

下水道地震対策技術検討委員会報告書

参 考 資 料

平成 20 年 10 月

下水道地震対策技術検討委員会

下水道地震対策技術検討委員会報告書 参考資料

参考資料－１ 下水道の地震対策の取組状況について

参考資料－２ 平成 19 年 能登半島地震、平成 19 年 中越沖地震の概要

参考資料－３ 管路施設の被害と地形・地質の関係

参考資料－４ 上下水道及びガス導管の被災箇所の整理

参考資料－５ 埋戻し土の固化による液状化防止対策

５－１ セメント系材料による埋戻し土の固化について 5-1

５－２ 石灰系材料による埋戻し土の固化について 5-16

参考資料－６ 埋戻し土の締固めによる液状化防止対策

６－１ 埋戻し土の締固め状況 6-1

６－２ 埋戻し土の締固めにおける施工管理 6-21

６－３ 即時性のある試験方法について 6-25

参考資料－７ 砕石による埋戻しについて

参考資料－８ 推進工法整備区間の被害状況

参考資料－９ 処理場・ポンプ場の被害状況

９－１ 処理場・ポンプ場の被害状況の概要 9-1

９－２ 柏崎市自然環境浄化センター監視汚泥棟基礎杭の被害について 9-8

参考資料－10 平成 19 年 能登半島地震、平成 19 年 新潟県中越沖地震
における震前・震後対応の実態

参考資料－11 自治体における下水道のBCP及び
他のライフライン事業者におけるBCPの取り組み

参考資料－12 マンホール浮上防止対策工法について

参考資料－13 平成 20 年 岩手・宮城内陸地震
における下水道施設の被害について

13－１ 地震および下水道施設の被害状況の概要 13-1

13－２ 栗原市築館地区におけるボーリングデータ 13-18

参考資料－１ 下水道の地震対策の取組状況について

1. 下水道地震対策技術検討委員会

平成 16 年 10 月に発生した新潟県中越地震における被害の特徴から、適切な復旧を行うための技術的手法の検討を行うとともに、これまでの地震対策の内容をさまざまな角度から検証し、必要な見直しを行うため、「下水道地震対策技術検討委員会」を設置した。本委員会では、特に被害の大きかった管路施設に対し、適切な本復旧を行うために、平成 16 年 10 月に技術的緊急提言をとりまとめるとともに、平成 17 年 8 月に「新潟県中越地震の総括と地震対策の現状を踏まえた今後の下水道地震対策のあり方」をとりまとめた。

管路施設の本復旧にあたっての技術的緊急提言（平成 16 年 11 月）（別紙－1）

管路施設の被害の再発防止も考慮し、本復旧の埋め戻しにあたっては、マンホール周辺を含め、地盤の特性、施工条件等現地特性、管材、工期等を勘案して、①埋戻し部の締固め、②砕石による埋戻し、③埋戻し部の固化のいずれかの対策を行うこととした。

新潟県中越地震の総括と地震対策の現状を踏まえた今後の下水道地震対策のあり方（平成 17 年 8 月）（別紙－2）

新潟県中越地震における下水道施設の被害状況を総括し、管路施設の埋戻し部の液状化対策、「重要な幹線等」の定義の見直し、処理場・ポンプ場の継ぎ手対策など、現行の指針等に追加すべき新設施設の耐震対策について言及するとともに、初動・支援体制、被害調査方法等の課題についても考え方が整理された。

また、全国的な下水道施設の耐震対策の現状を検証し、①構造面での耐震化・トイレの使用の確保（防災）と被害時の暫定的対策（減災）、②「生命を守る」という観点から下水道が有するべき機能を整理、③時間軸と対策施設を考慮した防災・減災目標等の基本的考え方を示し、耐震診断の実施や計画の策定、具体的対策事例の提示、国の支援など下水道地震対策の促進に向けた取組みがとりまとめられた。

2. 「下水道地震対策技術検討委員会」のとりまとめを受けた取組状況

「下水道地震対策技術検討委員会」が平成 17 年 8 月にとりまとめた「新潟県中越地震の総括と地震対策の現状を踏まえた今後の下水道地震対策のあり方」を受けて、下水道の地震対策を推進するための以下の措置を講じてきた。

耐震構造基準の追加（平成 17 年下水道法施行令改正、平成 17 年 10 月 26 日公布、平成 18 年 4 月 1 日施行）

これまで「堅固で耐久性を有する」との基準に適合するよう講ずることとされてきた地震対策に関する措置を明確にするために、下水道法施行令第 5 条の 4 に、「地震等による地盤の変動により下水の排除及び処理に仕様が生じないよう措置を講ずること」を追加した。

「新潟県中越地震を踏まえた下水道施設の耐震対策について」の通知（平成 17 年 10 月 28 日付け国土交通省都市・地域整備局下水道部下水道事業課長通知）（別紙－3）

管路施設の埋戻し部の液状化対策としては、①埋戻し土の締固め、②砕石による埋戻し、③埋戻し土の固化を示し、平成 17 年度発注予定の工事からできる限り速やかに対策を講じるように通知した。

「大規模地震による被害想定手法及び想定結果の活用方法に関するマニュアル」の策定（平成 18 年 3 月）

下水道管理者が地震対策計画を立案するにあたって、自ら管理する下水道施設を対象に、あるいは都道府県が管内市町村の地震対策を推進するにあたって、管内市町村の下水道施設を対象に、被害想定を実施する際の手法及び想定結果の活用方策を提示した。

下水道地震対策緊急整備事業（平成 18 年度新規予算制度）（別紙－4）

地震時においても下水道が最低限有すべき機能を確保する耐震化を緊急かつ重点的に促進するとともに、被災した場合における下水道機能のバックアップ対策などを進めるために、平成 18 年度に予算制度を創設した。

下水道施設の耐震対策指針と解説－2006 年版－（平成 18 年 8 月改定）（別紙－5）

1997 年版の「下水道施設の耐震対策指針と解説」から、主な改定内容として、①埋戻し土の液状化対策、②重要な幹線等の定義に“被災時に重大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等”の追加、③処理場・ポンプ場の継手対策を示した。

下水道の地震対策マニュアルー2006年版ー（平成18年8月改定）

1997年版の「下水道の地震対策マニュアル」から、主な改定内容として、震前対策としての既存施設の地震対策計画の策定や被害予測手法、防災計画について示すとともに、震後対策として点検・調査から災害復旧までの対応方法について示し、特に震後対応については必要事項を最小限にまとめた「緊急対応マニュアル」を別冊として示した。

下水道事業における災害時支援に関するルール（平成19年6月改定）

平成8年に制定された「下水道事業における災害時支援に関するルール」から、主たる改定内容としては、災害対策基本法及び地方自治法を勘案し、国土交通省の役割を明確するとともに、応援及び派遣された職員の身分及び費用負担を整理したことと、下水道対策本部の広域的な支援の場合の対応についての見直しを行った。

- 別紙－1 管路施設の本復旧にあたっての技術的緊急提言（平成 16 年 11 月 22 日 下水道地震対策技術検討委員会）
- 別紙－2 新潟県中越地震の総括と地震対策の現状を踏まえた今後の下水道地震対策のあり方（平成 17 年 8 月 下水道地震対策技術検討委員会）
- 別紙－3 新潟県中越地震を踏まえた下水道施設の耐震対策について（平成 17 年 10 月 28 日付け国土交通省都市・地域整備局下水道部下水道事業課長通知）
- 別紙－4 下水道地震対策緊急整備事業（平成 18 年度新規予算制度）
- 別紙－5 下水道施設の耐震対策指針と解説－2006 年版－（平成 18 年 8 月改定）

平成１６年１１月２２日
下水道地震対策技術検討委員会

管路施設の本復旧にあたっての技術的緊急提言

はじめに

１０月２３日に発生した新潟県中越地震は、兵庫県南部地震（平成７年１月１７日発生）以来ともいえる大規模な被害を下水道施設にもたらした。特に、マンホールの浮上がり等が１，４００箇所以上発生するなど、管路施設が大きな被害を受けていることが明らかとなった。本委員会は、今回の地震の特徴をとらえ、今回被災した下水道施設に対する適切な本復旧を行うために必要な検討を行うとともに、これまでの地震対策の内容について様々な角度から検証すること等を目的に設置された。

現在、被害状況の把握と原因究明に向けて、現地調査や検討を進めているところである。一方で、重要なライフラインの１つであり住民の生活に与える影響が非常に大きい下水道は早期復旧が切に望まれ、復旧工事が始まっている。この為、現在までの調査で判明している被災状況と原因に加えて平成１５年十勝沖地震による調査報告等過去の地震調査結果を踏まえ、本復旧に役立つ技術的提言となる部分を緊急にとりまとめた。

本助言は、現在までに得られた知見に基づいたものであり、必ずしも管路施設の耐震対策の総てを網羅しているものではない。本委員会では、今後さらに調査検討を進め、今後の下水道施設の地震対策のあり方について提言していく予定である。

１．今回の地震と被害の特徴

（１）地震動

今回の平成１６年新潟県中越地震については、平成７年兵庫県南部地震等過去に発生した地震と比較すると、最大加速度が１７００ｇａを超えなど遥かに大きな地震動であった。また、震度５弱以上の余震が繰り返し発生していることも特徴となっている。

（２）地震直前の降雨状況

地震直前の降雨量は、７月に月４５０mmの集中した降雨があった後、平年並みの降雨が続くものの、地震発生の３日前に日降雨量１００mm前後の降雨が観測されている。

（３）被害状況

新潟県内全域を対象とした被害調査結果によると、下水処理場については魚野川流域下水道堀之内浄化センター等に被害が比較的限定されているが、管路施設では多数の「埋戻し部の路面沈下」、「マンホールの浮上がり」、「マンホール内の滞水」が長岡市、

小千谷市などで生じている。

埋戻し部の地盤沈下やマンホールの浮上がりによって、道路上に大きな段差が生じ、道路交通障害を引起こしている。また、管路の浮上がりや破損に伴う閉塞によると考えられるマンホール内の滞水も生じている。

(4)想定される管路被害の原因

数多く発生したマンホールの浮上がりと埋戻し部の地盤沈下については、以下のよう
に管路敷設埋戻し部での液状化現象によるものと考えられる。

- ① 今回観測された地震動は、平成7年兵庫県南部地震を含めた過去の記録を上回るものである。また、地震発生直前にあった100mm前後の日降雨量も影響し、地下水位が高い状態にあった可能性が高い。この強い地震動が地下水で飽和した地盤に作用して液状化を起し、管路施設に被害をもたらしたのと考えられる。
- ② マンホールの浮上がりや地盤沈下が発生した箇所で調査したところ、粘性土等による透水性の悪い原地盤に開削工法で布設して、砂等で埋戻している状況がみられた。これは、十勝沖地震で被災した箇所でも見られ、埋戻し部が液状化したものと考えられる。

2. 技術的緊急提言

被害の再発防止も考慮し、本復旧の埋戻しにあたっては、マンホール周辺を含め、地盤の特性、施工条件等現地特性、管材、工期等を勘案して、原則として以下のいずれかの対策を行うことが望ましい。

- 埋戻し部の締固め
- 碎石による埋戻し
- 埋戻し部の固化

なお、これらの対策を行う範囲（高さ）については、地下水位等を考慮するとともに、施工時の矢板引き抜きにも注意するなど、適切に対処することが望ましい。

(1)埋戻し部の締固め

埋戻し部の締固め度が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ことから、埋戻し部の締固めに関しては、埋戻し土を最適含水比に近い状態にしたうえで、タンパ等による念入りな転圧を行い、現場測定での締固め度が90%程度以上に保たれるように施工管理する。なお、90%程度以上でも液状化した事例もあることから、地盤の特性、施工条件等現地の特性に留意する必要がある。

(2) 碎石による埋戻し

碎石埋戻しに用いる材料としては、道路橋示方書の液状化判定の項目で液状化する可能性がある土の粒度分布の上限値を参考として、平均粒径（D50）が10mm以上かつ10%粒径（D10）が1mm以上の碎石を用いるのがよいと考えられる。また、碎石による締固めに際しては、締固め度90%程度以上を確保する。

(3) 埋戻し部の固化

埋戻し土にセメントあるいはセメント系固化剤を添加することにより、液状化の発生を防止することができる。セメント添加量は、一軸圧縮強度（28日強度）が100kPa～200kPaとなる量を目安とし、現場強度として50kPa～100kPaを確保する。なお、採用に当たっては再掘削の必要性も合わせて検討する。

本復旧の埋戻しにおける技術的緊急提言

埋戻し方法	埋戻し材料	施工管理
埋戻し部の締固め	良質な砂	締固め度で90%程度以上 なお、90%程度以上でも液状化した事例もあることから、現地の特 性に留意することが必要
碎石による埋戻し	平均粒径(D50)が10mm以上かつ 10%粒径(D10)が1mm以上の碎石	締固め度90%程度以上
埋戻し部の固化	セメントの添加量は一軸圧縮強度が 100kPa～200kPa	現場強度として 50kPa～100kPa

※「新潟県中越地震の総括と地震対策の現状を踏まえた今後の下水道地震対策のあり方」からの抜粋

２－２ 新潟県中越地震を踏まえた新たにとるべき対策

（１）管路施設

今回の新潟県中越地震では、埋戻し土の液状化によって、埋戻し部の道路陥没やマンホールの突出被害が特に顕著に発生している。また、これらの被害により道路の車輛通行阻害が発生し、その道路の位置によっては救援活動やその後の災害復旧活動に支障を生じる等の影響がみられた。このため、1997 年指針等により実施してきた従来の耐震対策に加え、次のような対策を講じることが重要である。

① 液状化対策を要する埋戻し部

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、埋戻し土の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（軟弱粘性土地盤や泥炭地盤等の難透水性の粘性地盤等）にあっても、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」の別にかかわらず、後述の「④具体的な液状化対策」に示す対策を講じる必要がある。

② 重要な幹線等の定義の見直し

管路施設に被害を受けた場合には、表Ⅰ－15 に示すような影響が発生するおそれがある。特に、埋戻し部の道路陥没やマンホールの突出は、交通障害を引き起こすとともに、救援活動やその後の災害復旧活動に支障をきたす。このため、1997 年指針で、「その他の管路」とされているもののうち、布設位置によってこれらの活動に重大な影響を及ぼすおそれのあるものについては、「重要な幹線等」の扱いに準じて、耐震性能を確保する必要がある。

表 I -15 下水道被害に起因する影響

主たる影響等	主原因	影響の概要
使用制限	管きよの破断	下水道使用制限 下水道使用制限に起因する水道使用制限
交通障害	埋戻し部の道路陥没・マンホールの突出 路盤下の埋戻し部の液状化による沈下、管路の破損部への土砂の吸い込み	交通遮断、避難ルートの遮断 除雪車の走行障害。 道路の路盤下の空洞化による陥没
公衆衛生等	管きよの破断、マンホールポンプの故障による汚水の流出	地下水の汚染、公共用水域の汚染

③ 地盤特性の把握

レベル2地震動対応の耐震性能を確保させるためには、耐震設計に先立ち、表 I-16 に示す液状化判定に必要な土質調査を行なうことが重要である。特に、液状化被害の発生しやすい地区においては、この土質調査は不可欠であるとの認識を徹底させる必要がある。また、地下水位は設計上重要な要素となることから、近傍の観測井等のデータを収集し、地下水位の変動が大きい場合には、その変動を考慮することが望ましい。

表 I-16 液状化判定に必要な土質調査

調査項目		求められるデータ
原位置試験	機械ボーリング	地下水位、基盤面
	標準貫入試験	N 値
室内試験	粒度試験	Fc、D50、D10、粒径加積曲線
	液性限界、塑性限界試験	w _l 、w _p 、IP
	土粒子の密度試験	ρ _s

④ 具体的な液状化対策

埋戻し土の液状化被害が発生しやすい地区で管路を布設する際には、マンホール周辺を含め、地盤の特性、施工条件等現地特性、管材、工期等を勘案して、道路管理者と調整の上、原則として以下のいずれかの対策（表 I-17、図 I-17 参照）を行なう。

- ・埋戻し土の締固め
- ・砕石による埋戻し
- ・埋戻し土の固化

これらの対策を行なう範囲（高さ）については、地下水位を考慮するとともに、施工時の矢板引き抜きに注意するなど、適切に対処することが望ましい。また、液状化対策としては、周辺地盤の液状化の有無、経済性、建設発生土の積極的利用等を考慮し、工法選定する必要がある。

なお、これらの他に発生土に生石灰等を添加し、製造した改良土も液状化の防止に有効であると考えられ、今後、データの集積等により施工方法等の確立を図ることが望まれる。

○埋戻し土の締固め

埋戻し土の締固め度が 90%程度以上であれば、一般的に浮上り等の被害が発生しにくい。埋戻し土の締固めに関しては、最適含水比に近い状態にした上で、タンパ等による念入りの転圧を行い、現場測定での締固

め度が 90%程度以上に保たれるように施工管理を行う。

なお、周辺地盤が軟弱な粘性土では、締固めが 90%以上で液状化した実験結果があること、また、火山灰等特殊な土での埋戻しにおいても、同様のおそれがあることから、本方法の採用にあたっては、地盤の特性、施工条件等、現地の特性に留意する必要がある。

