５．４　災害復旧事業の申請手続き

集落排水施設の災害復旧は、一定の要件を満たす場合に災害関連農村生活環境施設復旧事業として国庫補助の対象となる。採択申請は、被災から 60 日以内に都道府県を通じて行う必要がある。申請には、事業採択申請書、事業計画概要書（査定設計書、図面等の資料）を作成する必要がある。

また、申請前に工事に着手する応急仮工事、応急本工事制度があり、これらを活用して迅速な復旧を行い、後の申請にあわせて計上することができる。

【解　説】

１）事業の内容

集落排水施設の災害復旧事業（災害関連農村生活環境施設復旧事業）は、被災市町村において農地・農業用施設災害復旧事業（国庫補助）が行われる場合に、これと関連して、同一の災害により被害を受けた集落排水施設を原形に復旧（原形に復旧することが不可能若しくは著しく困難な場合においては、従前の効用を復旧することを含む。）する事業で、原則として３か年以内に完了するものとする。

表－５－３　主な災害復旧事業制度

区分	事業名	事業内容	補助根拠
災害復旧事業	農地災害復旧事業	被災した農地の復旧	暫定法　※1
	農業用施設災害復旧事業	被災した水路、ため池、農道等の農業用施設の復旧	暫定法　※1
	直轄災害復旧事業	国が造成した農業用施設が被災した場合の復旧（完了地区を含む）	土地改良法
災害関連事業	農地災害関連区画整備事業	農地の復旧と併せて実施する周辺農地の区画整理	予算補助
	農業用施設災害関連事業	農業用施設の復旧と併せて実施する改良工事	予算補助
	災害関連農村生活環境施設復旧事業	農地等の復旧と関連して実施する生活環境施設の復旧	予算補助

※１暫定法・・・農林水産業施設災害復旧事業費国庫補助の暫定措置に関する法律

2)採択要件

災害関連農村生活環境施設復旧事業の申請において、採択要件は以下のとおりである。

①受益戸数が２戸以上であること。

②１箇所（１処理区を１箇所とするのが通例である。）当たりの工事費が200万円以上であること。応急仮工事を含む場合は、その費用が100万円以上で、応急仮工事を除く本復旧工事費が100万円以上であること。

③次のいずれにも該当しないこと。

・維持工事とみるべきもの
・設計の不備又は工事の施行の粗漏に基因するもの
・維持管理の義務を怠ったことに基因するもの
・本事業以外の事業施行中に生じた災害に係るもの

3)事業の申請

事業採択申請書、事業計画概要書を作成し、災害発生後60日以内に地方農政局長等に提出する。

事業計画概要書の作成における主な留意点は、以下のとおりである。

①被災状況は、第三者が見て被災の程度を明確に判別できる記録（状況写真、図面等）を整理する。

②応急仮工事、応急本工事を行う場合には、それぞれに必要な手続きを行い、必要書類を整理する（P166「参考資料－１３　１３―１．災害関連農村生活環境施設復旧事業の手続きの流れ」参照）。

③電気・機械設備が浸水し被災した場合は、次の事項に留意する。

・写真や図面は、浸水の状況、範囲が分かるように浸水の痕跡等を明示する。
・電気機器の絶縁抵抗の測定を行い、内線規程（日本電気協会）にある基準値を下回っているか否か等を整理する。
・絶縁抵抗の測定結果と併せて、メーカー、保安協会等による見解書を添付する。
・絶縁抵抗値は被災時には基準値を下回っていたが、その後機器が乾燥し、絶縁抵抗値が回復した場合でも、メーカー、保安協会等が機器の安全から交換すべきとの見解を示しているのであれば、そのことが見解書に明記されているか確認する。
・見解書に加え、機器の取扱書等に浸水した場合の記載がある場合はこれを添付する。
・制御盤の一部が浸水した場合、全体を交換するかは経済比較により検討する。
・見積書を徴収する場合は、複数からとし、実勢単価とする。

④その他（P167「参考資料－１３　１３－２．災害関連農村生活環境施設復旧事業申請の留意点」参照）

4)応急本工事（査定前着工）制度の活用

応急本工事（査定前着工）は、災害査定を待たずに復旧工事に着手できる制度である。集排施設のように生活に直結した施設を早急に復旧する必要がある場合に活用する。

二次災害の防止や当面の機能確保を目的とした応急仮工事と、査定を待たずに本復旧工が実施できる応急本工事（査定前着工）がある。

①応急仮工事

事業主体の判断で実施する仮工事で、出来形が残らない。

【国庫補助対象の要件（災害関連事業の場合）】

１箇所に要する応急仮工事費が100万円以上のもので、かつ応急仮工事費を除く本復旧工事費用が100万円以上のもの。

【査定時に必要な資料】

- 応急仮工事に要した費用を計上した査定設計書
- 応急工事を実施することの必然性が確認できる仮工事施工前の被災状況写真
- 工事の証拠書類（契約書、領収書、人夫の出役簿等）
- 工事実施中の段階写真、竣工写真

