に大規模な広域避難場所等」の考え方（例）
- DID 地区内等にあり、当該自治体に置いて多数の避難者を収容する拠点
 - 地域防災計画等に位置づけられた災害時の拠点医療施設
 - 支援基地に近接する等の避難者が一時的に集中する避難場所や応急給水拠点等
- 注2 幹線管路の二条化や処理場間のネットワーク化等
- 注3 AはBより優先度が高い

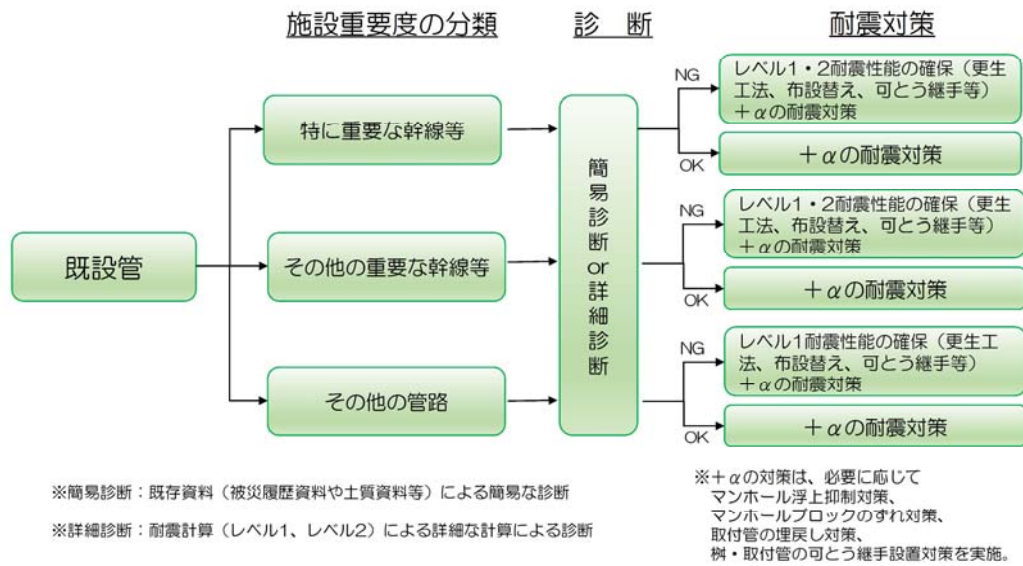


図 4.1.1 既設管の耐震対策フロー

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。

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。

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。

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


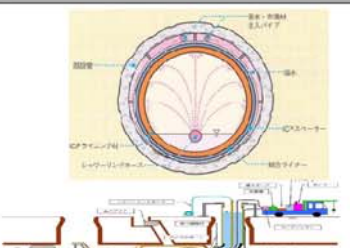

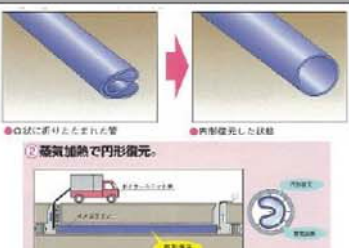
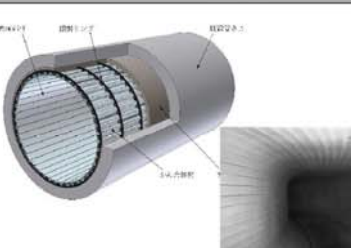
工法分類	設計条件	製管工法	反転工法	形成工法		製管工法
管の形成方法	—	嵌合製管	熱硬化	光硬化	熱形成	熱硬化
模式図	—					
概要	—	既設管内側に、帯状の塩化ビニル製のプロファイルを嵌合させて管渠を形成し、既設管とプロファイルの隙間に裏込め材を注入し、一体強固な複合管を構築する。 管の構造形式は複合管であるが、既設管が破損した状態でも強度審査に合格しており自立管扱いが可能である。	既設マンホールの上部に仮設材でタワーを組み、水頭差を利用してライニング材を反転挿入する。 含浸樹脂は速硬化タイプとノンステレンタイプとの2種類がある。 反転工法のほかに形成工法でも施工可能である。	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。	既設管きよ内を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	φ75～φ2500	φ250～2200mm(元押し製管) φ800～4750mm(自走製管)	φ200～2100mm	φ200～800mm φ100～200mm(取付管)	φ200～400mm(自立管)	φ800～3000mm
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。	φ200→φ190以下、φ250→φ240mm以下 φ300→φ287mm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 φ250～400) 100m(元押し製管 φ450～2200) 200m(自走製管 φ800～900) 300m(自走製管 φ1000～1500) 500m(自走製管 φ1650～4750)	115m(φ200～800) 100m(φ900～1500) 20m(φ1600～2100)	100m(φ200～800) 10m(取付管)	120m(φ200～250) 100m(φ300) 60m(φ350～400)	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 ³ /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/m ³	水圧0.05Mpa、流量2ℓ/m ³	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:2009年3月 耐震設計マニュアル:有り	耐震性能:あり 審査証明:2009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:2009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:2009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:2009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
経済性(直接工事費)	—	φ250:23,000円/m φ1100:174,000円/m φ300:26,000円/m φ1200:195,000円/m φ350:29,000円/m φ1350:223,000円/m φ400:37,000円/m φ1500:253,000円/m φ450:42,000円/m φ1650:326,000円/m φ500:52,000円/m φ1800:358,000円/m φ600:62,000円/m φ2000:411,000円/m φ700:84,000円/m φ2200:465,000円/m φ800:97,000円/m φ2400:647,000円/m φ900:117,000円/m φ2600:716,000円/m φ1000:157,000円/m	φ200:20,000円/m φ800:101,000円/m φ250:24,000円/m φ900:116,000円/m φ300:28,000円/m φ1000:137,000円/m φ350:36,000円/m φ1100:156,000円/m φ400:39,000円/m φ1200:177,000円/m φ450:47,000円/m φ1350:220,000円/m φ500:48,000円/m φ1500:256,000円/m φ600:68,000円/m φ1650:289,000円/m φ700:90,000円/m φ1800:345,000円/m	φ200:30,000円/m φ250:36,000円/m φ300:41,000円/m φ350:46,000円/m φ400:55,000円/m φ450:62,000円/m φ500:66,000円/m φ600:90,000円/m	φ200:25,000円/m φ250:28,000円/m φ300:35,000円/m φ350:41,000円/m φ400:48,000円/m	φ800:131,000円/m φ1650:274,000円/m φ900:152,000円/m φ1800:318,000円/m φ1000:165,000円/m φ2000:353,000円/m φ1100:179,000円/m φ2200:420,000円/m φ1200:192,000円/m φ2400:472,000円/m φ1350:215,000円/m φ2600:506,000円/m φ1500:236,000円/m