○碎石による埋戻し

碎石の材料としては、「道路橋示方書」の液状化判定の項目で、液状化する可能性がある土の粒度分布の上限値を参考として、平均粒径（D50）が 10mm 以上かつ 10%粒径（D10）が 1 mm 以上の碎石を用いるのがよいと考えられる。締固めに際しては、締固め度 90%程度以上を確保する。

なお、周辺地盤が砂質土の場合には、吸い出しによる路面沈下の可能性があるので注意する。

○埋戻し土の固化

埋戻し土の固化により液状化の防止を図る。発生土にセメントあるいはセメント系固化剤を添加させて固化させる。セメント添加量は、一軸圧縮強度（28 日強度）が 100kPa～200kPa となる量を目安とし、現場強度として 50kPa～100kPa を確保する。

表 I－17 埋戻し土による液状化対策

埋戻し方法	埋戻し材料	施工管理
埋戻し土の締固め	良質な砂または埋戻しに適した現地発生土	締固め度で 90%程度以上 なお、90%程度以上でも液状化した事例もあることから、現地の特性に留意することが必要
碎石による埋戻し	平均粒径(D50)が 10mm 以上かつ 10%粒径(D10)が 1mm 以上の碎石	締固め度 90%程度以上
埋戻し土の固化	セメント添加量は一軸圧縮強度が 100kPa～200kPa	現場強度として 50kPa～100kPa

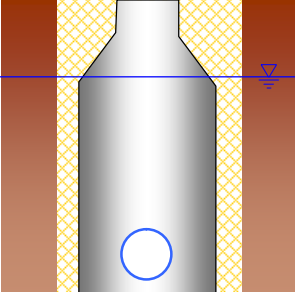
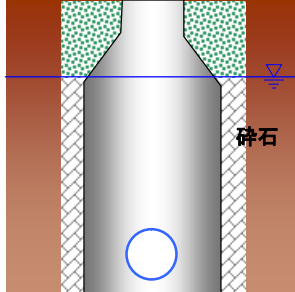
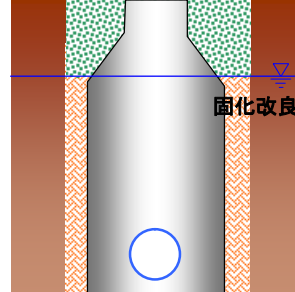
埋戻し土の締固め	砕石による埋戻し	埋戻し土の固化
良質土で締固め（締固め度 90% 以上）ながら、埋戻す。	地下水位以深を透水性の高い材料（砕石）で埋戻す。	地下水位以深をセメント固化改良土等で埋戻す。
		
十分な締固めを行うことにより、埋戻し部の過剰間隙水圧を小さくすることが出来るため、液状化に対する効果は大きい。	マンホール・管路近傍部の過剰間隙水圧が消散するため、液状化に対する効果は大きい。	埋戻し部が非液状化層となるため、液状化に対する効果は大きい。

図 I - 17 液状化対策の概念図

⑤ 施工管理

埋戻しにあたっては、まず地下水の排水を十分に行う必要がある。撒き出し厚さは、規定値を超えないように留意し、規定値を設けていない場合には 20 cm 以下を目安とする。撒き出し後は、十分な締固めを行い、密度測定等により締固め度を確認する必要がある。

また、矢板引き抜きによる埋戻し部の緩みに対しても十分に注意し、布設にあたっては施工方法、工期などを、施工業者とよく調整して、丁寧な施工に努める必要がある。

なお、上記の事項を踏まえ、現場において迅速かつ確実に実施できる施工管理方法等の開発、確立が望まれる。

（２）処理場・ポンプ場

今回の新潟県中越地震を踏まえると、処理場・ポンプ場の場合、兵庫県南部地震以前に設置された施設が大半であり、一概に現在の耐震設計の評価をすることはできないが、構造的に大きな被害は生じていないことから、現在の 1997 年指針を大幅改訂する要因にはならないと考えられる。ただし、機能維持の観点から、水処理施設と管きよの継ぎ手ならびに場内配管の継ぎ手等には、より一層の配慮が必要である。

① 水槽内の継ぎ手

堀之内浄化センターの被害状況を踏まえると、水槽内には継ぎ手を設け

ない工夫を施す必要がある。

② 配管の可とう性継ぎ手

下記に示す箇所の配管は、施設周辺の地盤状況を勘案のうえ、より可とう性の大きな継ぎ手を設ける等の対策を講じることが重要である。

- 1) 建物の内外を継ぐ配管
- 2) 伸縮継ぎ手部上の配管
- 3) 施設内で応力集中の可能性のある配管

③ 換気ダクトや脱臭ダクト

防振タイプの吊りボルトや振れ止めを設置したり、コーナー部及び機器との取り付け部にフレキシブルな材料を使用したりするなど、応力が集中して破損しないような措置を検討する。

国都下事第２５４号
平成１７年１０月２８日

各都道府県下水道担当部長 殿
各政令指定都市下水道担当局長 殿
(以上地方整備局等経由)
日本下水道事業団事業統括部長 殿
独立行政法人都市再生機構下水道担当部長 殿

国土交通省都市・地域整備局下水道部

下水道事業課長

新潟県中越地震を踏まえた下水道施設の耐震対策について

下水道施設の耐震対策については、「下水道施設の耐震対策について」（平成１０年３月２４日付事務連絡）、「下水道管渠の耐震設計における区分について」（平成１３年８月２３日付事務連絡）、「北海道十勝沖地震を踏まえた下水道施設の留意点について」（平成１６年４月７日付事務連絡）により周知してきたところであるが、平成１６年１０月２３日に発生した新潟県中越地震においては、北海道十勝沖地震と同様に、液状化のおそれのない地盤（軟弱粘性土地盤や泥炭地盤等の難透水性の粘性地盤等）においても、強い地震動により埋戻し土が液状化し、管渠やマンホールの浮き上がり、埋戻し部の道路陥没等が発生することが明らかになった。

このため、今般、下水道法施行令を改正し、埋戻し土に液状化が生じるおそれがある場合の措置も含め、地震によって下水の排除及び処理に支障が生じないような措置を構造基準として追加するとともに講ずべき措置の内容について告示により示したところである（いずれも平成１７年１０月２６日公布。法令の運用については「下水道法の一部を改正する法律等の施行について（平成１７年１０月２７日国都下企第４０号）にて通知）。

上記の地震対策に関する施行令等の規定は平成１８年４月１日から施行されるが、ライフラインとしての下水道施設の重要性に鑑み、今年度発注予定の工事より下記の対策ができる限り速やかに講じられるようお願いする。

記

1. 地下水位が常時あるいは一時的に高くなることが予想される場合など、埋戻し土に液状化が生じるおそれがある場合には、「重要な排水施設」、「その他の排水施設」の別にかかわらず、埋戻し部の液状化対策を行うこと。
2. 埋戻し部の具体的な液状化対策としては、地盤の特性、施工条件等の現地特性等を勘案して、道路管理者と調整の上、以下のいずれかの対策を参考に行うこと。

①埋戻し土の締固め

埋戻し土の締固め度が 90%程度以上であれば、一般的に浮上り等の被害が発生しにくい。埋戻し土の締固めに関しては、最適含水比に近い状態にした上で、タンパ等による念入りの転圧を行い、現場測定での締固め度が 90%程度以上に保たれるように施工管理を行う。

なお、周辺地盤が軟弱な粘性土では、締固めが 90%以上で液状化した実験結果があること、また、火山灰等特殊な土での埋戻しにおいても、同様のおそれがあることから、本方法の採用にあたっては、地盤の特性、施工条件等、現地の特性に留意する必要がある。

②砕石による埋戻し

砕石の材料としては、「道路橋示方書（平成14年3月）」において、液状化判定を行う必要があるとされる土層の粒度の上限値を参考として、平均粒径（D50）が 10mm 以上かつ 10%粒径（D10）が 1mm 以上の砕石を用いるのが適当と考えられる。締固めに際しては、締固め度 90%程度以上を確保する。

なお、周辺地盤が砂質土の場合には、吸い出しによる路面沈下の可能性があるので注意する。

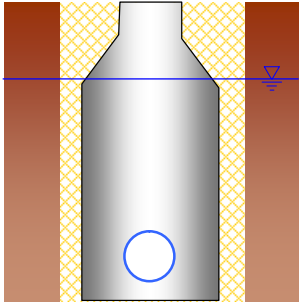
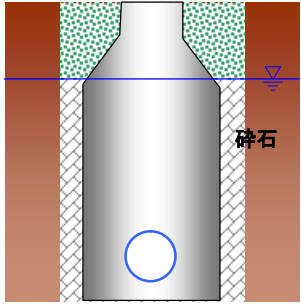
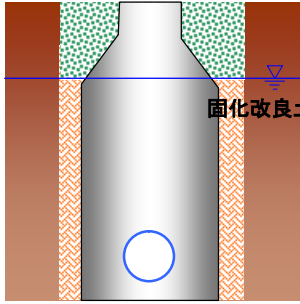
③埋戻し土の固化

埋戻し土の固化により液状化の防止を図る。発生土にセメントあるいはセメント系固化剤を添加させて固化させる。セメント添加量は、一軸圧縮強度（28 日強度）が 100kPa～200kPa となる量を目安とし、現場強度として 50kPa～100kPa を確保する。

(参考) 埋戻し部の液状化対策と概念図

出典: 下水道地震対策技術検討委員会報告書(平成 17 年 8 月)

埋戻し方法	埋戻し材料	施工管理
埋戻し土の締固め	良質な砂または埋戻しに適した現地発生土	締固め度で 90%程度以上 なお、90%程度以上でも液状化した事例もあることから、現地の特性に留意することが必要
砕石による埋戻し	平均粒径(D50)が 10mm 以上かつ 10%粒径(D10)が 1mm 以上の砕石	締固め度 90%程度以上
埋戻し土の固化	セメント添加量は一軸圧縮強度が 100kPa～200kPa	現場強度として 50kPa～100kPa

埋戻し土の締固め	砕石による埋戻し	埋戻し土の固化
良質土で締固め（締固め度 90%以上）ながら、埋戻す。	地下水位以深を透水性の高い材料（砕石）で埋戻す。	地下水位以深をセメント固化改良土等で埋戻す。
		
十分な締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出来るため、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。	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。

下水道地震対策緊急整備事業（平成１８年度創設）

１ 目的

地震時においても下水道が最低限有すべき機能を確保する耐震化を緊急かつ重点的に促進するとともに、被災した場合における下水道機能のバックアップ対策等を進める。

２ 概要

地震対策に取り組む必要性が高い地域において、計画期間５年間以内の「下水道地震対策緊急整備計画」を策定（計画策定期間は平成１８年度より３年間以内とする。）し、下水道地震対策を緊急かつ重点的に推進する。

<補助対象>

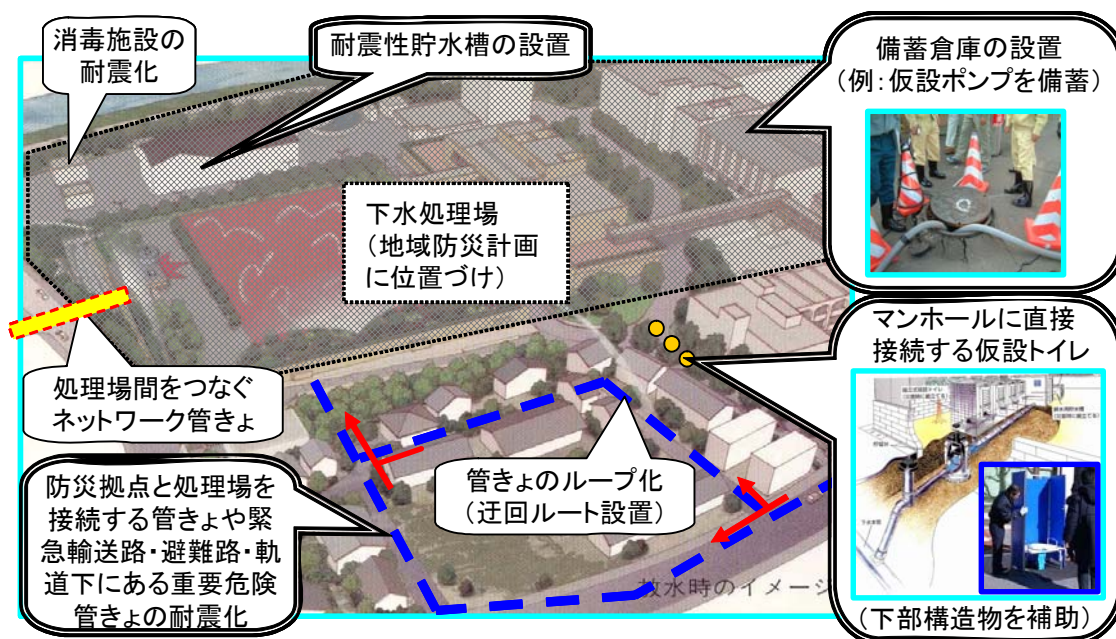
以下の項目を現行の補助対象に加える。

- １．災害対策基本法及び同法に基づく地域防災計画に位置づけられた施設（防災拠点、避難地）と終末処理場を接続する管きよの耐震化事業
- ２．災害対策基本法及び同法に基づく地域防災計画に位置づけられた緊急輸送路及び避難路並びに軌道の下に埋設されている管きよの耐震化事業
- ３．災害対策基本法及び同法に基づく地域防災計画に位置づけられた施設（敷地面積 1ha 以上の防災拠点及び避難地）に整備するマンホールトイレシステム（ただし、マンホールを含む下部構造物に限る。）
- ４．災害対策基本法及び同法に基づく地域防災計画において、防災拠点及び避難地等として位置づけられた下水道施設（敷地面積 2ha 以上（三大都市圏の既成市街地等では 1ha 以上）のものに限る。）に設置する備蓄倉庫及び耐震性貯水槽

3 実施状況

平成 19 年 8 月 13 日時点までに神戸市等 18 箇所において計画策定済み（平成 19 年度末までに約 80 箇所まで計画策定予定）。

<下水道地震対策緊急整備事業のイメージ>



※下水道施設の耐震対策指針と解説-2006 年版-からの抜粋
管路施設における液状化対策の手法

(2) について

2004 年新潟県中越地震のように開削工法における埋戻し土の液状化によって管路が浮き上がった例もあることから、埋戻し土の液状化の可能性のある箇所においては液状化による被害のおそれのない埋戻しを行う必要がある。

埋戻し土の液状化による被害が発生する可能性が高い地域で管きよを布設する際は、マンホール周辺を含め、地盤の特性、現地条件、管材等を勘案して道路管理者と調整の上、原則として以下のいずれかの対策を行う。ただし、対策効果が別途確認されている工法についても、**本節 3.8.3**を参照して評価・選定を行ない、採用することができる。

1) 埋戻し土の締固め

本方法は、埋戻し部を十分に締め固めることにより埋戻し部の液状化抵抗を高め、液状化の発生および浮上がり被害を防止するものである。埋戻し土の締固めが 90%程度以上であれば、一般的に浮上がり等の被害が発生しにくいと考えてよい。本工法は十分な締固め度が保たれない場合には対策効果が発現されないため、埋戻し土の締固めに関しては、土留の矢板引抜きにともない埋戻し土が緩むことを考慮し、最適含水比に近い状態にした上で、タンバ等による念入りの転圧を行い、現場での締固め度が 90%程度以上に保たれるように施工管理を確実に行う必要がある。

また、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、他の対策工法を適用することが望ましい。

なお、周辺地盤が極く軟弱な粘性土地盤では、締固めが 90%以上でも液状化により浮上がりが生じた実験結果があること、また、火山灰質などの特殊な土での埋戻しにおいても、効果が発揮されないおそれがある。本方法の採用に当たっては、このような特徴を踏まえた上で、地盤の特性、施工条件等、現地の特性に留意し、試験等により効果を確認して、適切な埋戻し材料および締固め度を選定する。

特に、軽石未風化火山灰などの特殊土を用いる場合は、締固め曲線に最大乾燥密度を示す明瞭なピークが現れない、あるいは転圧条件によりピークが著しく変化する場合がある。これは、土粒子の構造的な特徴や転圧により破碎されやすい等、土質的な問題のためである。このような場合を含め、必要に応じて他の工法の採用も検討する。

2) 砕石等による埋戻し

本方法は、透水係数の高い砕石等の材料により埋戻しを行うことで、地震時に生じる過剰間隙水圧を消散させ、液状化の発生および浮上がり被害を防止するものである。したがって、砂分や細粒分が多く含まれた透水性の低い材料では対策効果が得られないため、埋戻し材料としては透水性の高い材料を選定する必要がある。

地震時には過剰間隙水が上方へ排水される必要があるので、排水量を勘案し砕石等による埋戻しは地下水位より上方まで行う。また、施工性を考慮して、管周り（管上方 30cm 程度まで）は砂質土により埋戻しを行ってもよい。