【例】

- 電気設備の仮設盤
- 管路の仮配管
- 水槽内に流入した土砂撤去
- バキューム車による汚水吸引・輸送（※都道府県を通じて農政局と要相談）

写真－５－10　応急仮工事（中継ポンプ仮設盤）

写真－５－11　応急仮工事（左：管路被災状況、右：仮設道路と仮配管）

②応急本工事（査定前着工）

査定前に着工する必要のある箇所について、事業主体が都道府県・農政局に申請し承認を得て実施する本工事で、出来形が残る。

申請後、早ければ即日承認され、その後に工事に着手する。（工事完了後には、都道府県へ報告する。

【査定前着工の申請資料】

・申請書（被災概要、復旧方針、着工理由、概算工事費）
・概略図
・被災写真

（最小限の資料で申請でき、FAXやメールでの送付と電話による対応も可能）

【査定時に必要な資料】

・工事実施中の写真、出来形管理図書
・出役人夫・購入資材・工事費支払額等が確認できる証拠書類
・請負契約関係書類

５．５　施設復旧計画・設計上の留意点

施設の復旧計画・設計に当たっては、被災原因の分析を踏まえ、再被災の防止対策について総合的に検討する。また、津波による被災施設の復旧計画は、地域全体の復興計画等をもとに策定し、必要に応じて津波に留意した復旧計画・設計を検討する。

【解　説】

災害復旧は原形復旧が基本であるが、被災原因の分析・検討を行い、この結果を踏まえて、当該集落排水施設の震災対策を検討し、各構造物の復旧計画・設計に反映させる。

また、津波被災施設の復旧計画策定に当たっては、地域全体の復興計画や防災計画の見直し内容を踏まえたものとし、復旧施設の対象人口や施設規模、配置等を決定する。

１）管路施設

これまでの地震による管路施設の被災は、液状化による管路のたるみや破損、マンホールの浮上が大部分を占めている。

管路の液状化被災の復旧では、P73「６．２．１　管路」に示す液状化対策工法が有効である。地区全体の防災対策の検討結果を踏まえて、P73「６．２．１　管路」に示す留意事項や下の参考例も参考に、経済性を含め総合的に検討する。

また、東北地方太平洋沖地震で発生した津波による被災地区（以下「津波による被災地区」という。）では、道路の洗掘や流失に伴う埋設管路の被災、中継ポンプ制御盤の水没や倒壊、管路内への土砂や瓦礫の流入等による被災が生じている。このような地区では、地域全体の復興・復旧計画に伴う管路の路線見直しに併せて、必要に応じて地表固定の水密型操作盤や水密型ポンプの採用等の設計・施工上の対策を検討する。

＜参考例１＞固化改良土埋戻工法を採用したケース

液状化により被災した集落排水管路の復旧にあたり、現地発生土をセメント系固化剤で改良し、埋戻しを行う固化改良土埋戻工法と、リブ付塩ビ管を砕石で埋め戻す砕石埋戻工法について、経済比較の結果や現場条件等を勘案し、現地発生土の固化改良埋戻工法を採用（P66「コラム６」参照）。

＜参考例２＞流送システムの変更を行ったケース

被災した集落排水管路の上部にガス管又は水道管が埋設されている箇所において、復旧工事時の仮設工事が高額となることが判明した。埋設深の深い自然流下方式から埋設深の制限が少ない真空方式に変更することにより、推進工法や浅埋設を採用した結果、原形復旧に比べても低コストとなる真空方式にて復旧を実施。

２）汚水処理施設

これまでの地震による被災状況を見ると、RC製の汚水処理施設では大きな被災は確認されておらず、確認されているものの中では敷地地盤やFRP製処理槽の盛土の液状化による被災が最も多く、地震動による接続管の離脱やマンホールのずれ、機器の故障等も一部で確認されている。

施設の復旧設計に当たっては、被災原因を踏まえて、敷地地盤の液状化や側方流動に対する工法、機器の固定方法の採用、敷地地盤の締固め度の施工管理等について、経済性も含め総合的に検討する。

津波により被災した汚水処理施設の復旧計画に当たっては、地域全体の復興計画や防災計画の見直し内容を踏まえ、復旧施設の対象人口、施設規模、津波対策への対応について検討する。また、復旧設計段階においても、必要に応じて津波の想定流入方向に開口部を設けない施設レイアウトへの変更や水密性が高い扉の採用等の再被災を軽減できる対策について検討する（対策については、P83「６．３　汚水処理施設における留意点」を参照）。

コラム６

令和６年能登半島地震における被害と対応状況

１　被害の特徴

令和６年能登半島地震における農業集落排水施設に係る被害の特徴としては、処理施設については、建築物や電気・機械設備に大きな被害はなかったが、多くの施設で外構部分の沈下や舗装の亀裂が顕著な他、FRP 製のタンク施設では、タンクが覆われた盛土部分が崩壊し、それに伴う配管の破損が見られる。

また、管路については、マンホールの浮上や管路のたるみが顕著となっている。

外構の被災状況

盛土崩壊の状況

２　被害の要因

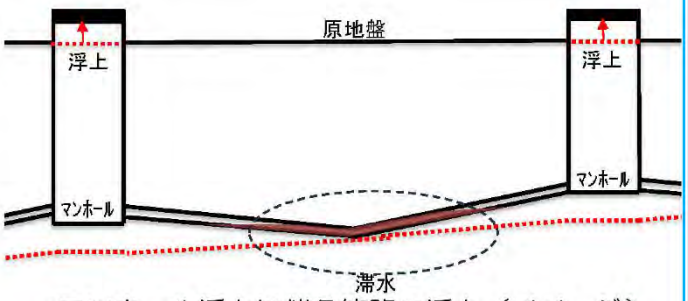
（１）マンホールの浮上

地震時に埋戻し土が液状化した場合は、砂の飽和重量の増加に伴い、浮力が増大し、マンホール外周面の摩擦抵抗力も期待できなくなることにより浮上する。なお、地下水位が高ければ高いほど浮上の危険性は高まり、同規模の地震でも、地下水位に加えて、地震動の方向や継続時間等によって被害の程度が変わってくる。