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(カリカリ君)	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	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。	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。	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。	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。	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。	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、耐震性能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。	同左
施工手順	①事前調査工 ②水替工 ③インパート壊し工 ④止水工 ⑤切削工 ⑥可とう継手設置工 ⑦インパート復旧工	同左	同左	同左	同左	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	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	φ 200~400 mm	φ 150~400 mm	φ 200~700 mm	φ 150~600 mm(塩ビ管) φ 200~800 mm(推進管)	φ 150~450 mm(塩ビ管) φ 200~800 mm(推進管)	φ 200~700 mm	φ 800~3000 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(40 mm突出し時)	±40 mm	±40 mm	±60 mm	±60 mm	±30 mm	±37 mm
経済性 (直接工事費)	φ 200: 100,000円/1箇所 φ 250: 106,000円/1箇所 φ 300: 122,000円/1箇所 φ 350: 140,000円/1箇所 φ 400: 157,000円/1箇所	φ 200: 215,000円/1箇所 φ 250: 248,000円/1箇所 φ 300: 268,000円/1箇所	φ 200: 310,000円/1箇所 φ 250: 306,000円/1箇所 φ 300: 329,000円/1箇所 φ 350: 353,000円/1箇所 φ 400: 413,000円/1箇所 φ 450: 444,000円/1箇所 φ 500: 470,000円/1箇所 φ 600: 584,000円/1箇所 φ 700: 671,000円/1箇所	φ 150: 181,000円/1箇所 φ 200: 191,000円/1箇所 φ 250: 205,000円/1箇所 φ 300: 219,000円/1箇所 φ 350: 231,000円/1箇所	φ 250: 330,000円/1箇所 φ 300: 358,000円/1箇所 φ 350: 426,000円/1箇所 φ 400: 499,000円/1箇所 φ 450: 593,000円/1箇所 φ 500: 673,000円/1箇所 φ 600: 785,000円/1箇所 φ 700: 922,000円/1箇所 φ 800: 1,011,000円/1箇所	φ 250: 289,000円/1箇所 φ 300: 300,000円/1箇所 φ 350: 317,000円/1箇所 φ 400: 333,000円/1箇所 φ 450: 348,000円/1箇所 φ 500: 366,000円/1箇所 φ 600: 400,000円/1箇所 φ 700: 438,000円/1箇所	φ 800: 429,000円/1箇所 φ 900: 462,000円/1箇所 φ 1000: 489,000円/1箇所 φ 1100: 500,000円/1箇所 φ 1200: 544,000円/1箇所 φ 1350: 582,000円/1箇所 φ 1500: 610,000円/1箇所 φ 1650: 679,000円/1箇所 φ 1800: 679,000円/1箇所 φ 2000: 800,000円/1箇所 φ 2200: 872,000円/1箇所 φ 2400: 969,000円/1箇所
特徴	・耐震基準レベル2に適合 ・比較案中、最も安価である。	・耐震基準レベル2に適合	・耐震基準レベル2に適合 ・φ 200~φ 700までの管径に対応可能である。	・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。	・耐震基準レベル2に適合 ・φ 200~φ 800までの管径に対応可能である。	・耐震基準レベル2に適合 ・φ 250~φ 700までの管径に対応可能である。	・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


