

令和6年3月6日

静溪ポンプ場変更契約の方針変更について

昨年から幹事会及び産業建設委員会で説明させていただきました、静溪ポンプ場土木工事の変更契約につきまして、契約に向け工事費の精査をしていたところ、さらなる増額が見込まれることが判明したことで、現設計の工法が現場に合っていないと判断し、工法の変更まで踏み込んで計画を見直すこととしました。

併せて、変更契約方針についても見直しを行います。

これまでの説明の経過

○令和5年11月15日（幹事会）

静溪ポンプ場は当初設計に対し、約9億の増額が必要となり、増額変更に向けた方針を説明。

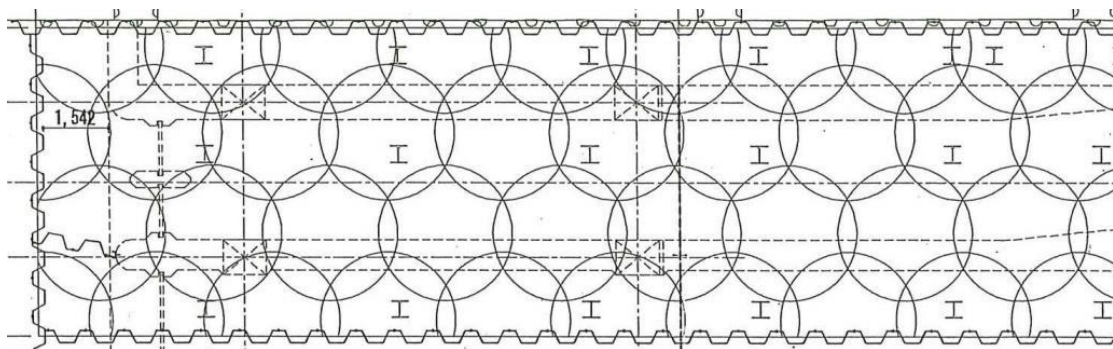
○令和6年1月22日（産業建設委員会）

当日時点の契約状況と、変更内容の説明

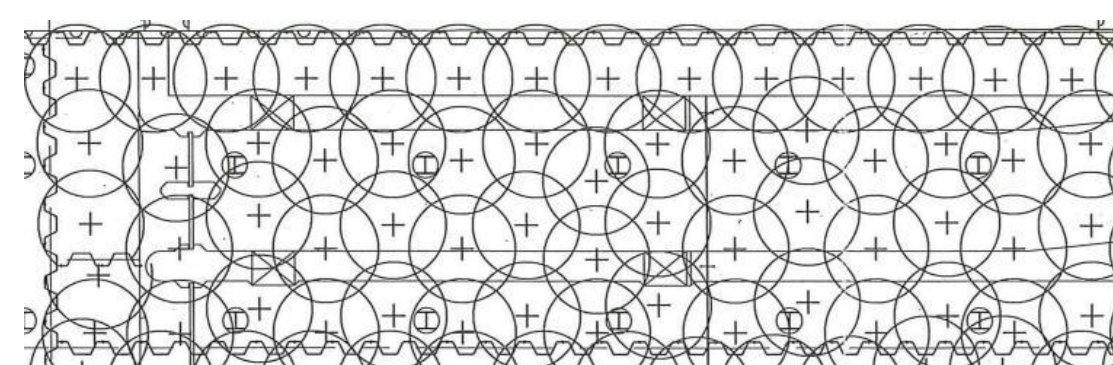
さらなる増額が必要となる

地盤改良は、直径3,150mmの改良体を94本築造する想定で計画していた密にするため、直径2,500mmの改良体を153本築造する検討が必要となった。
杭径は小さくなるが、本数が増えるため積算では工事費が増額となる。