参考として、砕石の材料の例を表 3.8.4 に示す。この表の値は、「道路橋示方書・同解説 耐震設計編」⁷⁾における液状化判定の対象となる土質の範囲を考慮して設定したものである。一般にドレーン工法で用いられる砕石等、排水効果が確認されている材料は使用することができる。ただし、周辺地盤が砂質土の場合には、ドレーン内への水の流れにより周辺地盤の土粒子が砕石内に入り込み、周辺地盤の陥没や目詰まりによるドレーン効果の低下を引き起こすおそれがある。このような場合には、「埋立地の液状化対策ハンドブック（改訂版）」³⁰⁾等を参考に、目詰まり防止に対する検討を行い、適切な材料を選定することが望ましい。締固めに関しては、道路管理者等の基準に従うとともに、タンパ等による入念な転圧を行う。

3) 埋戻し土の固化

本方法は、埋戻し土に固化剤を添加することにより液状化の発生防止を図るものである。発生土あるいは購入土にセメント、セメント系固化剤等を添加させる、あるいは、発生土に生石灰等を添加して固化させるのが一般的である。

固化剤の添加量は、液状化被害を防止するのに必要な液状化強度、及びます・取付け管などの設置のための再掘削に支障が生じない範囲の強度を検討して定める必要がある。この場合の必要な液状化強度としては、繰返し三軸強度比で 0.4 程度を確保すればよいと考えられる。また、十分な強度を発揮するためには転圧を行う必要がある。

セメント改良土の場合、「埋立地の液状化対策ハンドブック（改訂版）」³⁰⁾に示された試験結果によると、一軸圧縮強度が 50kPa～100kPa であれば液状化しないと考えてもよい。したがってセメント等固化剤の添加量は、現地における平均一軸圧縮強度（28 日強度）として 50kPa～100kPa を確保すればよく、現場にてセメント等を添加しバックホウにて混合する場合には、室内試験による平均一軸圧縮強度（28 日強度）が 100kPa～200kPa となる量が目安となる。ただし、セメント添加量と現場における一軸圧縮強度の関係は、元となる土の種類、施工における混合方法や投入法などの現地の条件に大きく依存するため、試験施工を行って

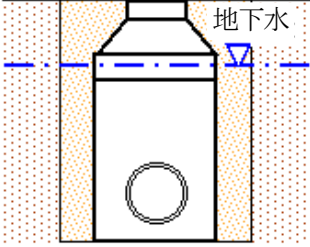
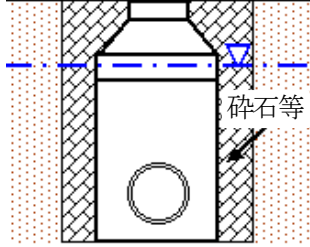
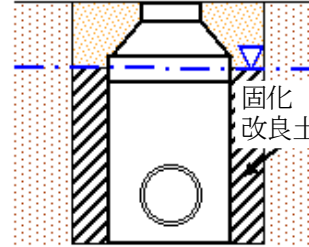
セメント添加量を決定することが望ましい。

セメント改良土の他に建設発生土に石灰、石灰系固化剤等を添加し、強度、コンシステンシー、トラフィカビリティー等を改善した改良土も液状化の防止に有効であり、かつ建設発生土の有効利用といった観点からの利点もある。

こうした改良土については、土質試験等により、必要な液状化強度を確保するための配合量と施工方法を確認して利用するのが望ましいが、セメント改良土と同様に、現地における平均一軸圧縮強度として 50kPa～100kPa を確保すれば、被害防止に必要な液状化強度を確保していると考えてよい。ただし、石灰、石灰系固化剤を用いた改良土の強度特性は、元となる発生土の土質特性に依存するため、配合の決定には注意が必要である。

これらの対策を行う範囲（高さ）については、地下水位を考慮するとともに、施工時の矢板引き抜きに注意するなど、適切に対処する必要がある。また、液状化対策としては、周辺地盤の液状化の有無、経済性、建設発生土の積極的利用等を考慮し、工法を選定する。

表 3.8.4 (参考) 埋戻し部の液状化対策と概念図

埋戻し方法 ^{注1)}	①埋戻し土の締固め	②砕石等による埋戻し	③埋戻し土の固化
概要図	良質土で締固め(締固め度90%程度以上)ながら,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。 	地下水位以深を固化改良土等で埋戻す。 
埋戻し材料	良質な砂, または埋戻しに適した現地発生土。	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, または, 排水効果の確認されている材料)	現地発生土あるいは購入土。
施工管理	締固め度で90%程度以上。 ^{注2)} なお, 90%程度以上でも周辺地盤が軟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。	道路管理者の基準に従う。 (例えば, 締固め度90%程度以上 ^{注2)})	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, 現場における一軸圧縮強度の平均値で, 50 KPa~100KPa)
特徴等	十分な締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。	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。

「下水道地震対策技術検討委員会報告書」³¹⁾に加筆

注1) 埋戻しは, 道路管理者等の埋戻し基準にも従う。

注2) 土質試験等により転圧管理を行う。転圧管理方法としては, 表3.8.5のような例がある。

そのほか, 図3.8.3に示す衝撃加速度試験, あるいは球体落下試験を用いる例もある。

2.1.3 施設の重要度

下水道管路をその重要度に応じて、「重要な幹線等」と「その他の管路」に区分するものとする。

また、処理場・ポンプ場については全てを重要な施設とする。

【解説】

管路施設は、重要な幹線から末端の枝線まで重要度、設置条件等が多様であり、また、面的に膨大な延長を有することから、すべての管路施設の耐震性を同一レベルで確保することは費用対効果の観点から現実的でない。このため、耐震設計は「重要な幹線等」と「その他の管路」に区分し、設計地震動に応じてそれぞれに要求される耐震性能を考慮して耐震設計を行う。

「重要な幹線等」とは、次に掲げるものをいう。

- a. 原則として流域幹線の管路
- b. ポンプ場・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うける管路
- 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

なお、処理場・ポンプ場は下水道施設の根幹的施設であるから、全てを重要な施設として耐震設計を行う。

4.1.2 構造細部の検討

構造物の設計に当たっては、極力、地震時に弱点となりやすい構造を避けることが望ましいが、やむを得ないものについては、配置上の工夫等を行い、地震により施設の機能に影響が生じないようにする。

特に、水槽内には継ぎ手を設けない工夫を施す。

【解説】

2004 年新潟県中越地震では、水槽内の継ぎ手のずれ・配管の継ぎ手の屈曲・切断、建築設備への影響等が発生し、施設機能に多大な影響を与えた。したがって、耐震設計に当たっては、地震時の荷重による応力計算のみならず、これらのことを勘案し、必要な対策を講じなければならない。

特に、以下に掲げる事項及び機械・電気設備の基礎等は、地震時に弱点となりやすいため留意するとともに、機械・電気設備は本指針等に基づき設計する。

1) 基礎底版高の配慮

一体の構造物で基礎底版に大きな高低差がある場合には、その部分の周辺に応力が集中し、基礎杭や構造体が被害を受ける可能性があるため、極力基礎底版の高低差を少なくするよう配慮する。

2) 構造物の接続部

- ① 接続する構造物の基礎の形態を同じとすることが望ましい。
- ② 可とう性伸縮継ぎ手を使用する。

3) 伸縮継ぎ手部

- ① 水路と一体となった管廊及び水槽内には、極力継ぎ手を設けない工夫を施す。やむを得ない場合については、変位量の大きい伸縮性、止水性を有する継ぎ手を用いる。
- ② 水に接する箇所に設置する場合は、横断方向のみとし、縦断方向は避ける。
- ③ 地中埋設線状構造物において直線部の継ぎ手の伸縮量は、応答変位法を用いて検討する。
- ④ 管廊については、縦断方向の設置は避ける。特に縦断方向に設置する場合は、系列接続部、管廊と水槽との接続部に変位を考慮した可とう性継ぎ手を設ける。
- ⑤ 伸縮継ぎ手部は、機械・電気設備等の設置を考慮して定める。
- ⑥ 伸縮継ぎ手部を横断する配管については、可とう性伸縮継ぎ手を使用する。

4) 配筋への配慮

- ① 大きなひび割れの発生を避けるため、鉄筋は必要量に対して細い鉄筋径のものを多数本とすることが望ましい。
- ② 開口部については、位置及び大きさを的確に把握し、補強を行う。
- ③ 隅角部及び部材接続部については、斜め引張り鉄筋を入れる等して、的確に補

強を行う。

5) 機械・電気設備等の基礎部

- ① 設備関係者と機器の固定方法，基礎の形式等の協議を十分に行う。
- ② 地震時における荷重設定等を的確に行う。
- ③ 無筋コンクリートは避ける。

6) そ の 他

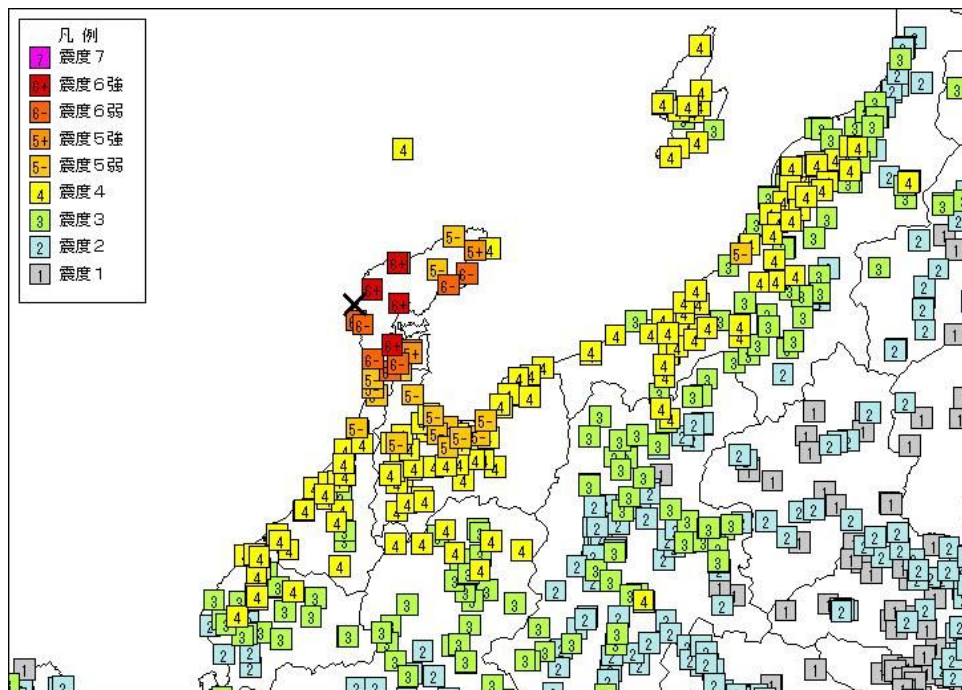
- ① 緊急時遮断設備(角落し，ゲート，弁等)を設置する。
- ② バイパスを確保すること等の配慮が望ましい。
- ③ 施設内の配管で応力の集中の可能性のある場合には，可とう性伸縮継手を使用する等の対策を図る。
- ④ 換気ダクト及び脱臭ダクトは，防振タイプの吊りボルトや揺れ止めの設置，コーナー部及び機器との取り付け部にフレキシブルな材料を使用する等の対策を図る。
- ⑤ 機械・電気設備の水没を防止するための対策を図る。

参考資料－２

平成 19 年 能登半島地震、平成 19 年 中越沖地震の概要

1. 平成 19 年 能登半島地震

平成 19 年 能登半島地震は、平成 19 年 3 月 25 日 9 時 41 分に発生した。震源は能登半島沖であり、その深さは約 11km、地震の規模を示すマグニチュードは 6.9、震度は最大を記録した石川県七尾市、輪島市、穴水町で 6 強である。また、最大加速度は、震度 6 強を観測した地点である輪島市門前町走出(旧)において、1,304gal であった。主たる余震活動は、最大震度 5 弱以上の地震が 3 月 25 日 18 時 11 分 (5 弱)、3 月 26 日 14 時 26 分 (5 弱)、3 月 28 日 8 時 8 分 (5 弱) の 3 回である。なお、地震発生後 7 日間以内の震度 1 以上の余震回数は 322 回となっている。



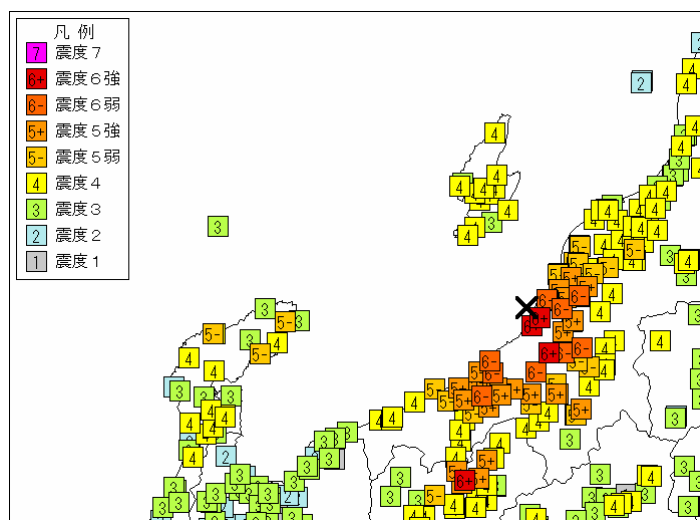
〔 本震の分布：2007 年 3 月 25 日 9:41 発生、M6.9、最大震度 6 強 〕

図 2－1 平成 19 年 能登半島地震の本震の震度分布

出典：気象庁 HP (<http://www.jma.go.jp/jma/>)

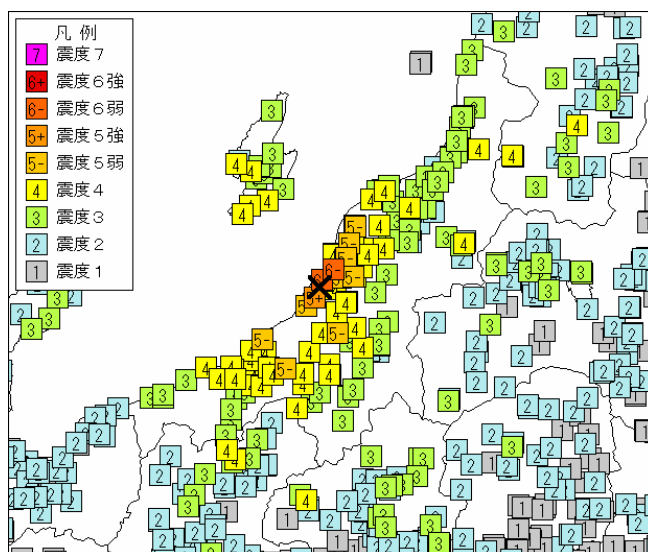
2. 平成 19 年 新潟県中越沖地震

平成 19 年 新潟県中越沖地震は、平成 19 年 7 月 16 日 10 時 13 分に発生した。震源は新潟県上中越沖であり、その深さは約 17km、地震の規模を示すマグニチュードは 6.8、震度は最大を記録した新潟県柏崎市、長岡市、刈羽村で 6 強である。また、最大加速度は、震度 6 強を観測した柏崎市西山町池浦において、1,019gal であった。主たる余震活動としては、本震発生から約 5 時間後の 7 月 16 日 15 時 37 分に、最大震度 6 弱の強い余震が発生した。最大震度 5 弱以上の地震はこの 1 回のみである。なお、地震発生後 7 日間以内の震度 1 以上の余震回数は 129 回となっている。



〔 本震の分布：2007 年 7 月 16 日 10:13 発生、M6.8、最大震度 6 強 〕

図 2-2 平成 19 年 新潟県中越沖地震の本震の震度分布



〔 本震の 5 時間後に発生した強い余震の分布：2007 年 7 月 16 日 15:37、M5.8、最大震度 6 弱 〕

図 2-3 平成 19 年 新潟県中越沖地震の本震の 5 時間後に発生した強い余震の震度分布

3. 今回地震の特性

今回の2地震の特性を、過去の地震と比較する形で以下に示す。

(1) 地震の規模等

過去の大規模地震と今回の2地震の規模等の比較を表2-1に示す。

平成19年 能登半島地震、平成19年 新潟県中越沖地震ともに震源深さが浅く、この点はここ最近の地震（平成7年 兵庫県南部地震、平成16年 新潟県中越地震）の特徴と類似している。平成16年 新潟県中越地震の特性として、平成7年 兵庫県南部地震に比べ最大加速度の大きさ（1715gal）が指摘されたが、平成19年 能登半島地震（1304gal）、平成19年 新潟県中越沖地震（1019gal）も同様の傾向が生じている。

表2-1 過去の大規模地震と今回の2地震の規模等の比較※1

地震名	発生日	マグニチュード	震源深さ	最大震度※2	最大加速度
関東地震	1923. 9. 1	M=7. 9	相模湾 海底	VI(烈震)	
新潟地震	1964. 6. 16	M=7. 5±0. 2	約40km	V(強震)	約190gal (新潟市内地下)
宮城県沖地震	1978. 6. 12	M=7. 4	約30km	V(強震)	約320gal (仙台市内軟弱地盤)
釧路沖地震	1993. 1. 15	M=7. 5	約100km	VI(烈震)	約920gal (釧路地方気象台)
兵庫県南部地震	1995. 1. 17	M=7. 3	約14km	VII(激震)	818gal (神戸海洋気象台)
新潟県中越地震	2004. 10. 23	M=6. 8	約13km	VII(激震) 震度7	1722gal (新潟県川口町川口※3)
能登半島地震	2007. 3. 25	M=6. 9	約11km	震度6強	1304gal (輪島市門前町走出(旧)※3)
新潟県中越沖地震	2007. 7. 16	M=6. 8	約17km	震度6強	1019gal (柏崎市西山町池浦※3)