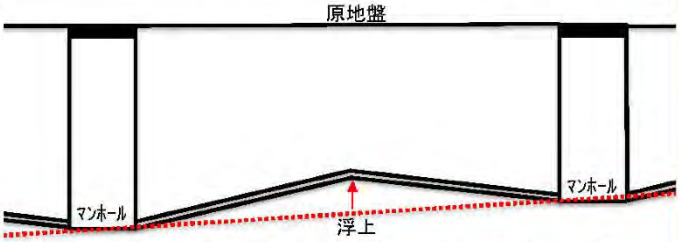
（２）管路のたるみ

マンホール浮上に伴う接続された管路の浮上、埋戻し材の液状化による管路の浮上、原地盤の変位による管路の変状及びそれらが複合しての影響による管路の変状が考えられる。

浮上したマンホール



マンホール浮上に伴う管路の浮上（イメージ）



埋戻し材の液状化による管路浮上（イメージ）

３　対応状況

液状化により被災した集落排水管路の復旧にあたり、現地発生土をセメント系固化剤により改良し、埋戻しを行う固化改良土埋戻工法と、リブ付塩ビ管を砕石で埋め戻す砕石埋戻工法について、経済比較の結果や現場条件等を勘案し、工法を選定。

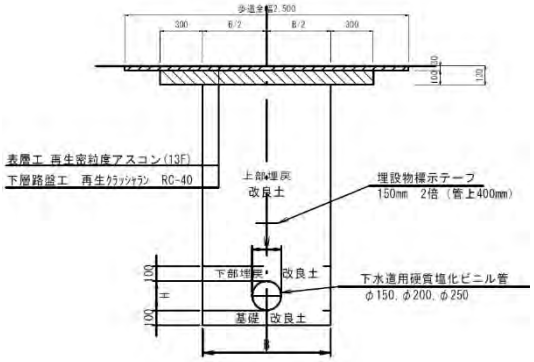
４　設計・施工上の留意点

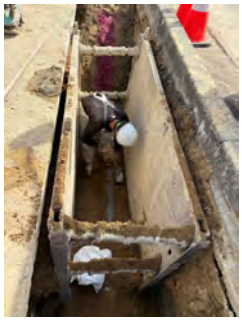
（１）マンホールの施工

- マンホールの復旧については、接続する管路を含めた施設の被災状況により、マンホールの切り下げと道路舗装のすり付けのみで対応できる場合、既設マンホールを再設置する場合、及び、既設マンホールを撤去し新設する場合がある。
- マンホールの種類によっては、マンホールの分解ができないため、復旧の際の再設置が困難な場合があるので、あらかじめ地区内に整備されているマンホールの種類を把握しておくことが有効。

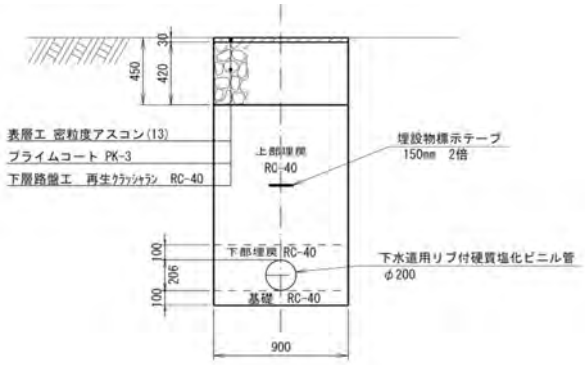
（２）砕石埋戻工法

- 水道管は、集排管路と平行して設置されており、集排管路工事の掘削断面内にある場合や掘削断面を横切る場合が多く、また、通常、水道管は砂等で保護されている。集排管路を砕石で埋め戻す場合、部分的に砂で巻きたてる方法や保護シートで水道管を巻く方法などの水道管の保護が必要。





固化改良土埋戻工法による施工



砕石埋戻工法による施工

５．６　運転再開時の留意事項

施設復旧後の処理施設の運転再開においては、被災要因、被災箇所や停止期間等を考慮し、処理水槽内の生物膜や活性汚泥（浮遊生物）の状態に留意して処理水の水質の早期回復に努める。

【解　説】

処理施設が仮復旧又は本復旧を了した後の運転再開においては、被災要因（浸水、停電、土砂流入等）、被災箇所（処理水槽、電気設備、機械設備）、施設が停止していた期間、停止期間中の流入の状況等に応じて、処理水槽内の生物膜や活性汚泥の状態に留意し、早期に処理水の水質が回復できるよう、また正常な運転に復帰できるよう努める。