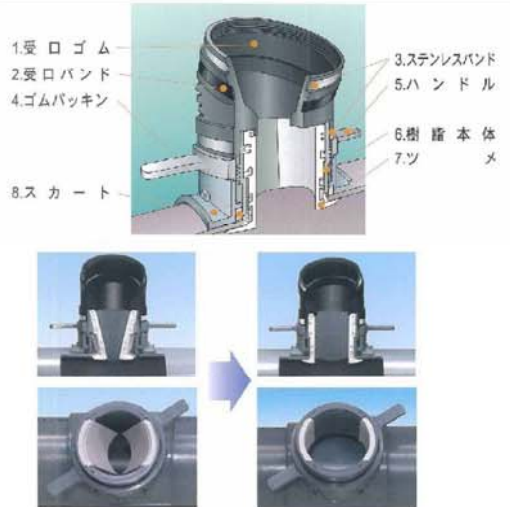

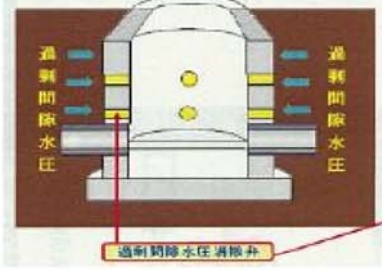

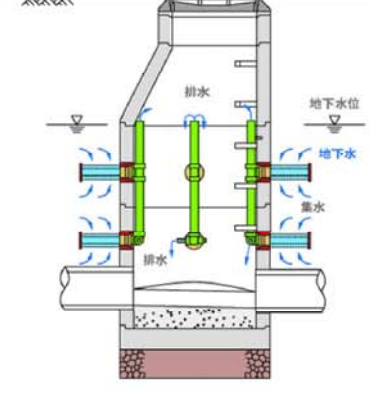

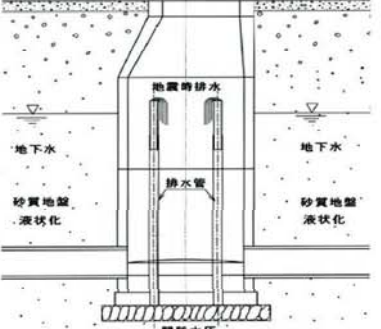
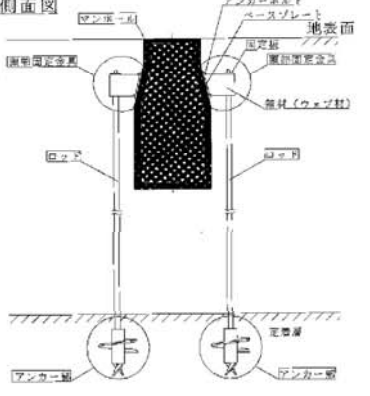
項目	サンタック支管	メカロック支管	QE(クイックイージー)支管(Kタイプ)
概要図			
工法概要	<p>本管と取付け管の接続部に使用するもので、可とう性と止水性を有し、接着剤を使用せずに現場で容易にかつ短時間で取付けられ、取付け後すぐに埋戻し作業が可能な支管であり、耐震性および止水性を有した支管である。</p>	<p>可とう性、伸縮性が高く、地震などの地盤変動を吸収し、かつ屈曲変位15°・本管偏平5%の状態を外水圧及び内水圧ともに0.1MPaが負荷されても漏水が発生せず水密性にも優れた支管である。</p>	<p>受口に±15°可とう性、±30mmの伸縮性があり、地盤変動に柔軟に追従し、か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け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られる。</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け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	取付け管軸方向の変位量+30mm、-25mmの伸縮量を有する	取付け管軸方向の変位量+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
経済性 (直接工事費) ・管路土工 ・管路土留 ・支管取付 ・舗装撤去工	<p>【本管径-取付管径】 φ150-φ100: 203,000円/1箇所 φ200-φ100: 203,000円/1箇所 φ250-φ100: 203,000円/1箇所 φ300-φ100: 203,000円/1箇所 φ350-φ100: 204,000円/1箇所 φ200-φ150: 208,000円/1箇所 φ250-φ150: 208,000円/1箇所 φ300-φ150: 209,000円/1箇所 φ350-φ150: 209,000円/1箇所 φ400-φ150: 210,000円/1箇所</p>	<p>【本管径-取付管径】 φ150-φ100: 204,000円/1箇所 φ200-φ100: 204,000円/1箇所 φ200-φ150: 209,000円/1箇所 φ250-φ150: 209,000円/1箇所 φ300-φ150: 211,000円/1箇所</p>	<p>【本管径-取付管径】 φ150-φ100: 203,000円/1箇所 φ200-φ100: 203,000円/1箇所 φ200-φ150: 208,000円/1箇所 φ250-φ150: 208,000円/1箇所 φ300-φ150: 210,000円/1箇所</p>