直径3,150mm 改良体の施工イメージ図

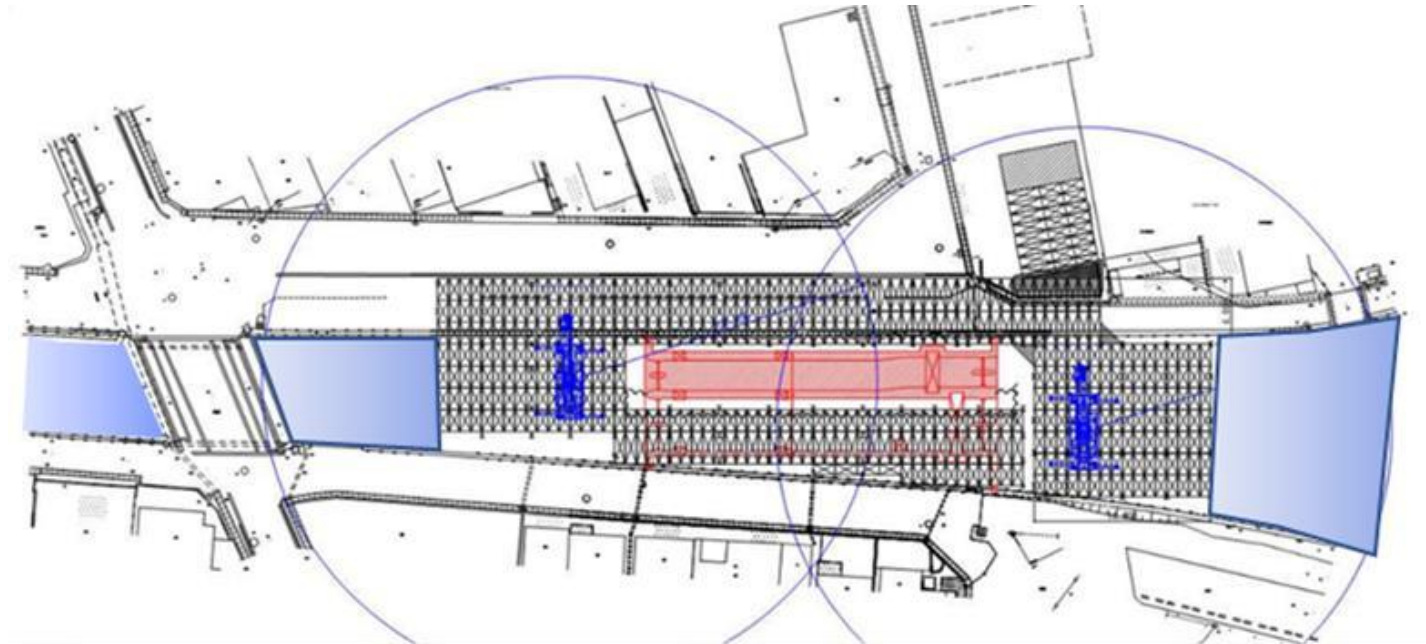


直径2,500mm 改良体の施工イメージ図



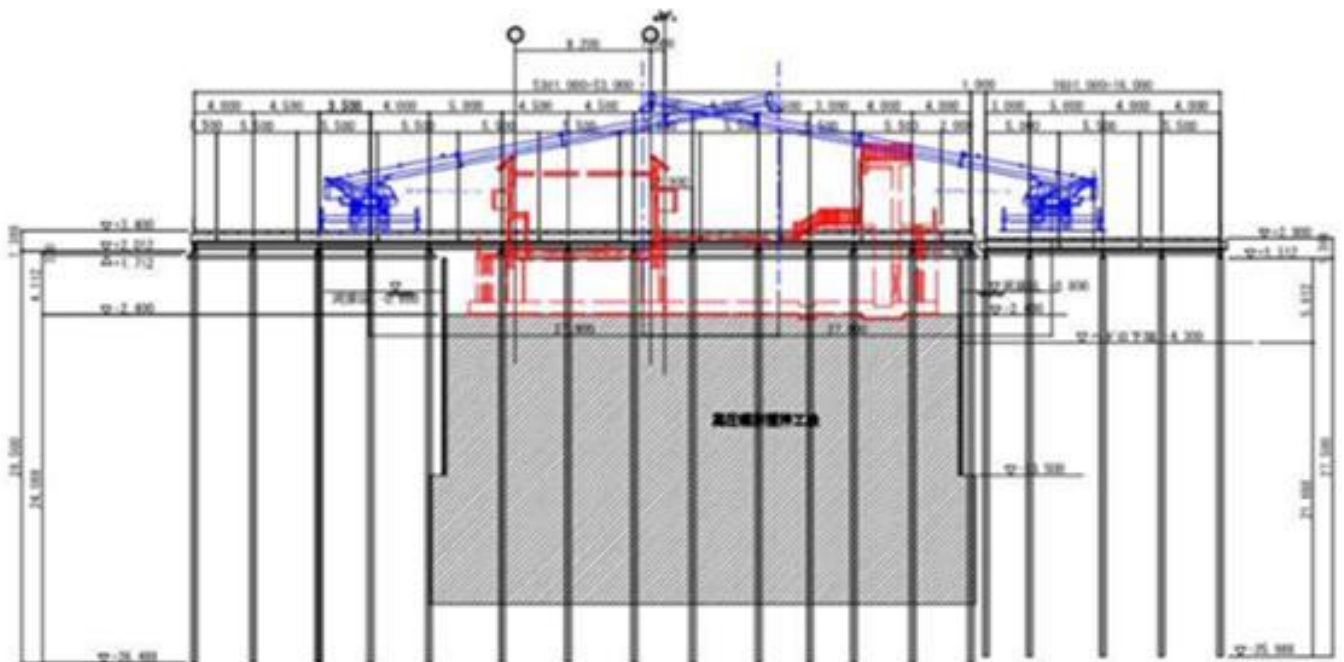
水上ステージの施工イメージ図（平面図）

黒の網掛け部分 赤い部分はポンプ場、この部分も水上ステージがある

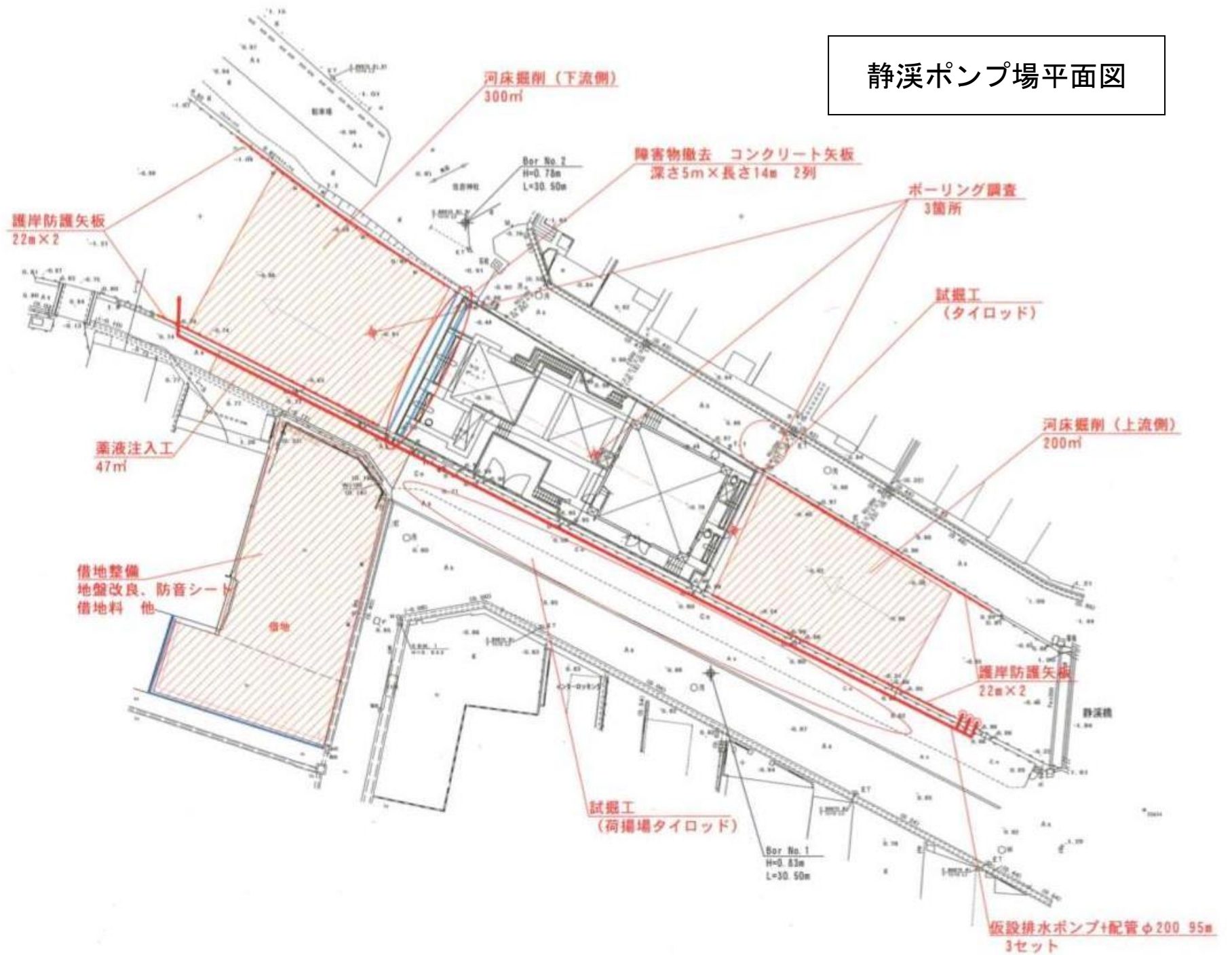


水上ステージの施工イメージ図（断面図）

黒柱部分はH型鋼の杭 赤い部分は水路や電気室など 青はクレーン



静溪ポンプ場平面図



静溪ポンプ場（土木工事）の令和6年度予算の変更について