※1 上表は、「新潟県中越地震の総括と地震対策の現状を踏まえた今後の下水道地震対策のあり方（平成17年8月、下水道地震対策技術検討委員会）」に記載の表に、能登半島地震と新潟県中越沖地震を追記したものである。

※2 1996年4月より震度階の表記方法が変わったため、能登半島地震と新潟県中越沖地震については新しい表記方法とした。なお、新潟県中越地震に関しては旧表記震度も判明しているため、両方を併記した。

※3 文部科学省 地震調査研究推進本部 地震調査委員会 平成19年7月17日の公表資料。

平成 16 年 新潟県中越地震、平成 19 年 能登半島地震、及び平成 19 年 新潟県中越沖地震における最大加速度の詳細を表 2-2 に示す。

表 2-2 最大加速度の比較（参考）

	観測地点	震度	計測震度	合成(gal)	N-S(gal)	E-W(gal)	U-D(gal)	震央距離(km)
新潟県中越地震	新潟県川口町川口*	7	6.5	1722.0	1141.9	1675.8	869.6	2.8
	新潟県長岡市古志竹沢(旧)*	6 強	6.3	1131.9	538.4	721.8	1059.1	4.2
	新潟県小千谷市場内	6 強	6.3	1008.3	779.2	897.6	730.8	6.7
	新潟県長岡市小国町法坂*	6 強	6.0	698.4	394.6	691.8	339.5	13.8
能登半島地震	石川県輪島市門前町走出(旧)*	6 強	6.4	1303.8	-	-	-	10.3
	石川県穴水町大町*	6 強	6.3	901.3	472.8	780.3	555.7	19.6
	石川県七尾市田鶴浜町(旧)*	6 強	6.2	745.9	-	-	-	24.4
	石川県輪島市鳳至町	6 強	6.1	473.7	463.6	438.8	189.7	26.6
新潟県中越沖地震	新潟県柏崎市中央町*	6 強	6.3	793.5	472.1	637.8	322.4	21.3
	新潟県柏崎市西山町池浦*	6 強	6.2	1018.9	840.7	878.6	565.8	12.7
	長野県飯綱町芋川*	6 強	6.2	657.0	621.3	366.6	216.4	93.5
	新潟県長岡市小国町法坂*	6 強	6.1	692.6	503.7	613.2	234.9	29.7
	新潟県刈羽村割町神田*	6 強	6.0	496.4	464.9	374.1	400.7	15.4

注 1 : *は、地方公共団体または独立行政法人防災科学技術研究所の震度観測点を示す。

注 2 : 震度 6 強以上の観測値を示す。

出典：文部科学省 地震調査研究推進本部 地震調査委員会 平成 19 年 7 月 17 日公表資料

参考資料－３ 管路施設の被害と地形・地質の関係

1. 検討の目的

「下水道地震対策技術検討委員会報告書、平成 17 年 8 月、下水道地震対策技術検討委員会」において、管路施設の被害と周辺地盤の関係について、以下のように報告しており、管路施設の被害状況は、周辺地盤、地下水位に大きな影響を受けることを示している。

①周辺地盤が砂質地盤の箇所では、地下水位が高いところで被害が発生している。

②周辺地盤が粘性土地盤の箇所では、地下水位の高いところで被害が発生しており、地下水位が高い方が、被害率が高い傾向にある。

平成 19 年の能登半島地震、新潟県中越沖地震でも管路施設には大きな被害が発生した。平成 19 年 新潟県中越沖地震で大きな被害を受けた旧柏崎市地区では、詳細な微地形データとともに地質、地下水位データが整備されていたことから、管路施設の被害と地形、地質の関係を定量的な評価を行った。

2. 旧柏崎市地区での管路施設の被害と地形・地質の関係の定量的な整理

旧柏崎市は、海岸から内陸に向かって順番に、微地形分類で「砂丘」、「低地・谷底平野」、「扇状地」の 3 種類の微地形で構成されている。

最も内陸部にあり、管路施設の被害が大きかった「扇状地」の地域は、粘土等の粘性土層、または地表数 m が粘性土とその下の砂質土からなる土層が存在し、地下水位が GL+0.20~0.0m と高い状況である。この「扇状地」に隣接し、同様に被害の大きかった「低地・谷底平野」の地域は、粘土やシルト質粘土等の粘性土が卓越した軟弱な地盤で、地下水位は GL-0.50~-0.85m と高い状態である。一方、海岸付近でその他の微地形に比べて被害の少なかった「砂丘」の地域は、荒砂や中砂などの砂質土が卓越し、地下水位は GL-2.10~-5.50m と低い状況である。また、旧柏崎市では、埋め戻し土に基本的に購入砂を使用していた。以上のことから、粘性土が卓越あるいは多く見られ、地下水位が高い「扇状地」と「低地・谷底平野」の地域で、砂により埋め戻しを実施していた管路施設に被災が多かったといえる。

このように、管路施設の被害状況は、微地形分類、地質及び地下水位により発生状況に特徴が見られた。そこで、3 種類の微地形分類における被害の規模を定量的に比較するため、各微地形分類において代表的なメッシュを作成し、管路施設の被害状況を把握を行った。メッシュの大きさとその位置は、柏崎市下水道台帳施設平面図でのメッシュ（東西 300m、南北 200m）を使用した。メッシュの選定は、以下の条件を考慮して実施し、各微地形分類で 3 箇所設定した。選定したメッシュを図 3-1 に、各メッシュでの被害状況の整理結果を表 3-1 に示す。表 3-1 に示すように、「砂丘」に対して「低地・谷底平野」及び「扇状地」は、平均被害率が大きく、微地形分類とその土質、地下水位により管路の被害状況が異なることが定量的に確認できる。

①ボーリング柱状図が存在し地盤条件が把握可能で、各微地形の土質、地下水位の

特徴と合致している。

② 同じメッシュの中に、他の微地形での被災をほとんど含まない。

表 3－1 各微地形分類での被害状況

微地形区分	ボーリング 番号	メッシュ内 管路延長 (m)	メッシュ内 被災管路延長 (m)	平均被災率 (%)
砂 丘	E-g-3	1,119.2	108.6	
	F-h-1	2,167.2	134.3	
	F-h-3	2,479.1	302.5	
	計	5,765.5	545.4	9.5
低地・谷底平野	F-h-13	771.4	27.9	
	F-h-17	642.5	268.2	
	F-h-18	809.7	95.6	
	計	2,223.6	391.7	17.6
扇状地	F-h-24	1,435.5	756.7	
	F-h-25	679.6	359.0	
	F-h-38	1,063.7	0.0	
	計	3,178.8	1,115.7	35.1

3. 旧柏崎市地区および輪島市門前処理区の地形・地質に関するデータ

平成 19 年 新潟県中越沖地震で大きな被害を受けた旧柏崎市地区同様、平成 19 年 能登半島地震で大きな被害を受けた輪島市門前処理区の 2 つの地区について、各種の被害要因の検討のために収集したボーリングデータと地形分類図を参考として以下添付する。

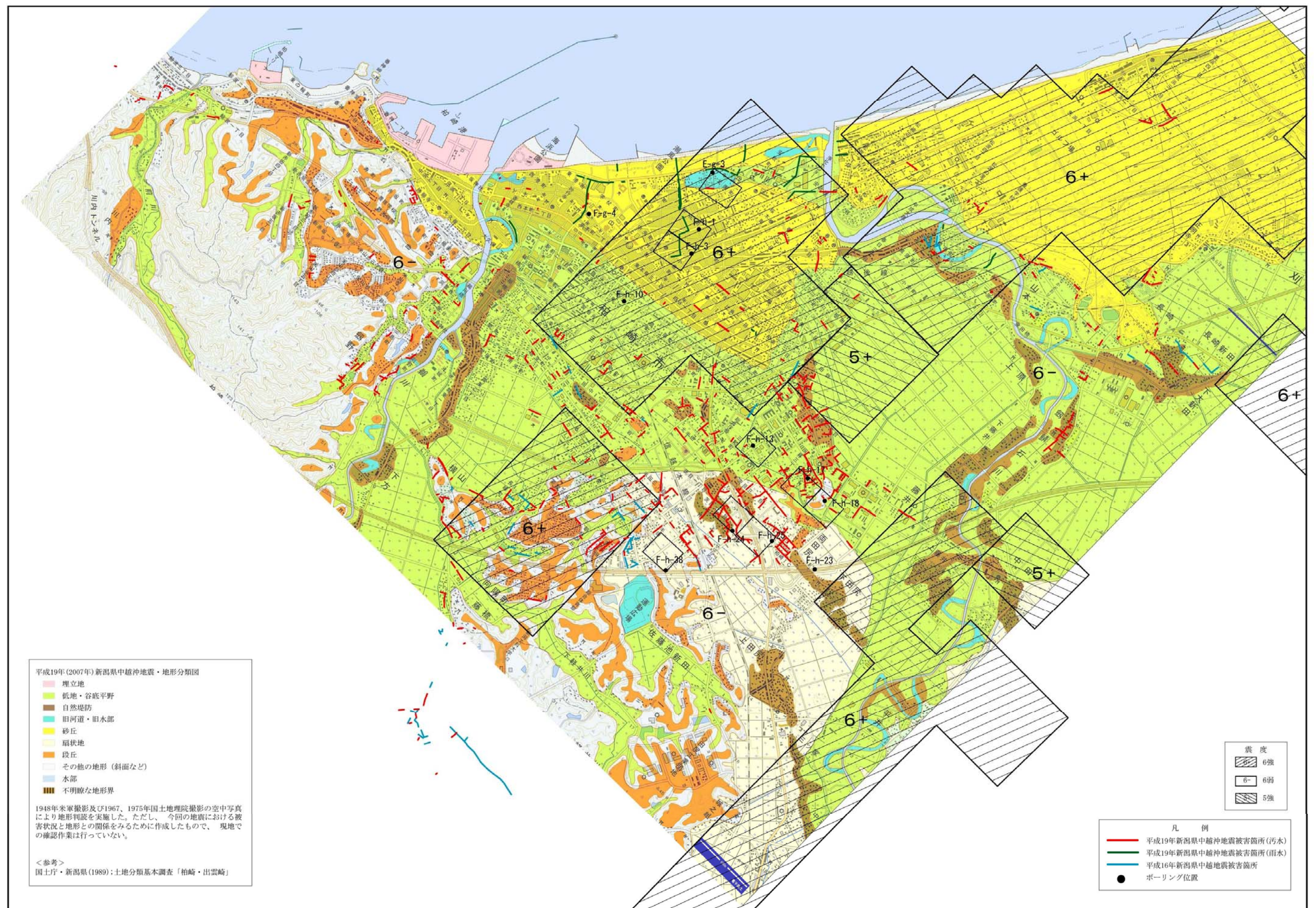


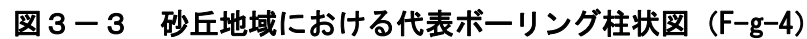
図3-1 旧柏崎市の微地形分類、被災箇所、ボーリング位置、推計震度分布及び代表的メッシュの位置

A : 旧柏崎市の土質柱状図

整理番号	E—8—3	調査場所	柏崎市栄町北園地内	標高	TP. 5.16m
所 属	柏崎市役所	調査名	柏崎市公共下水道汚水幹線管渠 建設地盤地質調査	深 度	8.50m
調査方法	D-911-式	調査年月日	昭和50年5月9日～ 月 日	孔内水位	GL-3.44m

標 尺 (m)	深 度 (m)	柱 状 図	色 調	土 質 名	観 察	試料採取位置	標準貫入 試験 N値 10 20 30 40	物 理 試 験										力 学 試 験				
								湿潤 密度 (g/cm ³)	自然含水比 (%)	間隙比 (%)	液性限界 (%)	塑性限界 (%)	粒 度 配 合				圧密試験 圧密最終応力 (kg/cm ²)	圧密係数 (%)	圧縮係数 (%)	一軸圧縮 (kg/cm ²)	粘着力 (kg/cm ²)	内部摩擦角 (°)
													粘 土 (%)	シル ト (%)	砂 (%)	礫 (%)						
1	0.90		暗褐灰色	砂 礫	中砂を主体に角礫を多く混入する。一部は黄灰色の粘性土を挟む。																	
2																						
3																						
4																						
5	4.80		暗茶灰色	粗 砂	粗砂を主体とし、中砂を多く混入する。																	
6	6.20		黄褐灰色	細砂混り粗砂	粗砂を主体とし、2-5%の細砂を多く混入する。	5.15 5.45		15.25							3.50	24.70	11.80					
7	6.80		淡緑灰色	砂混りシルト	シルトを主体に砂及び粘土を混入する。																	
8	7.80		暗青灰色	砂、シルト互層	シルト、砂の互層を認め、腐植物を混入。																	
8	8.50		暗褐灰色	粗 砂	粗砂及び中砂を混入する。																	

図3-2 砂丘地域における代表ボーリング柱状図 (E-g-3)



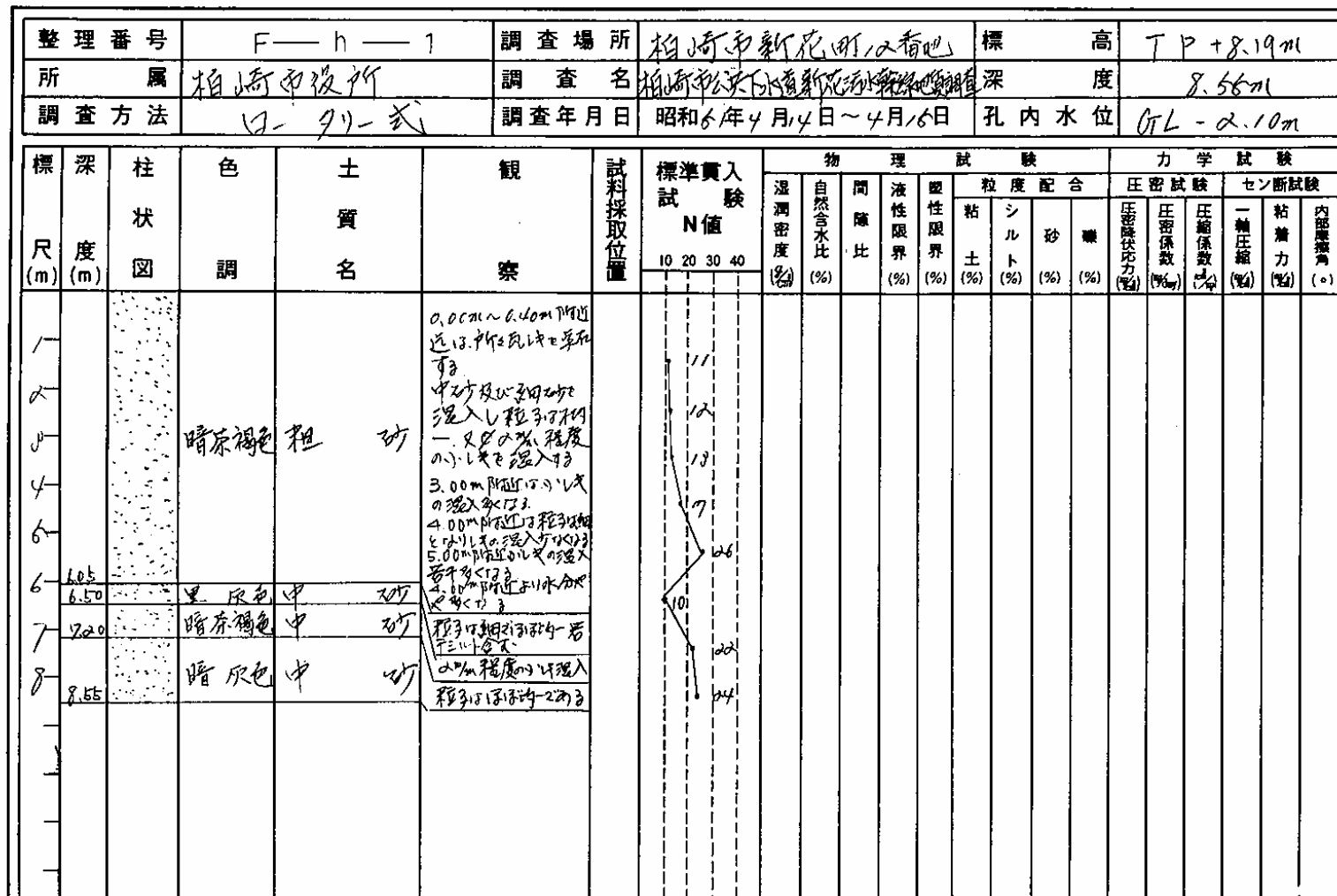


図3-4 砂丘地域における代表ボーリング柱状図 (F-h-1)