ただし、生物処理であるため、停止期間が長期化していれば、回復（水質の確保）にも時間を要することが考えられる。

運転を再開する前後において、「農業集落排水処理施設　維持管理マニュアル」等に基づき、処理水の水質、機器の運転状況について、異常の有無を確認する。

機器が正常に稼働しているにも関わらず、処理性能が回復しない場合は、専門機関へ問い合わせ現地指導も含めた支援要請を検討する。

以下に運転再開時の確認事項や処理方式の違い等による主な留意点を上げる。

また、非常時に備えたチェックリストを作成しておくと、確認漏れがなく、的確な作業が行える。

１）運転再開前の確認事項

①機器の確認

・各機器の絶縁抵抗値の測定
・機器の動作確認（異常音、過負荷）
・絶縁の保護装置の作動状況（漏電対策）

②微生物の確認

処理水槽のばっ気ができない停止期間が長期化した場合は、ばっ気を再開した直後の剥離汚泥（生物膜）や活性汚泥の色や臭気を確認する。

・剥離汚泥の色、臭気、槽内の撹拌状況
・活性汚泥の色、臭気、濃度（MLSS）

③処理水槽の確認

・異物の有無の確認（ばっ気撹拌機等の損傷の原因）

処理水槽に異物が混入した可能性がある場合は、槽内に混入した異物を確実に取り除く必要がある。特に、処理水槽の覆蓋が開いていたり外れていたりした場合は、何らかの異物（処理水槽周辺にあった器具等）が槽内に落下した可能性が高いので、撹拌装置等の機器類の損傷を防ぐため、槽内水を全量引抜き槽内に異物がないことを確認する作業の実施を検討することも必要である。覆蓋の多くは水に浮く材質を使用しているが、覆蓋を全て回収できない場合は覆蓋が槽内に沈下している可能性もあるので、確実に回収する必要がある。

・土砂の流入状況の確認（槽内設備の摩耗の原因）

洪水で処理水槽内に土砂が流入した場合は、槽底部に堆積した土砂量によっては処理水槽から直接土砂を撤去することを検討する。

大量に土砂流入した場合は、ポンプやばっ気撹拌装置の稼働時に摩耗の原因となるため、処理水槽の底部から汚泥を引抜く等の方法で土砂の撤去を行う。また、土砂は処理水槽間（前処理施設から沈殿槽までの水槽）を移動する場合もあるので、撤去作業は数回実施することが望ましい。

2）土砂混入の確認方法

浮遊生物法の場合、土砂は活性汚泥に混入しているため活性汚泥を観察しても、目視では土砂の混入程度を明確に判断できない。土砂の混入が疑われるときは、処理水槽の活性汚泥を採取し SV_{30} を測定する、SVI を計算する等によって、土砂の混入程度をある程度判断することができる。以下に、具体的な判断方法を示す。

①集落排水処理施設では、一般に MLSS 濃度 2,500mg/L の SV_{30} は 70%以上になることが多いので、この条件で SV_{30} が 50%以下の場合は土砂が相当量混入している可能性があるのでさらに②を実施する。

②SVI を計算し 100mL/g 以下の場合は、土砂が相当量混入していることが考えられるので可能なら③を実施する。

③上記①や②で土砂の混入が疑われた場合は、活性汚泥（槽底部から採取）を採取し MLSS と MLVSS を分析する。MLVSS/MLSS 比を計算し 0.65 以下であれば通常の集落排水処理施設の活性汚泥とは異なる性状なので、相当量の土砂が混入している可能性が高いと判断できる。

写真－５－１２　左：流量調整槽の土砂混入（汚水計量槽の四角堰）
右：水槽内への覆蓋の落下（汚泥貯留槽）

3）生物膜法における留意点

生物膜法は、処理に係わる微生物が接触ろ材に棲息しているため、ばっ気ができなかった期間の長短に拘わらず通常のばっ気強度（1.0～2.0m^3/（m^3・時））で運転を再開する。

ばっ気を再開したときに確認できる白色や黒色の剥離汚泥は、接触ばっ気槽内の嫌気状態の進行程度を示す目安（量が多い程、嫌気状態が進行している。）である。再開当初は、剥離汚泥が一時的に多くなることもあるが、徐々に少なくなり白色や黒色の剥離汚泥も目立たなくなるのが一般的である。生物膜は、低水温期を除き２～３週間程度で通常の状態に回復する。

なお、ばっ気を再開すると接触ばっ気槽では顕著な発泡現象が認められるが、処理が安定するまでの一時的な発泡現象なので、ばっ気強度を小さくせずにばっ気を継続すると次第に発泡量は少なくなる。

4）浮遊生物法における留意点

浮遊生物法は、ばっ気を停止した期間が３週間程度なら、比較的早く安定した処理に回復するが、１ヶ月程度以上ばっ気を停止した場合は、状況によっては処理が回復するまで時間を要する場合もある。特に、ばっ気を停止していた期間に流入汚水を投入していた場合は、処理水槽内の活性化汚泥が腐敗し極度な嫌気状態になっていることが予想されるため、処理水槽内の汚泥（活性汚泥）を全て引抜き、始めから活性汚泥を増やすことや周辺（同一市町村内等）の類似処理施設等からシーディング用の活性汚泥を持ち込むことを検討する必要がある。なお、MLSS 濃度は、1,000mg/L 以上であれば立ち上げに必要な微生物量は十分であるといえる。

運転再開時のばっ気方法は、連続ばっ気で十分な風量を供給する。窒素除去タイプの処理施設の場合、酸化処理の進行程度によって適切な時期に間欠ばっ気に移行することになるが、そのタイミングを見極めることが重要である。

また、接触ばっ気槽と同様に活性汚泥でも、一時的に顕著な発泡現象が認められる。酸化処理が順調に進行すれば、通常では発泡期間は接触ばっ気法より短く、短期間で発泡現象は収まり確認できなくなる。