令和5年度中に15億87百万円への追加変更を実施せず、工事を見直すため、次のとおり予算を修正します。

- 予算提案は2億円ありますが、現在の静溪ポンプ場建設工事の契約上の年割額が約5億7千万円であり、約3億7千万円不足します。
- 契約が続いているにも関わらず、予算措置が不足する事は法令に抵触する状態となります。

（地方自治法第232条の3(支出負担行為)）

「普通地方公共団体の支出の原因となるべき契約その他の行為は、法令又は予算の定めるところに従い、これをしなければならない。」

- この状態を回避するため、予算提案の2億円に3億7千50万円と設計費3千万円を上乗せし、6年度予算を6億50万円に修正する。

表1 令和6年度予算の修正

工事費	570,500,000
上程額	200,000,000
不足額	370,500,000
設計費	30,000,000
合 計	600,500,000

工事費5億7千50万円は執行せず、工事を終了するための協議が整った段階で減額補正します。

表2 現契約の年度割

	令和3年度	令和4年度	令和5年度	令和6年度	令和7年度	令和8年度	合計
現契約	84,009,000	220,000,000	1,000,000	570,499,700			875,508,700

表3 15億で変更予定であった年度割

	令和3年度	令和4年度	令和5年度	令和6年度	令和7年度	令和8年度	合計
変更予定契約	84,009,000	123,841,000	0	200,000,000	551,000,000	628,274,600	1,587,124,600