特徴	<ul style="list-style-type: none"> ・本管および取付け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"> ・本管と取付け管の接続角度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	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。	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。	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。	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。	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。	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鋳鉄製(ねずみ鋳鉄、比重7.5)の小板(インナーブロック)を使用する。
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けて土砂流入防止材・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、インポート部の設置の際は水替えが必要となる。
経済性 (直接工事費) ・土工(必要な場合) ・土留工(〃) ・人孔撤去工(〃) ・浮上防止設置工	① 組立0号MH : 238,000円/1箇所 ② 組立1号MH : 258,000円/1箇所 ③ 組立2号MH : 338,000円/1箇所 ④ 組立3号MH : 358,000円/1箇所	① 組立0号MH : 395,000円/1箇所 ② 組立1号MH : 421,000円/1箇所 ③ 組立2号MH : 507,000円/1箇所	① 組立0号MH : 228,000円/1箇所 ② 組立1号MH : 238,000円/1箇所 ③ 組立2号MH : 297,000円/1箇所 ④ 組立3号MH : 337,000円/1箇所	① 組立0号MH : 323,000円/1箇所 ② 組立1号MH : 381,000円/1箇所 ③ 組立2号MH : 713,000円/1箇所 ④ 組立3号MH : 836,000円/1箇所 ⑤ 組立4号MH : 971,000円/1箇所 ⑥ 組立5号MH : 1,509,000円/1箇所	① 組立0号MH : 386,000円/1箇所 ② 組立1号MH : 415,000円/1箇所 ③ 組立2号MH : 489,000円/1箇所	① 組立1号MH : 424,000円/1箇所 ② 組立2号MH : 1,473,000円/1箇所 ③ 組立3号MH : 1,837,000円/1箇所 ④ 組立4号MH : 2,253,000円/1箇所
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	・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。	・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。	・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。	・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。	・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。	・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。