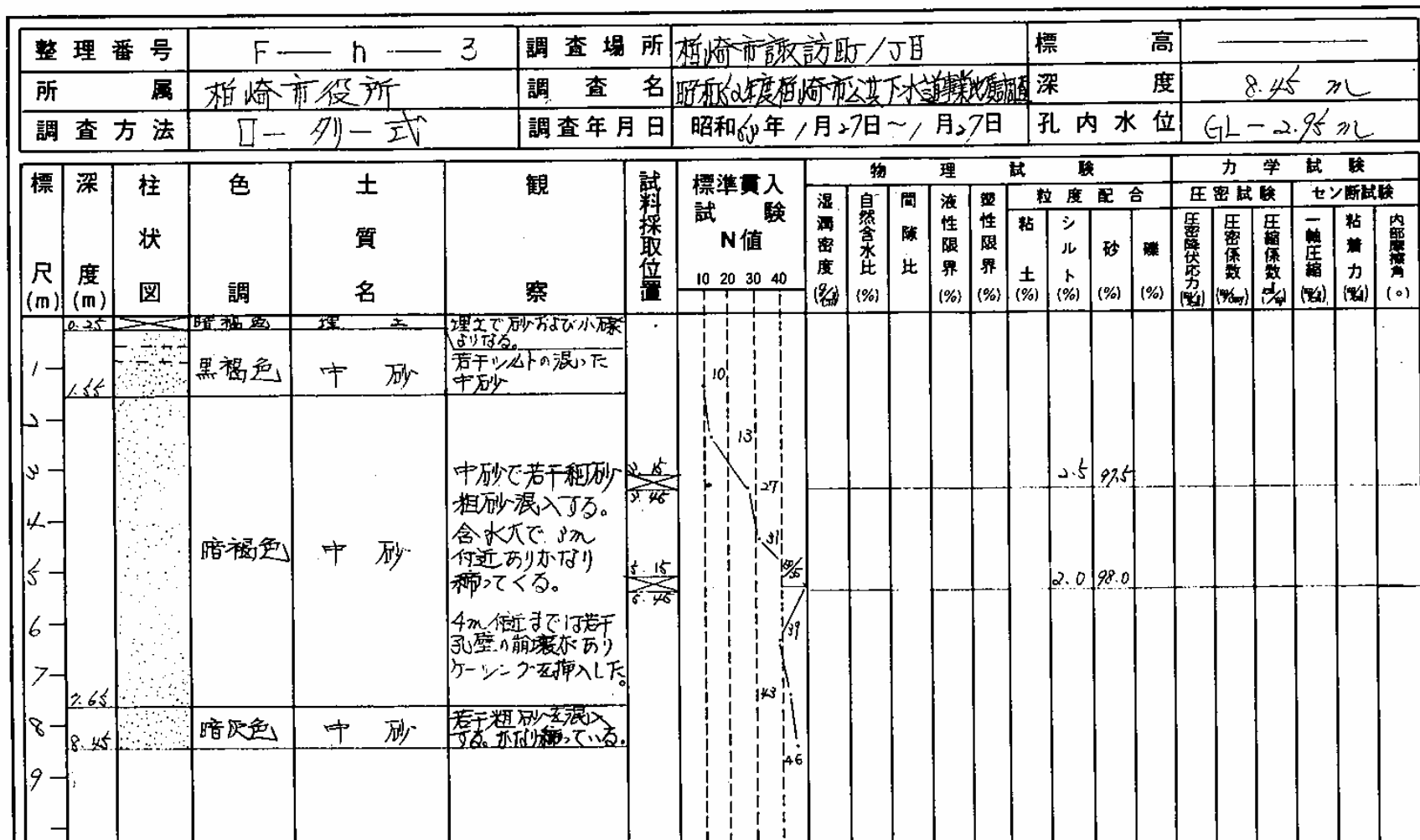


図3-5 砂丘地域における代表ボーリング柱状図 (F-h-3)

整理番号	F—h—10		調査場所	柏崎市鏡町		標高	—	
所 属	柏崎市役所		調査名	昭和44年度柏崎市公共下水道事業地盤調査		深 度	8.56 m	
調査方法	□-列-式		調査年月日	昭和44年1月25日～1月26日		孔内水位	GL-0.55 m	

標 尺 度 (m)	深 度 (m)	柱 状 図	色 調	土 質 名	観 察	試料採取位置	標準貫入試験 N 値 10 20 30 40	物 理 試 験										力 学 試 験					
								湿潤密度 (%)	自然含水比 (%)	間隙比	液性限界 (%)	塑性限界 (%)	粒 度 配 合				圧密試験			せん断試験			
													粘 土 (%)	シルト (%)	砂 (%)	礫 (%)	圧密降伏力 (kg/cm ²)	圧密係数 (%)	圧縮係数 (%)	一軸圧縮 (kg/cm ²)	粘着力 (kg/cm ²)	内部摩擦角 (°)	
1	0.94		暗灰色	埋 土	上部0.30mは砂礫層 厚さ約0.5m																		
2			暗灰色	粘 土	非常に軟弱な粘土 含水大、粘性大で 腐植物を混入する。		0.30 (自重)																
3	2.80																						
4			暗灰色	砂質粘土	砂混り粘土で所 にシルト層を挟み 腐植物を混入する。	4.50							96.0	66.0	4.0		1.02	1.90 ×10 ⁻²		0.925	1.310		
5	4.65		暗灰色	シルト質砂	シルト質和砂で所 腐植物混入は少	4.80																	
6																							
7			暗灰色	粘 土	含水、粘性大の粘 土であり軟弱である。 所々にシルト層 を挟む。																		
8	8.56																						
9																							

図3-6 低地・谷底平野地域における代表ボーリング柱状図 (F-h-10)

整理番号	F — h — 13		調査場所	相模市大字田根字江上21-1	標高	BM - 0.76m	
所 属	電話公社信越電気通信局		調査名	相模川沿岸新築地地盤調査	深 度	20.45m	
調査方法	6-911-式		調査年月日	昭和43年6月15日～6月16日	孔内水位	GL - 0.85m	

標尺 度 (m)	柱 状 図	色 調	土 質 名	観 察	試料採取位置	物理試験										力学試験																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
						標準貫入試験 N値	物 理 試 験				粒 度 配 合						圧 密 試 験				せん断試験																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
							10	20	30	40	湿潤密度 (%)	自然含水比 (%)	間隙比	液性限界 (%)	塑性限界 (%)	粘 土 (%)	シルト (%)	砂 (%)	礫 (%)	圧密係数 (%)	圧縮係数 (%)	一軸圧縮 (%)	粘着力 (%)	内摩擦角 (°)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
1	0.70			監 工	(6r)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				</

図3-7 低地・谷底平野地域における代表ボーリング柱状図 (F-h-3)

整理番号	F — h — 17		調査場所	栃崎市大字田塚地内		標高																		
所 属	県・農地部		調査名	栃崎市地盤調査事業（調査地区）地盤調査		深 度	10.45 m																	
調査方法	□-グリ-式		調査年月日	昭和48年 月 日 ~ 5月2日		孔内水位	GL - 0.50 m																	
標 尺	深 度	柱 状 図	色 調	土 質 名	観 察	試料採取位置	物 理 試 験								力 学 試 験									
(m)	(m)						標準貫入試験 N値	湿潤密度	自然含水比	間隙比	液性限界	塑性限界	粒 度 配 合				圧 密 試 験					セ ン 断 試 験		
							10 20 30 40	(g/cm ³)	(%)	(%)	(%)	(%)	粘 土	シルト	砂	礫	圧密降伏力	圧密係数	圧縮係数	一軸圧縮	粘着力	内部摩擦角		
													(%)	(%)	(%)	(%)	(kg/cm ²)	(%)	(%)	(%)	(%)	(°)		
1	0.70		黄褐色	粘土	粘土が主体。上部は玉石																			
2			暗灰色	砂質シルト	微粒砂・細砂を多く混入 腐植物を少し混入		58																	
3	2.80						37																	
4					腐植物を少し混入		6																	
5					4.50m ~ 6.00m 間		8																	
6			暗灰色	シルト質粘土	細砂を多く挟み 互層状を呈する		10																	
7							11																	
8							15																	
9					9.00m 附近に黄褐色、赤褐色の細砂と砂質シルトを挟む		11																	
10	10.45						19																	
11							14																	

図 3 - 8 低地・谷底平野地域における代表ボーリング柱状図 (F-h-17)

整理番号	F — h — 18		調査場所	柏崎市大字田原内		標高	—	
所 属	県・農地部		調査名	農業用地利用調査		深 度	10.45 m	
調査方法	□-タリ-式		調査年月日	昭和48年 月 日 ~ 5月20日		孔内水位	GL-0.60 m	

標尺 (m)	深 度 (m)	柱 状 図	色 調	土 質 名	観 察	試料採取位置	標準貫入 試 験 N 値 10 20 30 40	物 理 試 験								力 学 試 験						
								湿潤密度 (%)	自然含水比 (%)	間隙比	液性限界 (%)	塑性限界 (%)	粒 度 配 合				圧密試験		せん断試験			
													粘 土 (%)	シルト (%)	砂 (%)	礫 (%)	圧縮係数 (%)	圧縮係数 (%)	圧縮係数 (%)	一軸圧縮 (%)	粘着力 (%)	内部摩擦角 (°)
1	0.20		暗灰色	粘土																		
2	1.20		暗灰色	シルト混り粘土																		
3	1.60		暗灰色	シルト質粘土																		
4	4.60		緑灰色			4.60		1.73	44.5	1.23	64.10	20.18	87.00	60.52	2.68				0.72	2.44	0.50	26°
5						4.62																
6	6.65		暗灰色	中 砂																		
7	2.70		黄灰色	細 砂 シルト互層																		
8																						
9	9.90		暗灰色	中 砂																		
10	10.45		暗灰色	粘土質シルト																		
11																						

図3-9 低地・谷底平野地域における代表ボーリング柱状図 (F-h-18)

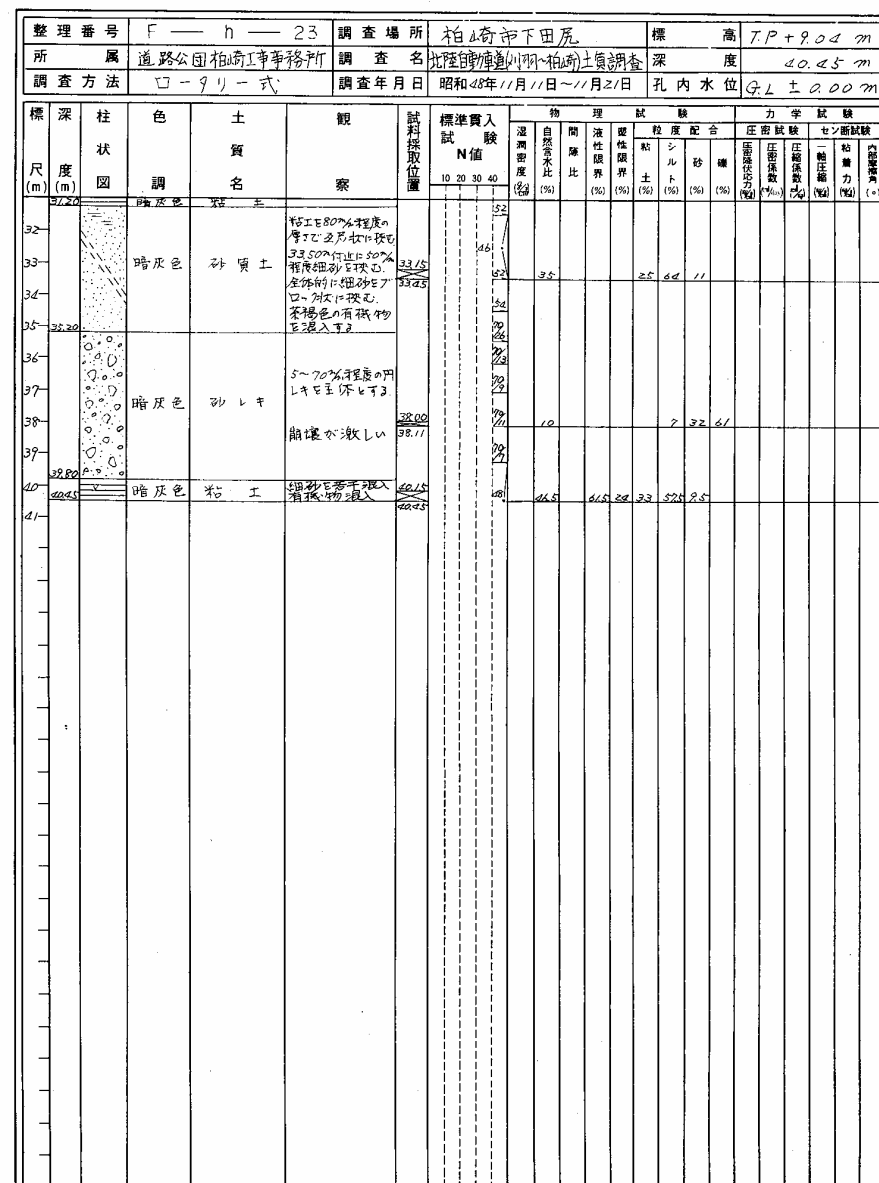
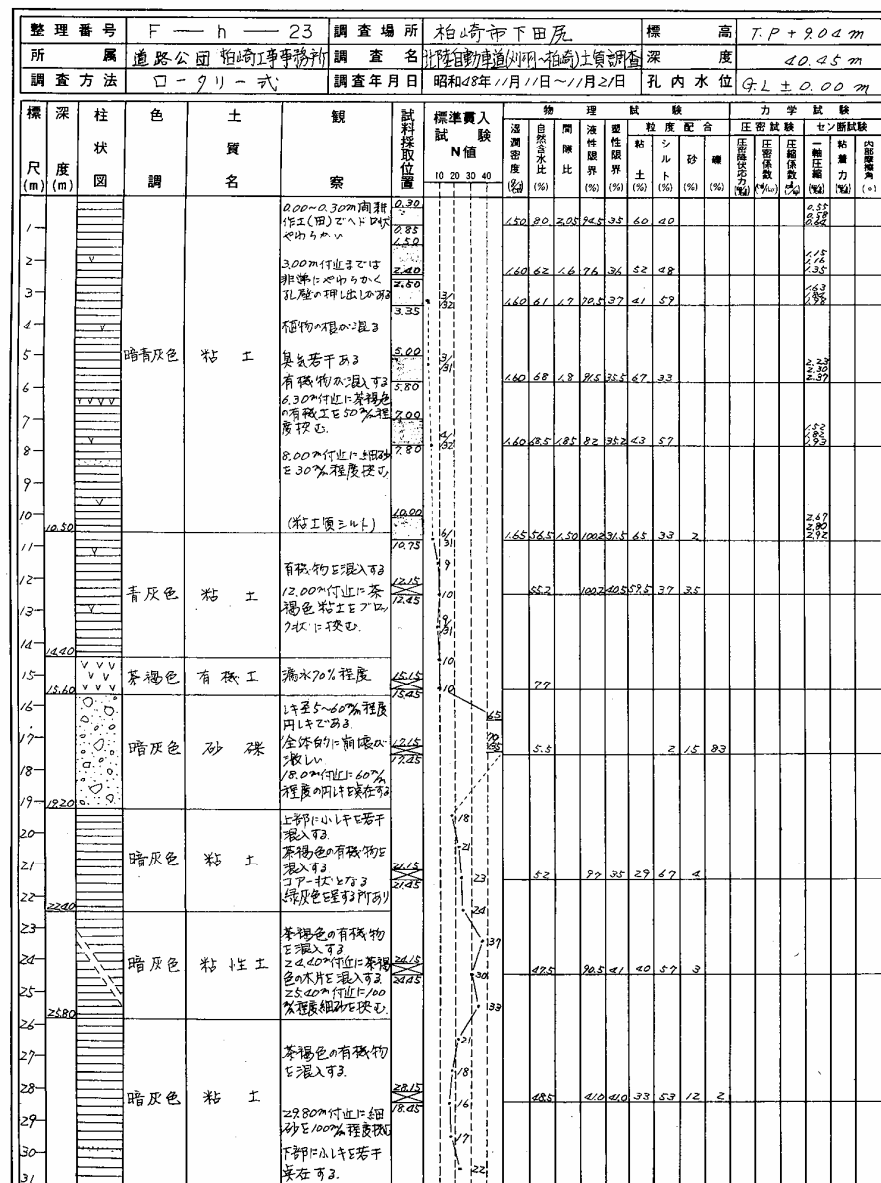


図 3-10 扇状地地域における代表ボーリング柱状図 (F-h-23)