静溪ポンプ場土木工事の事業経過について

静溪ポンプ場土木工事の方針転換に伴う、第 40 号議案について
方針転換に至るまでの経過

R1. 8. 7～R2. 3. 13

雨水ポンプ場設実施計（詳細）業務委託
請負者（株）NJS 請負額 29, 777, 000 円

R3. 4. 19 土木工事公告

R3. 5. 25 土木工事入札 落札者決定

R3. 5. 31 土木工事契約 静溪ポンプ場建設土木工事
請負者：鶴美・ホクタン・サン開発特定建設共同企業体
請負額：596, 200, 000 円

R3. 6. 30～7. 2

工事説明会 魚屋、魚屋住吉、竹屋町内へ

R3. 8～9 護岸試掘

R3. 10 河川内障害物確認

R3. 11. 1 工事中止（1 回目）開始
河川内障害物撤去検討開始

R4. 2. 1～R4. 9. 30

雨水ポンプ場実施設計（第 21-1）業務委託
内 容 障害物撤去検討
請負者（株）NJS 請負額 4, 400, 000 円

R4. 4～7 ボーリング追加調査 3 カ所

R4. 8 関係機関協議

R4. 9～10 護岸試掘

R4. 11. 2～R5. 3. 20

雨水ポンプ場実施設計（第 22-3）業務委託
内 容 仮設工、基礎工 追加検討
請負者（株）NJS 請負額 4, 499, 000 円

R4. 12. 7 第 1 回変更契約 831, 891, 500 円 障害物撤去

R4. 12. 15 工事中止（1 回目）終了

R4. 12. 22 工事再開説明会 魚屋、魚屋住吉、竹屋町内へ

R5. 1. 30～3. 14

障害物撤去工事

R5. 3. 16 工事中止（2 回目）開始

R5. 3. 30 第 2 回変更契約 工期の変更 ～R7. 1. 31 まで延長
R5. 5. 24 第 3 回変更契約 875, 508, 700 円 中止期間中経費
R5. 8 大幅増額が必要と判明
R5. 10. 20 市の方針決定（大幅な増額変更へ）
R5. 12. 15 12 月議会産業建設委員会で質疑答弁
R6. 1. 22 臨時の産業建設委員会
R6. 2 さらに増額可能性が判明
R6. 2. 28 市の方針決定（工事をストップし計画を見直す）
R6. 2. 29 請負業者 JV の代表者の方針変更を説明
R6. 3. 6 市議会運営委員会で方針変更の報告
R6. 3. 11 R6 年度下水道事業会計予算案の取り下げと再提出

入札注意事項（電子入札対象案件） （測量・建設コンサルタント等業務）

1 設計図書の入手法等 閲覧設計図書については、あらかじめ指定のある場合を除き京都府入札情報公開システムの「入札公告・入札情報」からダウンロードすること。

やむを得ず窓口配布を希望する場合は、入札通知書に記載する期間内に契約課に問い合わせの上、入手すること。

2 入札手続等

（1）入札の方法

ア 電子入札者は、電子入札システムにより入札書及び積算金額の内訳書（以下、「内訳書」という。）を提出すること。

内訳書の容量が総量で2メガバイトを超える場合は、持参又は郵送（入札書提出締切日時までに必着させるとともに、郵便書留等の配達記録が残る方法を利用するものに限る。）をするとともに、入札書に、内訳書を別送する旨の表示、別送する書類の目録、別送する書類のページ数及び発送年月日（郵送する場合に限る。）を記載したファイルを添付すること。

イ 紙入札者は、該当の入札通知書に示す入札期間内に、持参又は郵送により入札書及び内訳書を提出すること。郵送する場合においては、郵便書留等の配達記録が残る方法を用いるとともに、提出方法の詳細について、入札事務関係職員の指示に従わなければならない。

入札書は二重封筒とし、表封筒に開札日、業務名及び入札書が在中している旨を記載すること。

表封筒の中には「入札書」と記載した中封筒、「内訳書」と記載した中封筒を入れる。「入札書」と記載した中封筒には、入札書を入れ、封印等の処理をする。

表封筒の宛名は「舞鶴市役所総務部契約検査室契約課宛」とすること。

ウ 電子入札者及び紙入札者共通事項

入札書提出後は開札の前後を問わず、提出された入札書の書換え、引換え、変更、取消し又は撤回はできない。

（2）入札書に記載する金額

落札決定に当たっては、入札書に記載された金額に本契約に適用される消費税及び地方消費税に相当する額を加算した金額をもって落札金額（当該金額に1円未満の端数があるときは、その端数金額を切り捨てた金額）とするので、入札者は消費税及び地方消費税に係る課税事業者であるか免税事業者であるかを問わず、見積もった金額の消費税及び地方消費税に相当する額を除いた金額を入札書に記載すること。なお、入札書に記入する金額は千円止めとする。千円未満まで記入した入札書も有効とするが、千円未満は切り捨てるものとする。

（3）積算金額の内訳書

ア 予定価格（電子入札においては税込で表示）が事前公表された入札においては、入札書の提出に併せ、内訳書を提出すること。

イ 内訳書の様式は自由であるが、参考資料として金抜設計書が添付されている場合は、記載項目を一致させること。なお、合計金額（消費税込み）は、予定価格以下で作成すること。

また、内訳書の表紙には、業務名、業務番号及び商号（名称）のみを記載すること。

ウ 入札書に記載する金額は、内訳書の価格（消費税相当額を除く合計金額）に対応するようにすること。

エ 内訳書は、参考図書として提出を求めるものであり、入札及び契約上の権利義務を生じるものではない。

（4）無効 次のいずれかに該当する入札は、無効とする。

ア 入札に参加する資格のない者のした入札

イ 入札書提出締切日時までに到達しない入札

ウ 電子署名及び電子証明書のない入札

エ 内訳書の提出が必要な入札案件において、内訳書の提出がない入札及び内訳書の記載のない入札

オ 代表者が変更されているにもかかわらず、変更前の名義人のICカードを使用する等のほか、

ICカードの不正使用等により行った入札

カ 入札に関し連合等の不正行為をした者の入札

キ 予定価格が事前公表された入札において、予定価格を超える価格での入札

ク その他入札に関する条件に違反した入札

（5）辞退 指名を受けた者は、入札を希望しない場合には、入札書提出締切日時に至るまでは、いつでも入札を辞退することができる。この場合、電子入札システムにより辞退届を電子提出しなければならない。（電子入札システムによる入札辞退届の電子提出が困難な場合は、入札辞退届を契約課へ直接持参又は入札事務関係職員が指示する方法により提出を行うこと）