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)
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、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。
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
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
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工を行い、さや管を設置する。ろ過器設置のため底部削工を行い、延長ロット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。
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。
経済性 (直接工事費) ・土工(必要の場合) ・土留工(〃) ・人孔撤去工(〃) ・設置工	① 組立1号MH : 280,000円/1箇所 ② 組立2号MH : 420,000円/1箇所 ③ 組立3号MH : 560,000円/1箇所	① 組立1号MH : 390,000円/1箇所	① 組立1号MH : 692,000円/1箇所 ② 組立2号MH : 710,000円/1箇所 ③ 組立3号MH : 728,000円/1箇所 ④ 組立4号MH : 758,000円/1箇所	① 組立1号MH : 590,000円/1箇所 ② 組立2号MH : 507,000円/1箇所 ③ 組立3号MH : 798,000円/1箇所 ④ 組立4号MH : 1,631,000円/1箇所	① 組立0号MH : 426,000円/1箇所 ② 組立1号MH : 462,000円/1箇所 ③ 組立2号MH : 591,000円/1箇所 ④ 組立3号MH : 850,000円/1箇所	① 組立1号MH : 2,870,000円/1箇所 ② 組立2号MH : 3,180,000円/1箇所 ③ 組立3号MH : 3,938,000円/1箇所 ④ 組立4号MH : 4,825,000円/1箇所
	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。

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】

次ページ以降に、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。

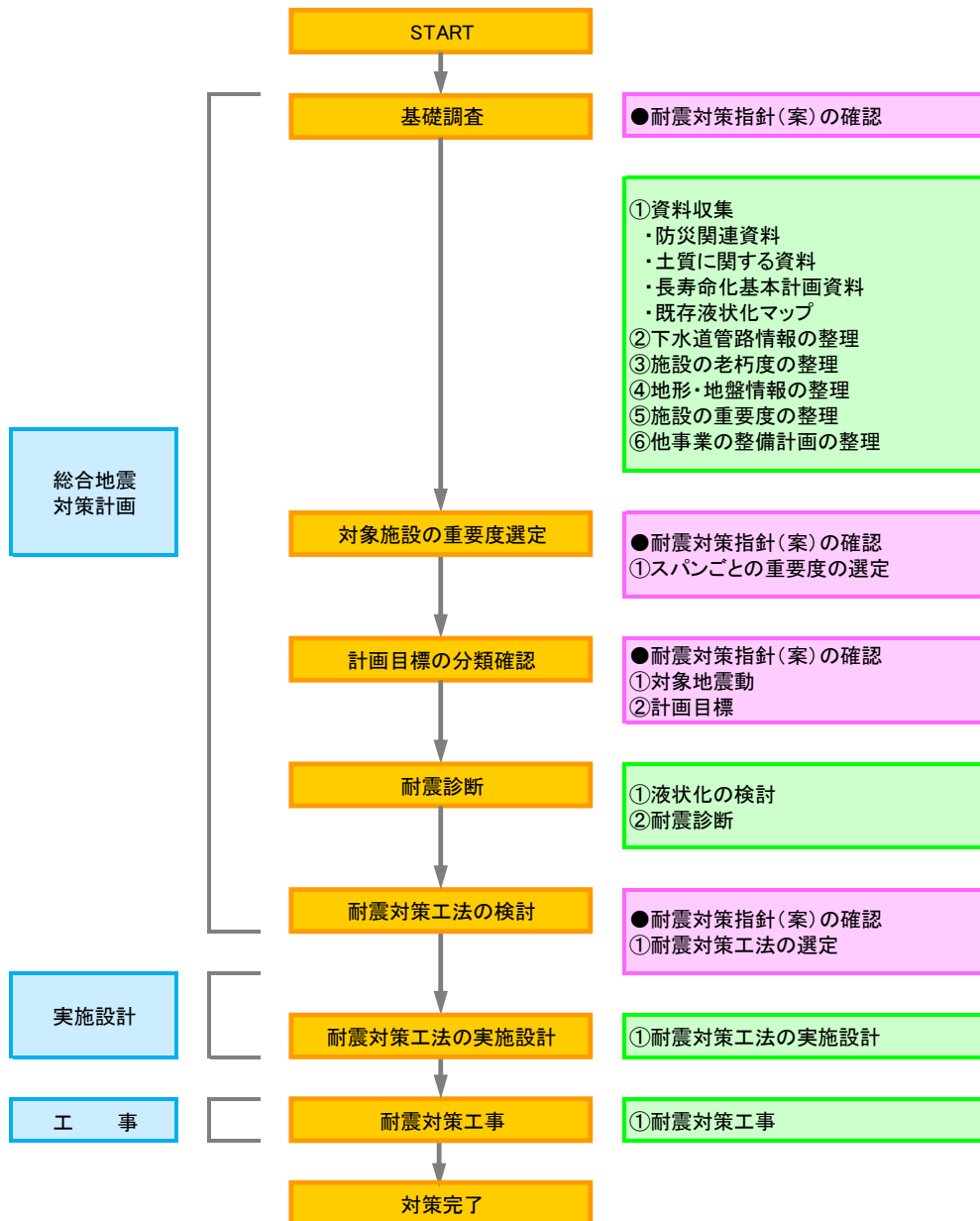


図 5.2.1 既設管における耐震対策の事業フロー (案)