なお、ばっ気槽底泥から硫化水素が発生しないことを確認し、撹拌及びばっ気を再開する。硫化水素が発生している場合には、必要な対策を講じてから運転を再開する。

余剰汚泥の引抜きは、MLSS 濃度が 800mg/L 以下と極端に低い場合を除いて、ごく少量でも必ず実施することが望ましい。

以下、各方式における留意点を詳述する。

①回分方式

回分方式には沈殿槽がないので、上澄水の排出工程時に汚泥が流出しないよう注意することが必要である。排出工程開始時に回分槽の汚泥界面を測定し、水面と汚泥界面間に十分なクリアランス（50cm 以上）があることを確認し、必要に応じて沈殿（固液分離）時間を長くする等の対処を行う。

②間欠ばっ気方式

間欠ばっ気方式においても、再開時は連続ばっ気を行う。連続ばっ気から間欠ばっ気に変更するタイミングは、硝酸菌が増殖しアンモニア性窒素の硝化がある程度進行してからである。硝化反応が進行するとｐＨは低下するが、間欠ばっ気を再開するとｐＨは高くなるので、6.0 以下のようにｐＨが極端に低くなる前に間欠ばっ気に変更する。

③ オキシデーションディッチ方式

OD 槽内の流速を早くし、活性汚泥が槽底部やコーナ部に滞留しないような撹拌を行う。処理が安定するまでは、低速運転や間欠ばっ気は行わず、酸化処理が十分進行している状態を確認してから、通常運転を行う。

６．耐震対策のための施設整備

６．１　施設計画・設計上の留意点

施設の計画・設計に当たっては、対象とする地震、津波の規模、各施設の耐震性能等の検討を行うとともに、津波被災の可能性がある地域では、津波による被災の危険性や影響等を踏まえて汚水処理施設の位置選定を行う。

また、施設の設計に当たっては、設計に関する法令や技術資料を踏まえ、施設の重要性等を考慮した上で、必要に応じて地震荷重や液状化発生の可能性等について検討し、必要な対策を講じる。

【解　説】

施設の計画・設計に当たって対象とする地震、津波の規模は、市町村地域防災計画に基づき設定することを基本とし、必要に応じてそれ以下の地震、津波の規模の設定についても検討する。

地震の規模と事業主体が判断する施設の重要度も考慮して、保持すべき耐震性能が確保されるよう法令、「農業集落排水施設設計指針」等の施設設計に関する技術図書を踏まえて設計を行う。

汚水処理施設のうち、建築物については建築基準法等の法令に、処理水槽や基礎構造物等の土木構造物については既存の技術図書に保持すべき耐震性能と耐震設計手法とが示されている。これらの基準により建設された施設においては、これまでの地震においても構造物に大きな被害は生じていない。

管路施設（管路、マンホール等）は、これまでの地震で大きな被害を受けており、路線計画時や設計の際に、地震により被災しやすい立地場所や箇所等に留意して検討する。

津波による被災の危険性の検討はこれまでほとんど行われていなかったが、津波被災の可能性がある地域では、汚水処理施設の設置場所の選定等に当たっては、最新の地域防災計画に定められた津波規模や地域計画と整合させるよう定める。また、汚水処理施設のレイアウトや構造上の工夫によって被災を軽減できる可能性があることから、減災対策についても検討する。

なお、耐震対策（地震動対策、液状化対策、津波対策）については、対策に要するコストが割高となる場合もあることから、被災した場合の社会的影響や対策による効果等を総合的に勘案して選定する。

６．２　管路施設における留意点

６．２．１　管路

管路の設計に当たっては、個々の路線の重要度等を考慮した上で、必要に応じて地震による影響を考慮した設計を行うとともに、液状化発生の可能性等について検討し、必要な対策を講じる。

【解　説】

これまでの地震における管路の被災事例の多くは、地震動や管基礎材及び埋戻し材料の液状化による管路のたるみ、管の離脱や破損、マンホールと管路接合部の破損等である。

管路の路線計画、設計、施工の各段階では、１）に示す被災による影響が大きい施設及び箇所、２）に示す被災しやすい立地場所及び箇所に留意しながら、地形・地質調査結果を踏まえた液状化の可能性及び地震動被災の危険性について検討を行い、耐震対策の必要性を検討した上で、対策が必要な施設について、現場条件に合わせて、必要な対策を講じる。

液状化しやすい箇所については、P16「参考－２－２　液状化しやすい条件について」を参考に検討を行う。なお、現地盤の液状化の判定法としては、「参考－６－１」に示す「ＦＬ値法」を標準とする。

液状化対策の例としては、次の３）～６）のようなものがある。

地震動対策の例としては、次の６）～８）のようなものがある。

なお、管路の応答変位法による解析は、特に重要な路線において検討する。

＜参考－６－１　ＦＬ値法＞

（出典：土地改良事業計画設計基準及び運用・解説　設計「パイプライン」令和3年6月　P381）

ＦＬ値法は、まず地盤内のある深さの液状化強度比（せん断応力で表した液状化強度と有効拘束圧の比）Ｒを、Ｎ値や粒径等から求める。次に、その土に地震時に加わる繰り返しせん断応力比Ｌを地表最大加速度などから推定して、両者の比を液状化に対する抵抗率（又は安全率とも呼ぶ）ＦＬを次式で求める。

$$ＦＬ＝Ｒ／Ｌ＝Ｒmax／Ｌmax$$

ここに、Ｒ、Ｒmax：液状化強度比

Ｌ、Ｌmax：繰り返しせん断応力比

算定の結果、ＦＬ≦１であれば液状化の可能性があり、ＦＬ＞１であれば可能性が小さいと判断する。なお、ここでmaxと記す場合には、地震荷重のもとでの液状化強度比と繰り返しせん断応力比を、記さない場合には一様振幅荷重のもとでの意味を表している。