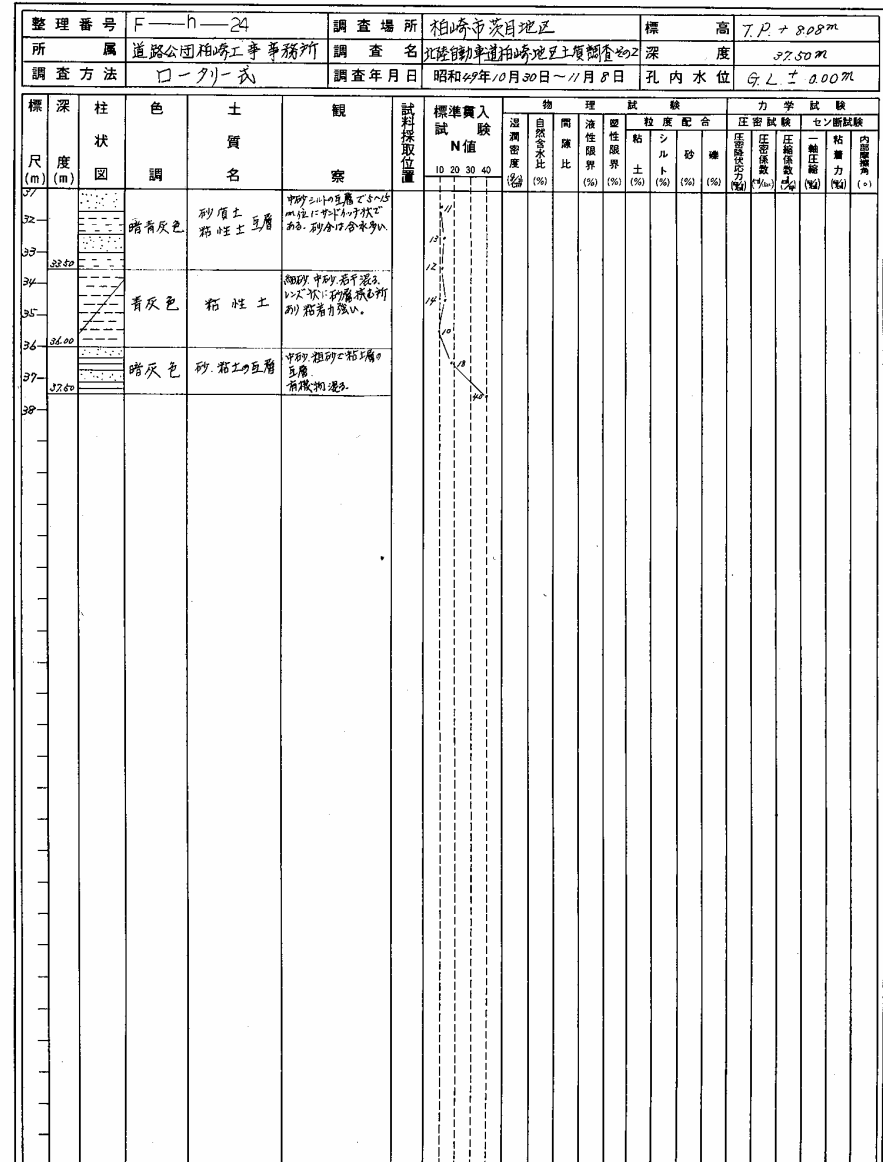
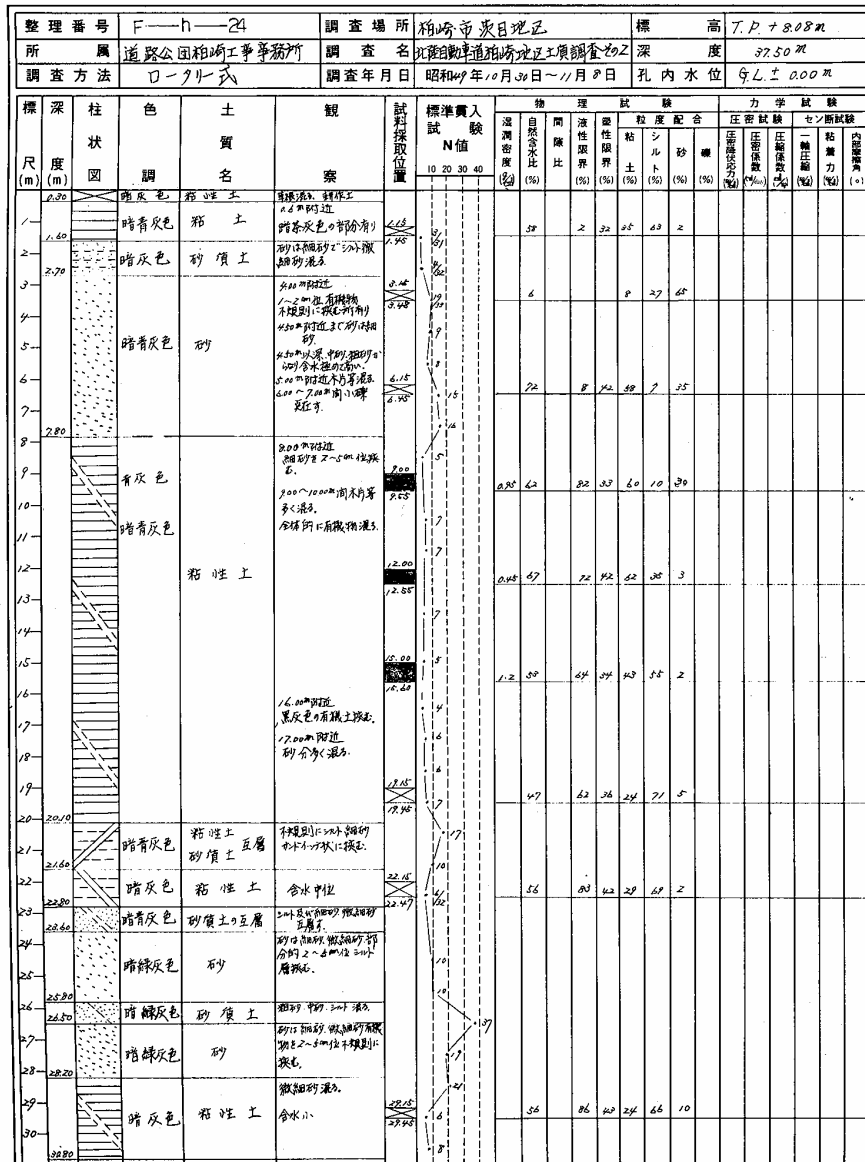


図3-11 扇状地地域における代表ボーリング柱状図 (F-h-24)

整理番号		F—h—25	調査場所	柏崎市岡田尻地区	標高	TP 8.34m
所屬	道路公社 柏崎工務事務所	調査名	北陸自動車道 柏崎式地土質調査No.2	深	度	5.20m
調査方法	ロープリー式	調査年月日	昭和49年10月17日～10月27日	孔内水位	GL+0.20m	
標深	柱状	色	土質	観察	試験	物理試験
尺度 (m)	図	調	名	察	試料採取位置	標準貫入試験 N値
0.50		茶灰色	粘 性 土	黄褐色、凝結土 粘着力あり。	1.15 1.20	10
1		青灰色	粘 土	色調不均一 含水多し。	1.20 1.25	20
2		暗緑青灰色	砂 質 土	全体的にシルト混り、細砂粒水吉砂とあり。 黄灰色の黄鉄鉱の塊を有する。	1.30 1.35 1.40	30
3		暗灰色	砂	粘着力を有する。 細砂粒の多い部分あり。 付着した中、粘り強い部分あり。 粘着力に含水多し。	1.45 1.50 1.55	40
4		青灰色	砂 質 土	粘り強い。	1.60 1.65	50
5		暗灰色	粘 性 土	粘り強い。	1.70 1.75	60
6		暗灰色	砂 質 土	粘り強い。	1.80 1.85	70
7		暗灰色	粘 性 土	粘り強い。	1.90 1.95	80
8		暗灰色	砂 質 土	粘り強い。	2.00 2.05	90
9		暗緑青灰色	粘 性 土	粘り強い。	2.10 2.15	100
10		暗緑青灰色	粘 性 土	粘り強い。	2.20 2.25	110
11		茶灰色	砂 質 土	粘り強い。	2.30 2.35	120
12		暗灰色	粘 性 土	粘り強い。	2.40 2.45	130
13		暗緑青灰色	粘 性 土	粘り強い。	2.50 2.55	140
14		暗灰色	粘 性 土	粘り強い。	2.60 2.65	150
15		暗灰色	粘 性 土	粘り強い。	2.70 2.75	160
16		暗灰色	粘 性 土	粘り強い。	2.80 2.85	170
17		暗灰色	粘 性 土	粘り強い。	2.90 2.95	180
18		暗灰色	粘 性 土	粘り強い。	3.00 3.05	190
19		黄灰色	砂 質 土	粘り強い。	3.10 3.15	200
20		茶褐色	砂	粘り強い。	3.20 3.25	210
21		暗灰色	粘 性 土	粘り強い。	3.30 3.35	220
22		暗灰色	粘 性 土	粘り強い。	3.40 3.45	230
23		暗灰色	粘 性 土	粘り強い。	3.50 3.55	240
24		暗灰色	粘 性 土	粘り強い。	3.60 3.65	250
25		暗灰色	粘 性 土	粘り強い。	3.70 3.75	260
26		暗灰色	粘 性 土	粘り強い。	3.80 3.85	270
27		暗灰色	粘 性 土	粘り強い。	3.90 3.95	280
28		暗灰色	粘 性 土	粘り強い。	4.00 4.05	290
29		暗灰色	粘 性 土	粘り強い。	4.10 4.15	300
30		暗灰色	粘 性 土	粘り強い。	4.20 4.25	310
31		暗灰色	粘 性 土	粘り強い。	4.30 4.35	320

整理番号	F—h—25	調査場所	柏崎市田尻地区	標高	2.34m
所属	道路公団 柏崎工事事務所	調査名	北陸自動車道柏崎地区工区調査No2	深度	52.20m
調査方法	ロータリー式	調査年月日	昭和49年10月17日～10月27日	孔内水位	G.L. + 0.20m

標尺 度 (m)	柱状 図	色調	土質 名	観 察	試料採取位置	標準貫入 試験 N値	物理試験							力学試験			
							含水率 (%)	間隙比 (%)	液性限界 (%)	塑性限界 (%)	粘 土 (%)	シル ト (%)	砂 (%)	礫 (%)	圧縮係数 (%)	圧縮係数 (%)	せん断力 (%)
32	32.50	暗灰色	粘性土	粘着中砂。 色調均一	10	10	52.0	42.0	39.0	48.0	48.0	4.0					
33	32.52	暗灰色	粘性土・砂・礫	10～20mm 細砂・粘土	11	11											
34				暗紫～黄灰色。有機物 含有。量多	12	12											
35				30.4～39.6mm 肉 状。砂・砂・粘土	13	13											
36				電網不均。2.2.2.3.	14	14											
37				含砂小	15	15											
38			暗灰色	粘性土		16											
39				部分的砂質土層。 黄色。黄褐色。	17	17											
40					18	18											
41					19	19											
42					20	20											
43					21	21											
44	44.30		暗黄灰色	砂	初級細砂中砂。有機物 0.2～2.0mm の円礫 多。	22											
45	44.32		暗黄灰色	砂	最大礫径 30mm 化	23											
46	44.70		暗灰色	粘性土	トリックス。中砂・砂・粘土。 0.2～2.0mm の円礫。多。 黄褐色。砂・砂・粘土。 黄褐色。砂・砂・粘土。	24											
47	45.10		暗灰色	粘性土	0.2～1.5mm の円礫 多。	25											
48			暗灰色	粘性土	最大礫径 30mm 化	26											
49			暗灰色	砂	トリックス。中砂・砂・粘土。 0.2～2.0mm の円礫。多。	27											
50						28											
51						29											
52	52.20					30											

図 3-12 扇状地地域における代表ボーリング柱状図 (F-h-25)

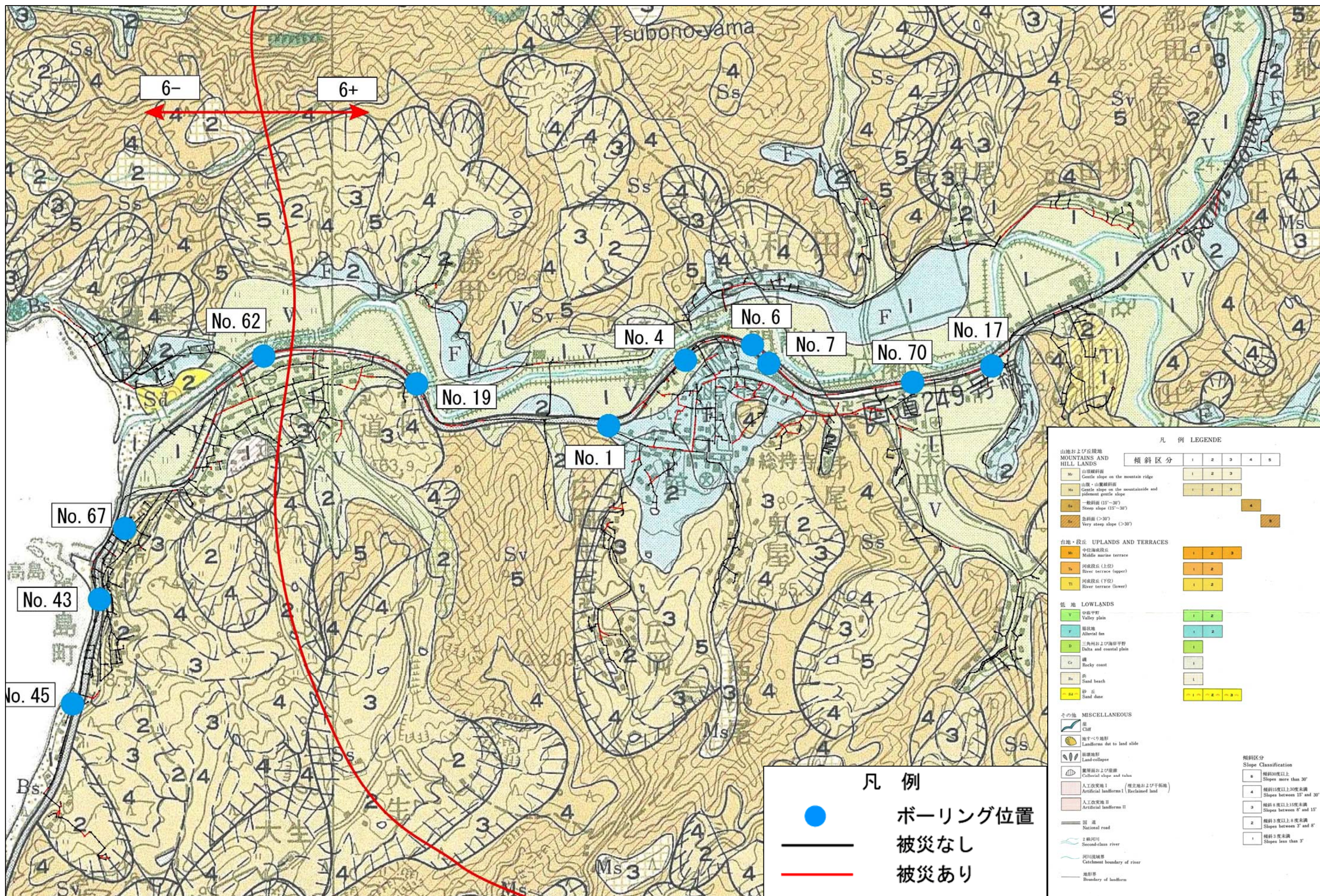


図3-13 石川県輪島市門前処理区の地形分類、被災箇所、ボーリング位置、推計震度分布

B： 輪島市門前処理区の土質柱状

調査 名 平成11年度 門前町特定環境保全公共下水道事業 本市支線管渠実施設計業務

事業・工事名

ボーリングNo. 5 5 3 6 7 6 4 2 0 0

シートNo.

ボーリング名	H11-No. 4			調査位置	石川県鳳至郡門前町字 本市 地内				北 緯	37° 17' 16.00"			
発注機関	門前町			調査期間	2000年 6月21日～2000年 6月21日				東 経	136° 47' 10.00"			
調査業者名	株式会社 東洋設計 電 話 076-223-1124			主任技師	清水尚武		現代 場 人	山崎 孝明		コ 鑑 定 者	中山 裕貴	ボーリン グ責任者	垣内 敏峰
孔 口 標 高	16.10m			方 向		地盤勾配		使用機種	試錐機	YBM-05 DA-2		ハンマー 落下用具	コ-ンブ-リ-
総掘進長	5.50m								エンジン	ヤンマー9PS		ポン プ	MS-401

記 事								粒 度 試 験		標 準 貫 入 試 験		原 位 置 試 験		試 料 採 取		室 掘		
標 尺	層 高	深 度	柱 状	土 質	色 相	相 対	記 事	孔 内 水 位 / 測 定 日	深 度	10cm毎の 打 撃 回 数	打 撃 回 数 / 貫 入 量	N 値	深 度	試 験 名 及 び 結 果	深 度	試 料 番 号	採 取 方 法	室 掘
m	m	m	図 分	調 度	密 度	度	事	m	m	10 20 30	0 10 20 30	0 10 20 30 40 50 60	m		m			日
1	15.55	0.55	0.55	砂混り シルト	灰緑		GL-0.00~0.04mは、歩道のアスファルト である。GL-0.04m以下は、歩道施工時の盛 土である。φ=10~30mmの切込み砕石より なり、砂を10%含む。 砕石下の盛土である。シルトを主体とする 。砂を30%、φ=5~20mmの角礫を20%含む。 まれに、腐植物を含む。	5 21 10	1.15	1	3	2 12	5 32					
2	14.50	1.05	1.80	砂質 シルト	暗灰		シルトは、非常に柔らかい。GL-1.70~2.50mは、細粒砂を40%含む。GL-2.50~2.80mは、中粒砂を40%含む。 全体に、φ=20mm未満の角礫を5%含む。 まれに、腐植物を含む。	1.47	モ ン テ ン 自 沈	1	1	2 42						
3	13.60	0.90	2.50	砂質 シルト	黒灰		シルトは、非常に柔らかい。細粒砂を10%含む。 GL-3.00~3.30mは、腐植物およびφ=20mmの角礫を含む。 シルトは、非常に柔らかく、粘性がある。 細粒砂を5%含む。まれに、腐植物を含む。	2.42	モ ン テ ン 自 沈	1	1	1 47						
4	12.80	0.50	3.30	シルト	黒灰			3.00	モ ン テ ン 自 沈	1	1	1 30						
5	12.20	0.60	3.90	砂質 シルト	暗青灰		シルトは、柔らかい。細粒砂を30%含む。 まれに、腐植物を含む。	3.47	モ ン テ ン 自 沈	1	1	1 30						
6	11.50	0.70	4.60	砂質 シルト	暗青灰		シルトは、柔らかい。細粒砂を10%含む。 ごくまれに、腐植物を含む。	4.15	モ ン テ ン 自 沈	1	1	1 32						
7	10.60	0.90	5.50	砂混り シルト	暗青灰			4.45	モ ン テ ン 自 沈	1	1	1 32						
8	10.60	0.90	5.50	砂混り シルト	暗青灰			5.15	モ ン テ ン 自 沈	1	1	1 32						
9	10.60	0.90	5.50	砂混り シルト	暗青灰			5.47	モ ン テ ン 自 沈	1	1	1 32						

図 3-14 ボーリング柱状図 (No.17)

図 3-15 ボーリング柱状図 (No.70)

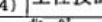
図 3-16 ボーリング柱状図 (No.7)

平成9年度 門前町特定環境保全公共下水道
事業門前幹線実施設計業務（その3）

ボーリングNo.