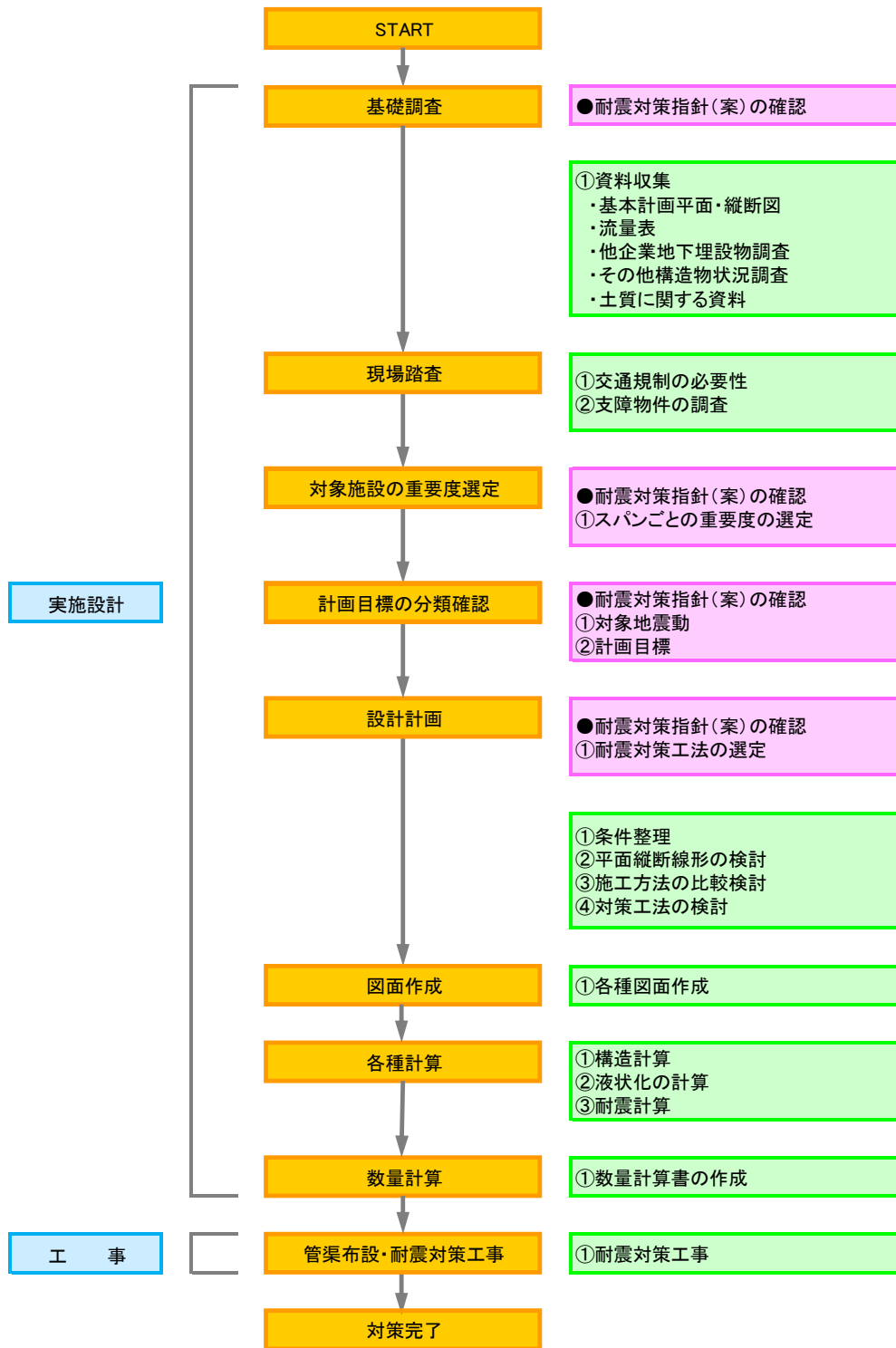


図 5.2.2 新設管における耐震対策の事業フロー (案)