１）被災による影響が大きい施設及び箇所

①緊急輸送道路内の管路

②防災拠点や避難施設への経路内の管路

③集水域に防災拠点や避難施設がある管路

④橋梁添架部等で被害を受けて公共用水域への汚水流入の可能性のある管路

2）被災しやすい立地場所及び箇所

(1)地形的要因

①崖部や法肩

②盛土から切土への変化点

③軟弱地盤の地点

④基盤岩の上にある表層の土砂の厚みが急変する地点

⑤河川段丘部

⑥河川三角州部

(2)土質・地質的要因

①地下水位が高い地点

②埋戻し時の締固め作業性が悪い土質

(3)構造箇所

・構造物と埋設管路の接合部（マンホール、処理施設流入部、水槽接続管部）

3）固化改良土埋戻工法

固化改良土埋戻工法は、発生残土の土捨場が確保できない場合等の施工方法として採用されており、中越沖地震においてもその効果が確認されている。固化剤は石灰系、セメント系、マグネシウム系等の様々な材料が使用されており、設計強度、経済性、周辺環境への影響等を考慮して材料を選定する必要がある。以下に主な留意点を挙げる。

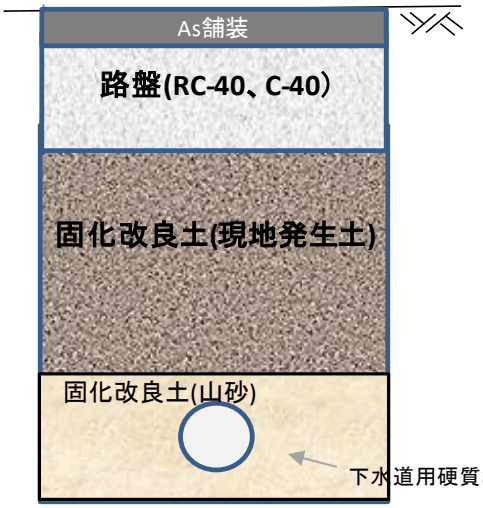
①固化改良土埋戻工法は、ドライ施工が必要なため、天候や地下水位等の現場条件により施工品質が左右される。このため、地下水位が高い場合等は、矢板等を適切に配置し水の流入や地山の崩壊を防止するとともに、施工箇所の地下水を適切に排水（ポンプ排水等）する必要がある。

②固化改良土の設計強度は、下水道では、室内試験による平均一軸圧縮強度（σ_{28}）＝100～200ｋPa、現地における一軸圧縮強度として 50～100kPa が採用されている。小口径管が主体の集落排水管路施設では、一軸圧縮強度（室内）100ｋPa、現場圧縮強度 50kPa で十分な液状化抵抗が期待できる。

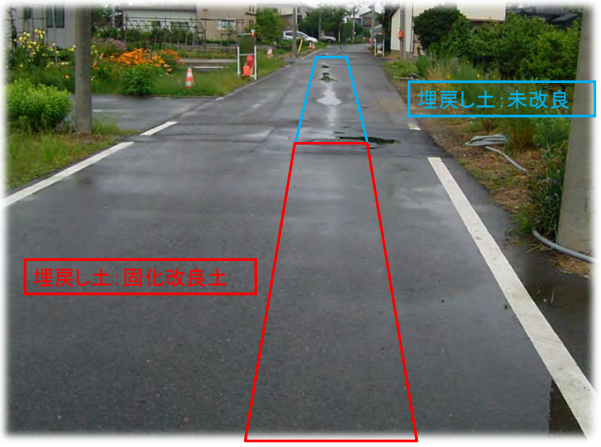
③固化剤の添加量は、固化剤、現地発生土の土質等により相違するため、事前に試験を行い適切な添加量を確認しておく。試験に当たっては、施工時の地下水の状況等を考慮する。

④セメント系固化改良土の場合には、改良土の製造から埋戻し完了までの時間を短くする必要がある。改良土製造後仮置きせざるを得ない場合には、仮置きと解きほぐしの過程における強度の減少を考慮した試験練りを行い、添加量を決める必要がある。

⑤普通ポルトランドセメント等のセメント系固化剤を用いる場合は、六価クロム溶出試験を行い、安全性を確認しておく。



図－6－1　固化改良土埋戻工法
施工断面図



写真－6－1　中越沖地震時の再被災状況
（固化改良土埋戻工法を採用した区間（写真手前）には路面沈下は見られないが、当該工法の未採用区間（写真奥）には路面沈下が見られる。）

4）砕石埋戻工法

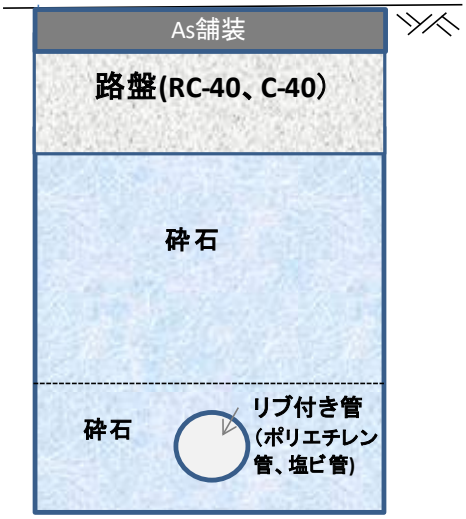
リブ付管等の砕石による埋戻しが可能な管材の採用により、砕石基礎による液状化対策が可能である。また、曲線設置が可能となることから、交差点等で他の埋設物があり原形復旧によるマンホールの再施工が困難な場合や曲線設置によりマンホールが減らせる場合等では経済的な工法となる場合がある。