事業・工事名

シートNo.

ボーリング名	N o . H 9 - 1		調査位置	石川県鳳至郡門前町字走出地内					北緯			
発注機関	門前町				調査期間	平成10年 2月27日～10年 3月 2日			東経			
調査業者名	株式会社東洋設計 電話(076-233-1124)		主任技師	中川孝夫		現場代理人	コア鑑定者		ボーリング責任者	斉藤敏和		
孔口標高	12.413m	角		方		地盤勾配	鉛直 90°	水平 0°	使用機種	Y B M - 0 5	ハンマー 落下用具	コーンフーリー
総掘進長	8.00m	度		向					エンジン	ヤンマー	ポンプ	V 5 - P

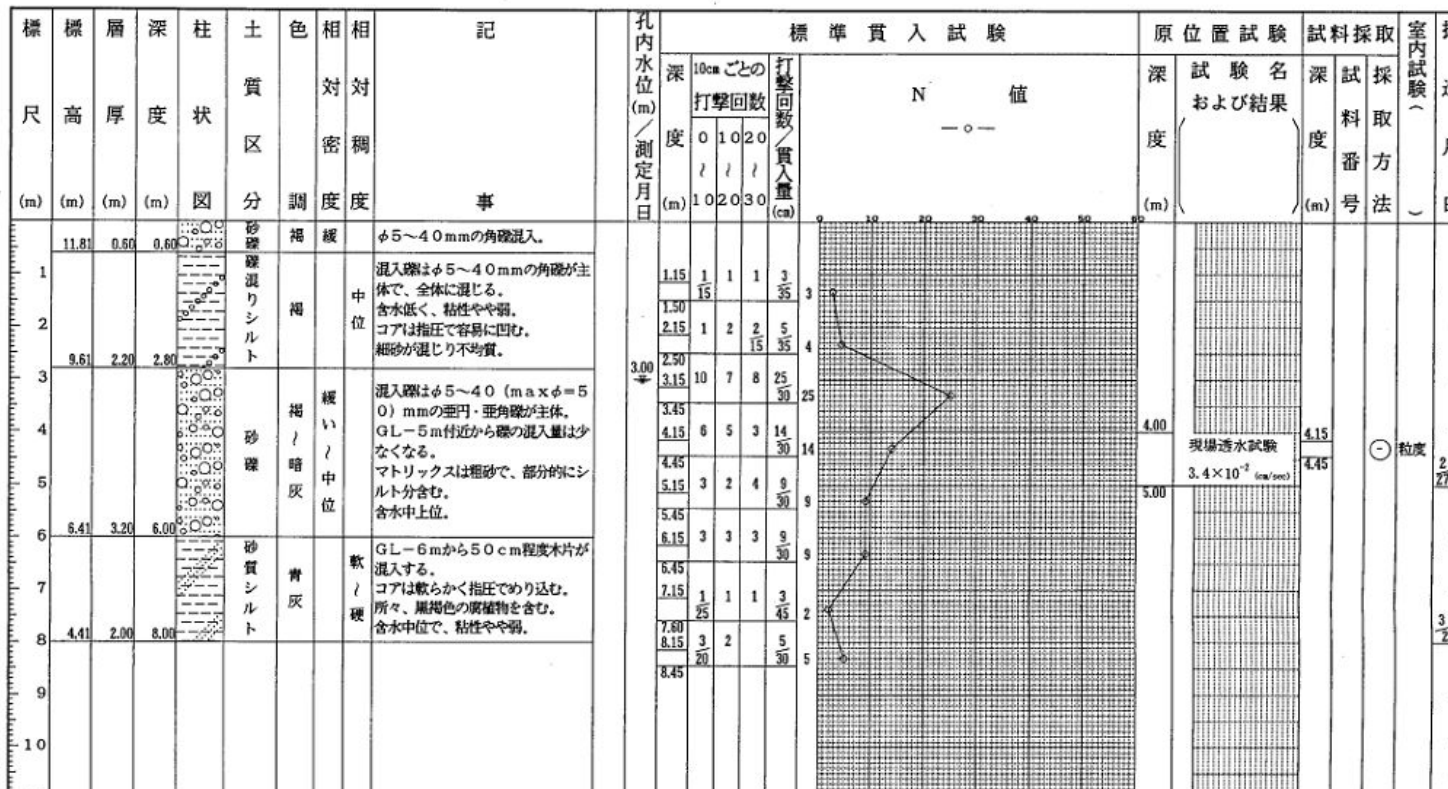


図 3-17 ボーリング柱状図 (No.6)

ボーリング柱状図 B-E-2

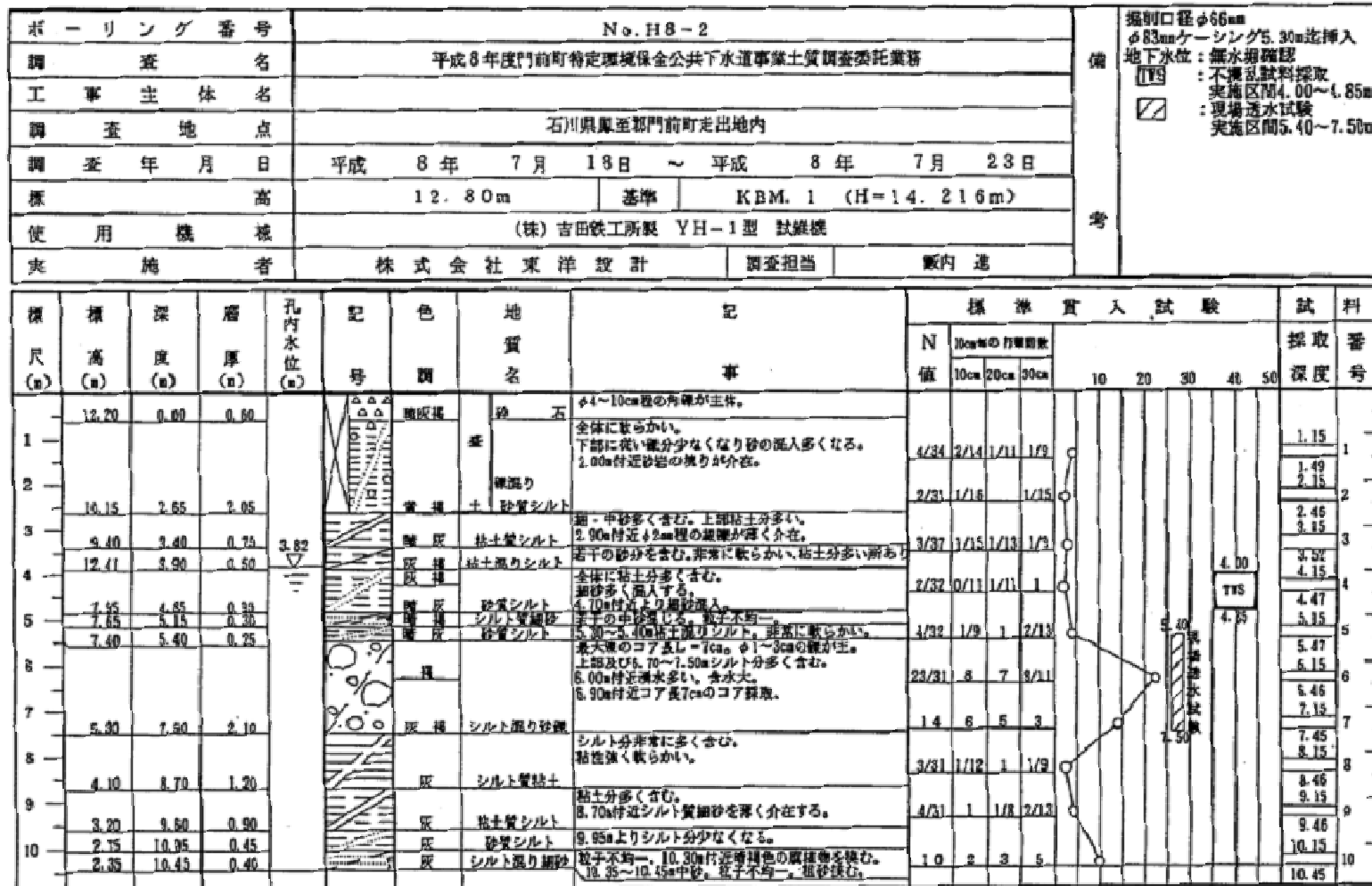


図3-18 ボーリング柱状図 (No.4)

ボーリング柱状図 B-17-1

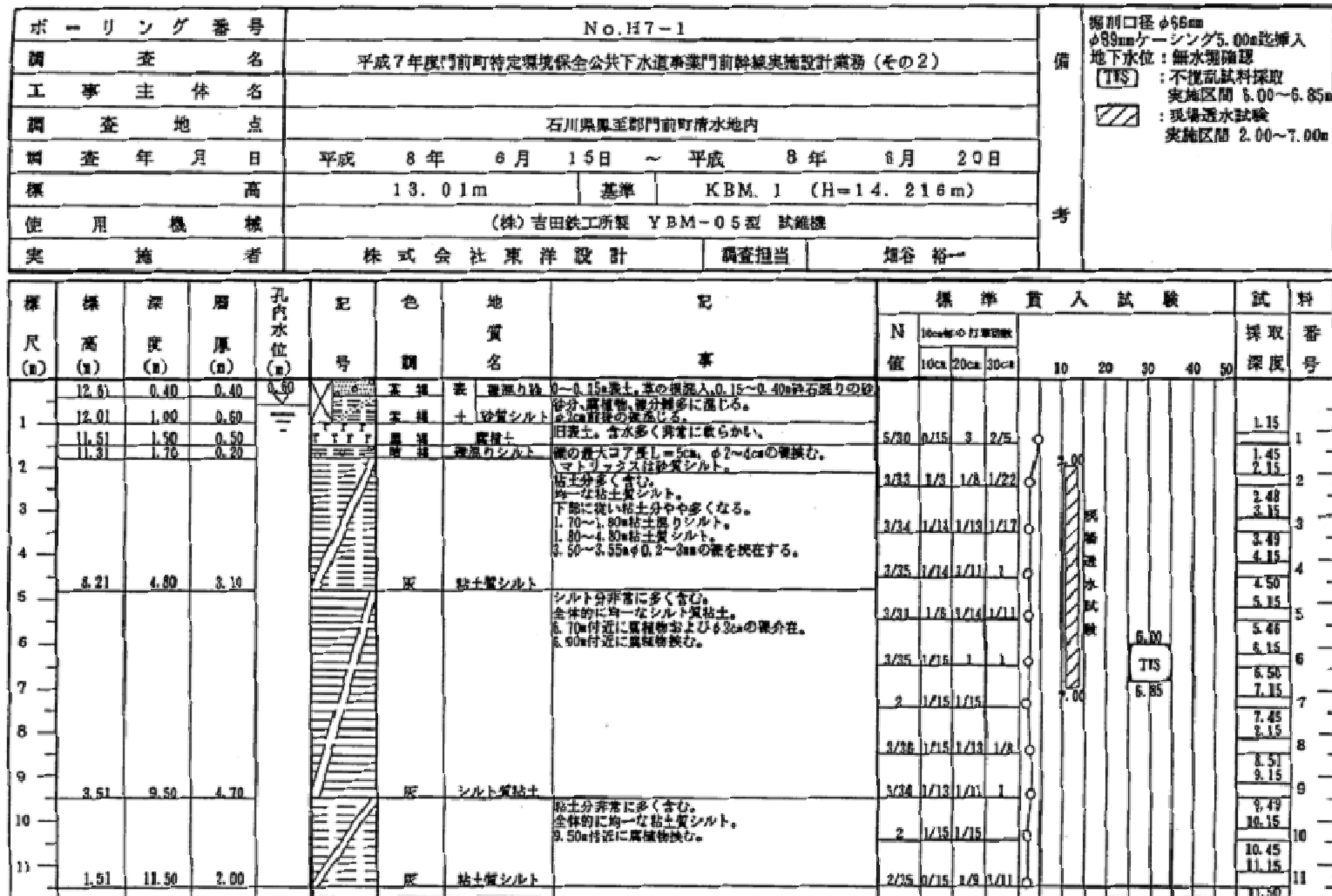


図3-19 ボーリング柱状図 (No.1)

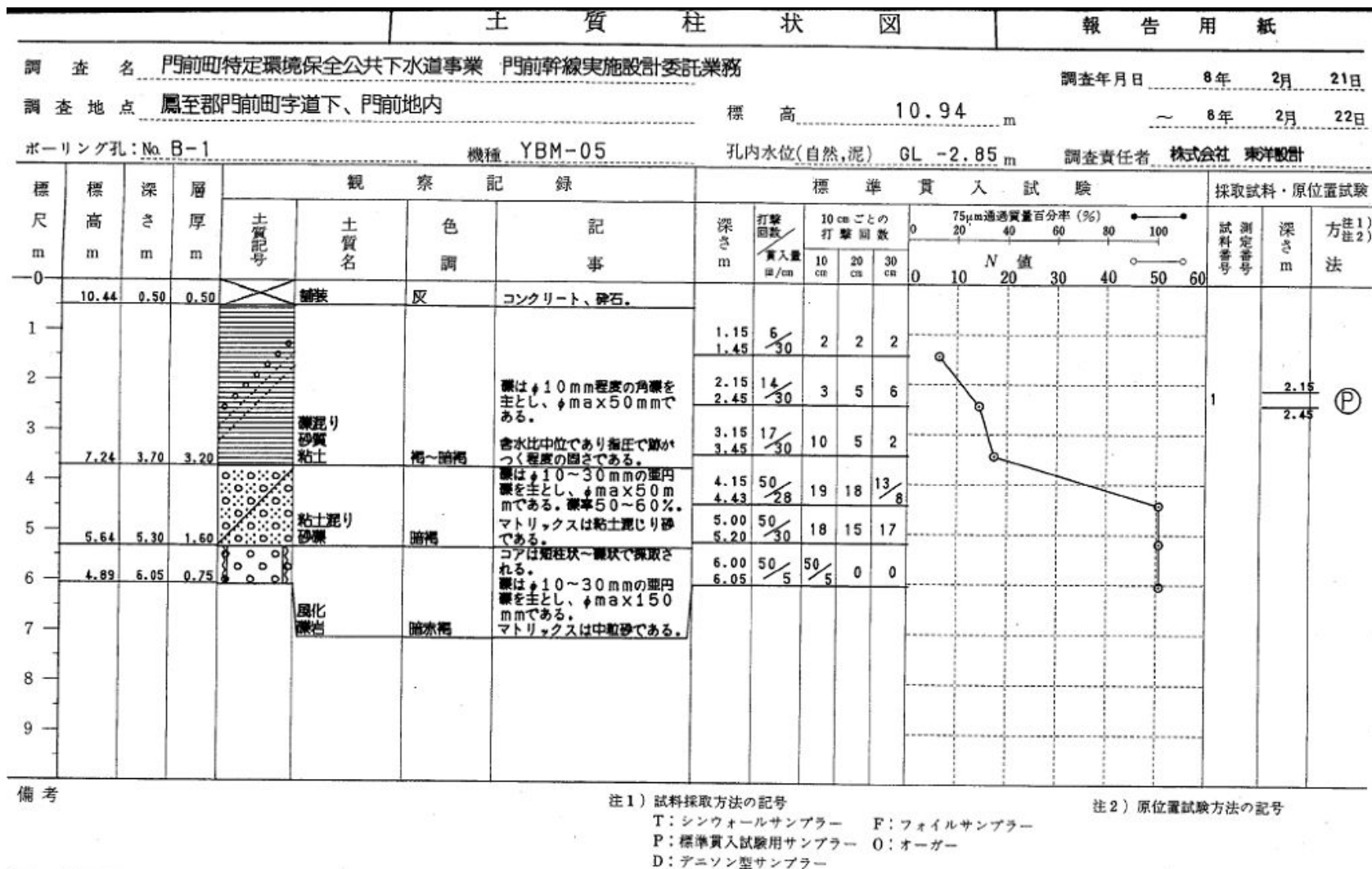


図 3-20 ボーリング柱状図 (No.19)