砕石埋戻工法においては、以下の点に留意するものとする。

①間隙水を適切に排水するため、地下水位より上方まで砕石で埋戻す。

②透水性の高い材料（例えば、10%通過粒度（D_{10}）が１㎜以上の砕石、又は排水効果の確認されている材料）で埋戻す。

③吸い出しによる、陥没、目詰まりを防止するために、適切な材料を選定する。



図－6－2　砕石埋戻工法施工断面図

写真－6－2　リブ付塩化ビニル管

表－6－1　リブ付管基礎材の種類（砂質土）

種　　類	最大粒径（㎜）
砂	２０
再生砂(注)	
改良土(注)	５０
現場発生土(注)	

注）再生砂・改良土・現場発生土は、十分な地耐力が得られる（締固まる）ことを確認すること。

表－6－2　リブ付管基礎材の種類（礫質土）

種　　類		粒度範囲（㎜）
クラッシャーラン	Ｃ－４０	４０～０
	Ｃ－３０	３０～０
	Ｃ－２０	２０～０
粒度調整砕石	Ｍ－４０	４０～０
	Ｍ－３０	３０～０
	Ｍ－２０	２０～０
単粒度砕石	Ｓ－１３（6号）	１３～５
	Ｓ－５（7号）	５～２．５
再生砕石	ＲＣ－４０	４０～０
	ＲＣ－３０	３０～０
	ＲＣ－２０	２０～０

注）礫質土を使用した場合、設計たわみ率は4%とする。これは、とう性管の許容たわみ率5%（土地改良事業計画設計基準及び運用・解説　設計「パイプライン」令和３年６月より）に施工のバラツキ±１%を考慮したものである。
（出典:新技術情報シリーズ（管路施設－3）「リブ付硬質塩化ビニル管を使用した曲管システム」参考資料H18.6 地域環境資源センター）

５）締固め度を管理した埋戻し

管基礎及び埋戻し土の締固め密度の向上により対策を行う際は、土質に適した転圧機械、転圧方法を検討するとともに、事前に試験施工による密度確認を行い、埋戻し土の土質等に応じて施工管理方法（工法指定、密度指定等）を定めて確実に指定した締固め度を満足しているか確認する。

なお、埋戻し土の締固め度が 90%程度以上であれば、一般的に浮き上がり等の被害が生じにくいとされており、適切な締固め機械の導入が可能な場合は、安全側をみて 95%以上にすることが望ましい。

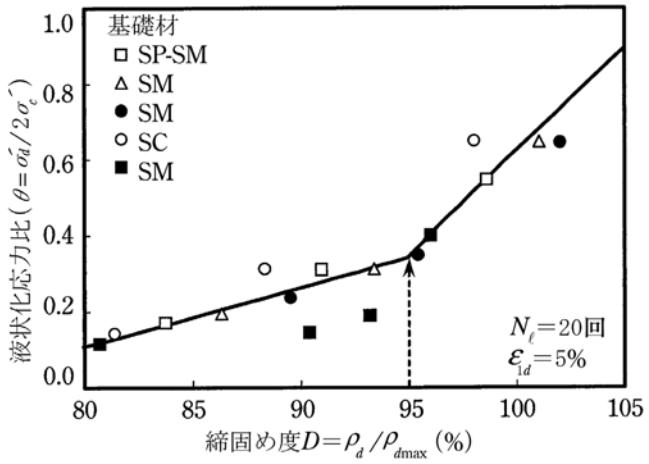
施工に当たっては、以下の点に留意するものとする。

①締固め１層の仕上がり厚さを薄くし、締固めエネルギーの高い締固め機械を使用するなど、埋戻し土の締固め密度を厳密に管理し、密度の増大を図る。なお、工法指定による施工管理を行う場合は、まき出し厚さ又は仕上がり厚さ、転圧回数を試験施工の結果等をもとに定め、締固め箇所に適した転圧機械（タコ、タンパ等）により、定めた仕様に基づき転圧を行う。

②管基礎及び埋戻し土の締固めにおける最適な含水比を確保するため、地下水の量に応じてポンプ等により適切に排水する。なお、地下水位が高く掘削時に多

量の湧水を生じる可能性がある場合には、埋戻し材の含水比調整や転圧が困難となるため、他の対策工法を検討することが望ましい。

③現場での品質管理の頻度は、衝撃加速度試験方法等の即時性のある試験であれば層ごとに延長方向で数箇所実施することが望ましい。それによらない場合は、例えば深さ方向に２箇所程度以上、延長方向に１箇所程度以上の頻度で管理するなど、施工品質の確保に努める。



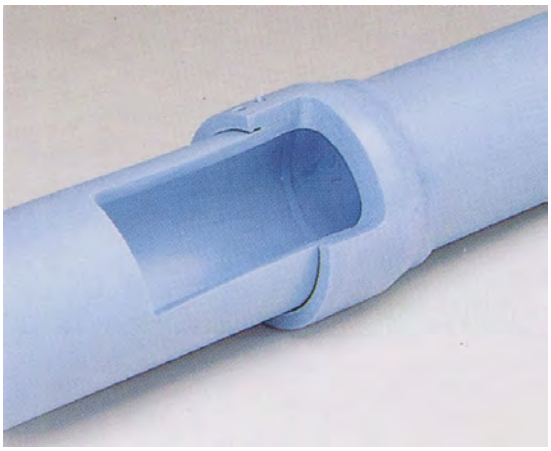
図－6－3　締固め度と液状化応力

（出典：土地改良事業計画設計基準及び運用・解説　設計「パイプライン」令和３年６月　P399）

６）耐震性が高い管材

ポリエチレン管や離脱防止継手（金具）を使用した硬質塩化ビニル管等の地盤変状への追随性が高い管材への変更により被災を軽減することが可能である（写真－６－３、写真－６－４参照）。

なお、資材によっては対策費用が割高であることから、施設の重要性や被災による影響等を考慮し採用を検討する。

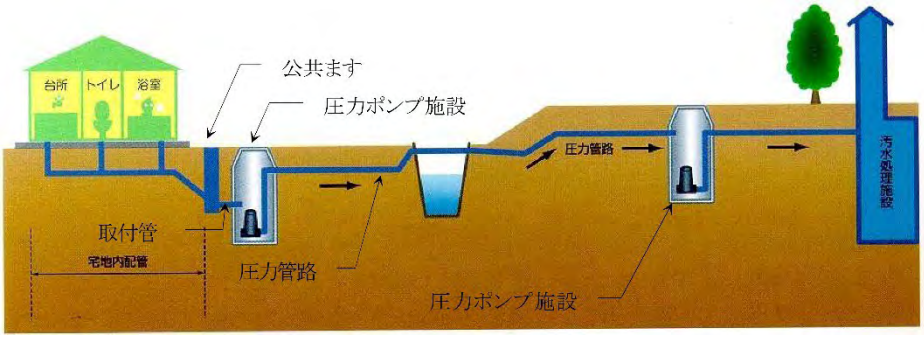


写真－６－３　ポリエチレン管の継手構造（例）（電気融着接合方式）

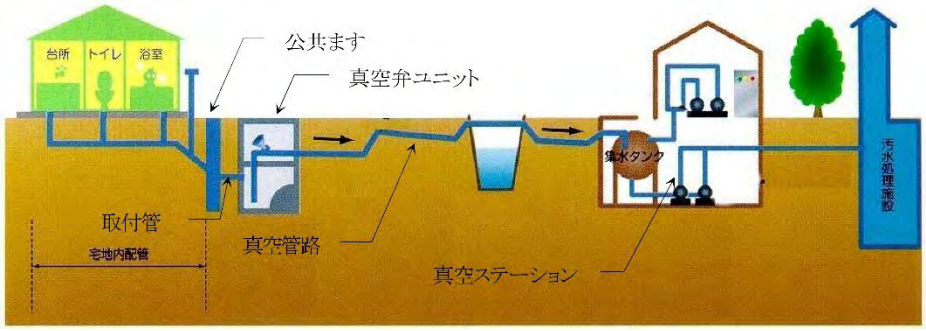
写真－６－４　硬質塩化ビニル管の離脱防止継手（金具）

7）地下水位よりも上位に埋設できる流送方式の採用

地盤の液状化が避けられない箇所では、圧力式管路や真空式管路など勾配変化による影響が少なく、埋設深の制限が少ない流送方法の採用により、地下水位より上位に埋設するなどの対応も可能である。



図－６－４　圧力式管路施設の構成



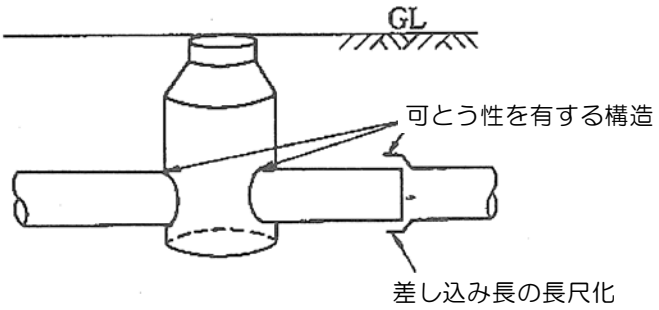
図－６－５　真空式管路施設の構成

真空ステーションが被災し、汚水の集水機能が停止した後も、家庭からの排水が継続されると、真空による吸引がされないことから真空弁ユニットが満水となり、汚水でコントローラが水没し故障する。この場合には、真空ステーションが復旧しても、コントローラが故障しているため、真空弁の制御が不能となる。

このため、真空式管路を採用した場合は、真空弁ユニットの浸水対策についても検討し、機種の選定も含めた対策を講じる必要がある。

8）可とう性を有する継手等の採用

地震による変位に追随する可とう性を有する継手等は、管路施設や汚水処理施設内の配管被災の軽減にも有効である。このため、管と管の継手部については、差し込み長を長くし、可とう性を有する継手の採用を検討する。また、マンホール、公共ますと管路（本管）との接合部については、可とう性を有する継手の採用を検討する（図－６－６参照）。



図―６－６　可とう性を有する継手等（例）

（出典：下水道施設の耐震対策指針と解説（2014 年版）P118 を一部加筆）