事業・工事名 汚水幹線・支線管渠実施設計業務委託

[illegible]

ボーリング名	B-N0.2		調査位置	鳳空門前河道下・鳳島地内			北緯		
発注機関	門田町		調査期間	年 月 日～年 月 日			東経		
調査業者名	株式会社 東洋地産 電話 0762-33-1124		主任技師	山崎孝明		現代理人	山崎孝明	ボーリング責任者	大戸誠修
孔口標高	6.75m	角 上 180° 47° 下 0°	方 北 270° 西 90° 東 180° 南	地盤勾配 北 180° 南 90° 東 0° 西	使用機種	試錐機 YBM-05	ハンマー 落下用具	コーンブーリー	
総掘進長	12.00m	度			エンジン ヤンマー	ポンプ	吉田敏工製		

標尺	層高	深	柱状	土質	色	相対	相対	記	孔内水位/測定月日	標準貫入試験				原位置試験		試料採取	室内試験		
										深	10m以下の打撃回数			打撃回数/貫入深	深			試験名および結果	試料採取
											0	10	20						
(m)	(m)	(m)	(m)	区分	調度	度	度	事											
1	5.25	1.00	1.00	シルト質粘土	黄褐色			レキ混じり粘性土からなる。		1.15	2	3	4	8					
2	5.25	0.50	1.50	シルト質粘土	黄褐色			含水比は高位である。上部15cmは白粘土(単独混じり粘性土)からなる。		1.25	6	7	7	20					
3	3.25	2.00	3.50	シルト質粘土	黄褐色			含水比は高位である。細砂を多く混入する。		2.15	5	6	7	18					
4	2.65	0.40	3.90	シルト質粘土	黄褐色			細砂の含有率は低い。		3.15	2	2	2	6					
5	0.25	2.10	6.00	シルト質粘土	黄褐色			含水比は高位である。砂の粒子は中等である。		4.15	2	2	2	6					
6	-0.15	0.90	6.90	シルト質粘土	黄褐色			含水比は高位である。比較的細砂の混入した腐植物を多く混入する。		5.15	2	2	2	6					
7	-0.15	0.90	6.90	シルト質粘土	黄褐色			所々に細砂が塊状に散在する。5.7m~6.8m間に細砂の層が介在する。		6.15	5	4	6	15					
8	-0.15	0.90	6.90	シルト質粘土	黄褐色			含水比は高位である。細砂の含有率は低い。		7.15	2	2	2	6					
9	-0.15	0.90	6.90	シルト質粘土	黄褐色			砂の粒子は中等である。		8.15	2	3	2	7					
10	-0.15	0.90	6.90	シルト質粘土	黄褐色			含水比は高位である。		9.15	3	3	3	9					
11	-0.15	0.90	6.90	シルト質粘土	黄褐色			8.9m~7.5m間に比較的細砂の混入した腐植物を多く混入する。		10.15	2	2	2	6					
12	-0.15	0.90	6.90	シルト質粘土	黄褐色			所々に細砂が塊状に散在する。		11.15	2	1	2	5					
13	-0.15	0.90	6.90	シルト質粘土	黄褐色			含水比は高位である。細砂の含有率は低い。		12.15	2	3	3	8					
14	-0.15	0.90	6.90	シルト質粘土	黄褐色			所々にシルト質細砂の層が介在する。		13.15									
15	-0.15	0.90	6.90	シルト質粘土	黄褐色			含水比は中位である。両部に細砂を多く混入する。		14.15									
16	-0.15	0.90	6.90	シルト質粘土	黄褐色			8.9m~7.5m間に比較的細砂の混入した腐植物が散在する。		15.15									
17	-0.15	0.90	6.90	シルト質粘土	黄褐色			10m付近と12m付近に厚さ30cm程度のシルト質細砂が介在する。		16.15									

図 3-21 ボーリング柱状図 (No.62)

事業・工事名 汚水幹線・支線管渠実施設計業務委託

ボーリング名	B-N0.7		調査位置	豊後県阿蘇郡下・黒島地内				北 緯	
発注機関	門前町		調査期間	年 月 日～ 年 月 日				東 経	
調査業者名	株式会社 東洋地質 電話 0762-33-1124		主任技師	山崎孝明		現代理人	山崎孝明	コ 定 者	山崎孝明
								ボーリング責任者	大戸誠彦
孔口標高	5.60 m	角			方			地盤勾配	水平 0°
総掘進長	8.00 m	度			向			使用機種	試験機
						YBM-05		エンジン	ヤンマー
								ハンマー 落下用具	ポンプ
									吉田鉄工製

[illegible]

図 3-22 ボーリング柱状図 (No.67)

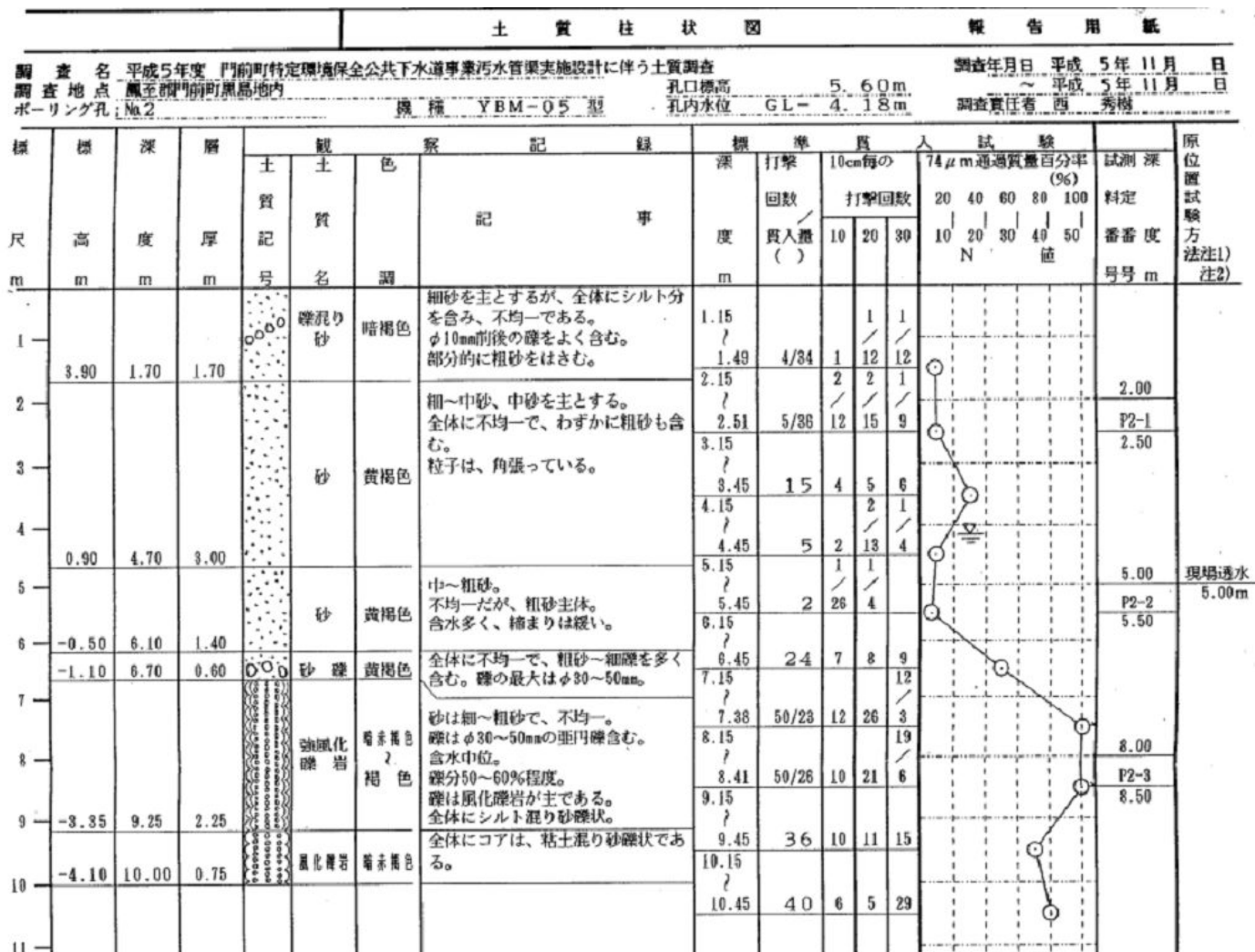


図 3-23 ボーリング柱状図 (No.43)

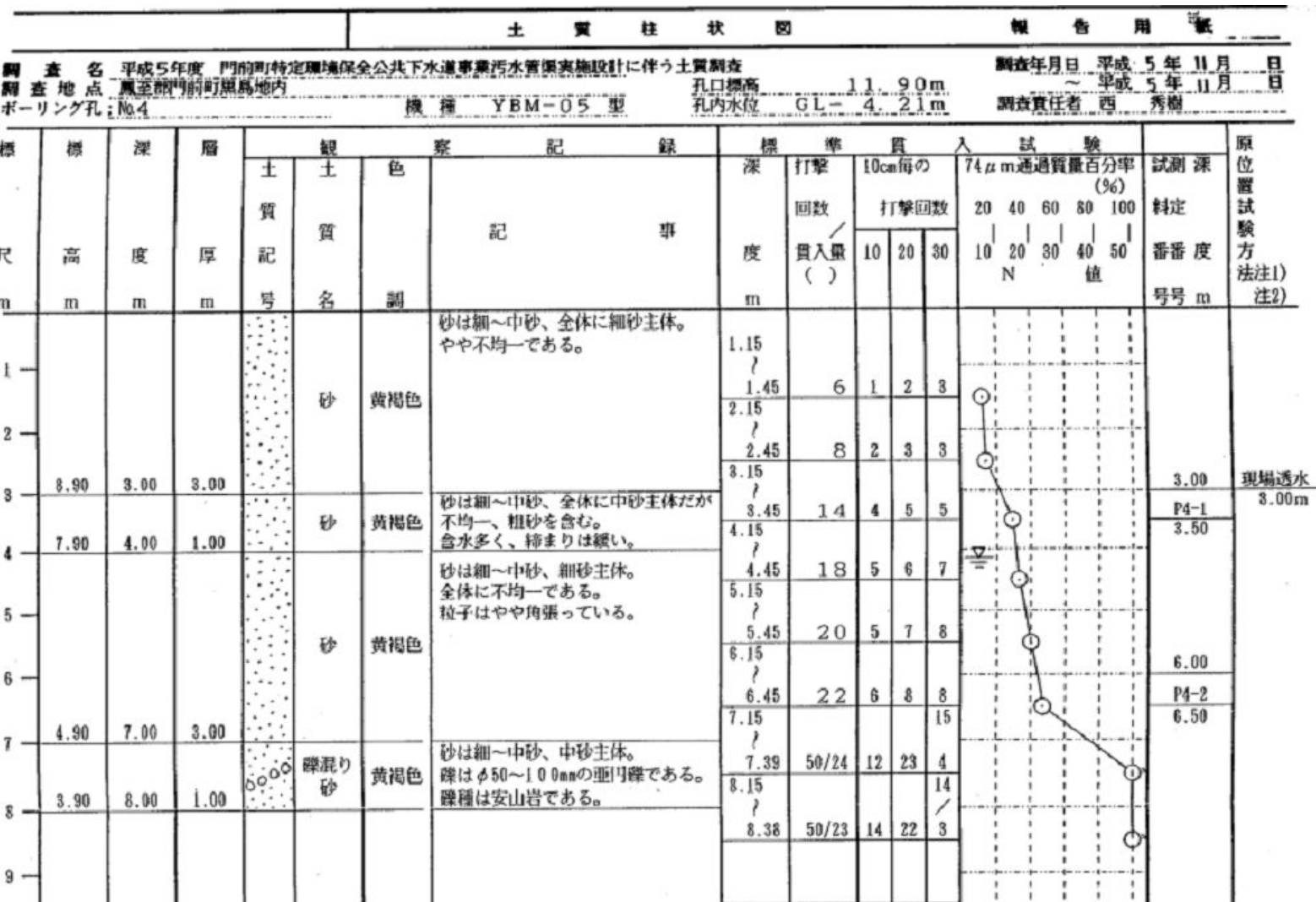


図 3-24 ボーリング柱状図 (No.45)

参考資料－４ 上下水道及びガス導管の被災箇所の整理

1. 検討目的

平成 19 年 新潟県中越沖地震では、下水道施設のみならず、ガス供給施設及び上水道施設においても大きな被害が発生した。ここでは、旧柏崎市における下水道施設とガス供給設備及び上水道施設の被害発生箇所を整理し、これらの位置を微地形分類図の上に重ねて整理を行った。

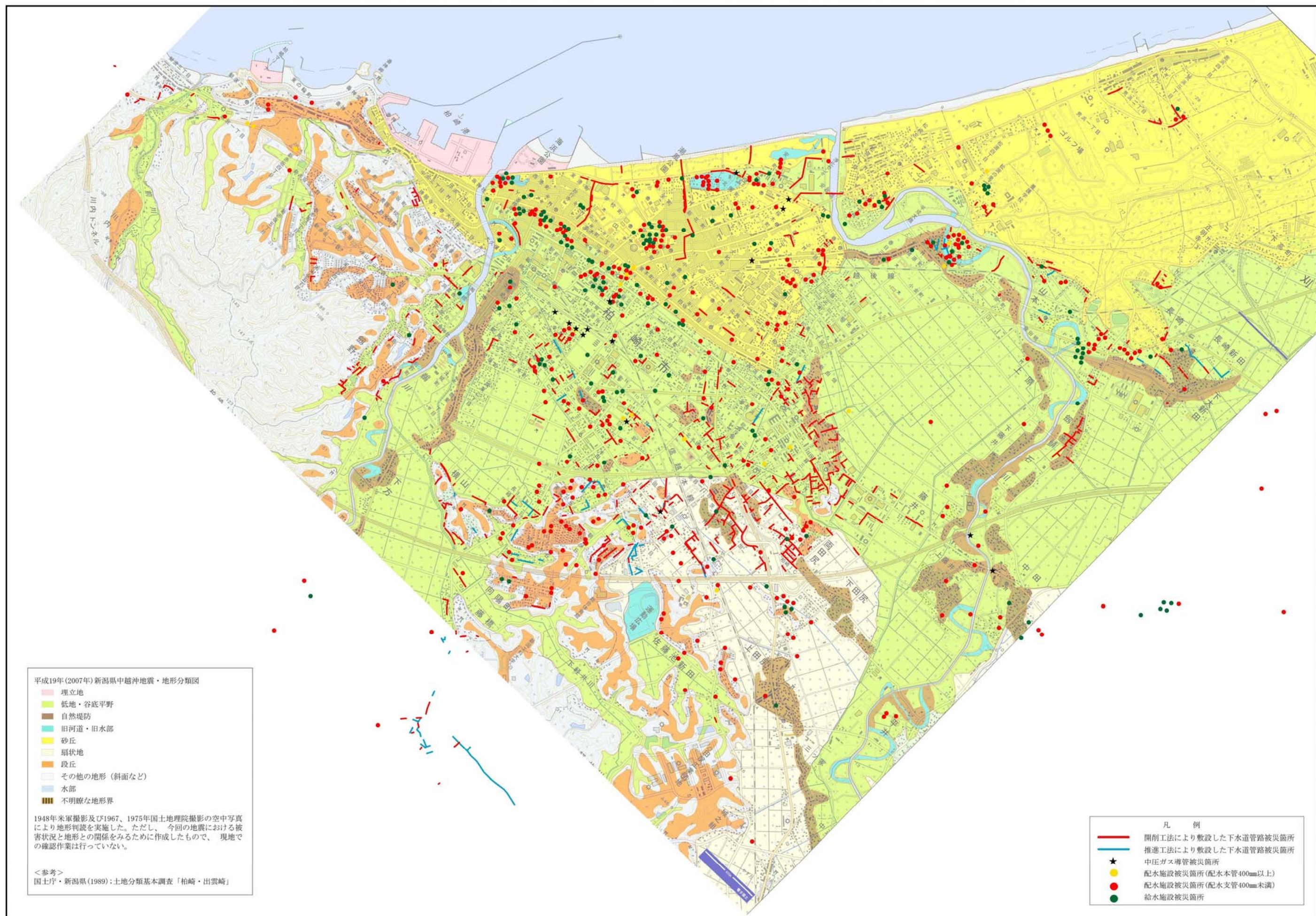


図4-1 旧柏崎市における下水道施設、ガス導管及び水道管の被災位置と微地形の関係