なお、入札を辞退してもこれを理由として以後の指名等について、不利益な取扱いを受けるものではない。また、入札辞退の届出をしないで、入札書提出締切日時までに到着しない場合は当該入札を棄権したものとみなす。

3 入札保証金 免 除

4 契約保証金 免 除

5 部 分 払 無

6 前 払 金 請負金額が200万円以上の場合は請負代金額の3割以内の金額を請求できる。ただし、特記仕様書等に別途定めがある場合はこの限りではない。

7 最低制限価格 無

8 落札者の決定 予定価格の範囲内で最低の価格をもって申込みをした者を落札者とする。

9 入 札 回 数 1回

10 入札の保留 入札の結果、落札率が高い場合は入札を保留する。

11 入札の中止 入札参加者が1人の場合は、入札は行わない。

12 契 約 書 落札者は、契約書を作成し、落札決定通知書に記載する契約書の提出期日（以下「契約締結予定日」という。）に契約書を提出しなければならない。

13 違 約 金 落札者が契約を締結しないときは、落札金額の100分の5相当額の違約金を徴収する。落札者が、落札決定から契約締結日までの期間に、舞鶴市契約に関する暴力団等排除措置要綱に基づく入札参加等除外措置を受けたことにより当該落札を取り消す場合も同様とする。

14 落札等の取消

ア 落札者が、指名通知の日から契約締結予定日までの期間に、本市の参加資格停止措置又は入札参加等除外措置を受けた場合若しくは次のいずれかに該当することとなった場合は、当該指名又は落札を取り消すものとする。

（1）会社法（平成17年法律第86号）第475条又は第644条の規定に基づく清算の開始

（2）破産法（平成16年法律第75号）第18条第1項又は第19条第1項の規定に基づく破産手続開始の申立て

（3）会社更生法（平成14年法律第154号）第17条の規定に基づく更生手続開始の申立て

（4）民事再生法（平成11年法律第225号）第21条の規定に基づく再生手続開始の申立て

イ アの（3）、（4）において会社更生法の規定に基づく更生手続開始の申立て又は民事再生法の規定に基づく再生手続開始の申立てがなされた者であって、更生計画の認可が決定し、又は再生計画の認可の決定が確定したものを除く。

15 そ の 他 市長が紙入札での参加を承諾した入札参加者の、入札書及び内訳書の提出等については、入札事務関係職員の指示に従わなければならない。

契約の締結が平成31年4月1日～平成31年9月30日で、引渡し予定が平成31年10月1日以降となる場合は、工事請負契約書に次の附則を追加するものとする。

附 則

- 1 平成 31 年 9 月 30 日までの前払金、中間前払金、部分払金及び請負代金の算定にあたっては、当該条項中「請負代金」とあるのは「請負代金（請負代金に 110 分の 2 を乗じて得た額を除く。）」として適用する。

平成30年度 雨水ポンプ場実施設計(詳細)業務委託

位置図



入 札 結 果 表

業 務 名		雨水ポンプ場実施設計(詳細)業務委託				
場 所		舞鶴市 字竹屋 地内他				
入 札 年 月 日		2019年8月1日		13:30		
入 札 執 行 場 所		(電子入札システム)				
業 者 名		1	2	3	備考	
1	(株)ウエスコ	50,050,000				
2	(株)NJS	21,800,000			落札	
3	(株)オリエンタルコンサルタンツ	辞退			辞退	
4	(株)極東技エコンサルタント	48,000,000				
5	(株)東京建設コンサルタント	40,000,000				
6	(株)東京設計事務所	辞退			辞退	
7	内外エンジニアリング(株)	49,890,000				
8	日本水工設計(株)	48,672,000				
9	(株)ニュージェック	辞退			辞退	
10	パシフィックコンサルタンツ(株)	26,276,000				

舞下水委第203号

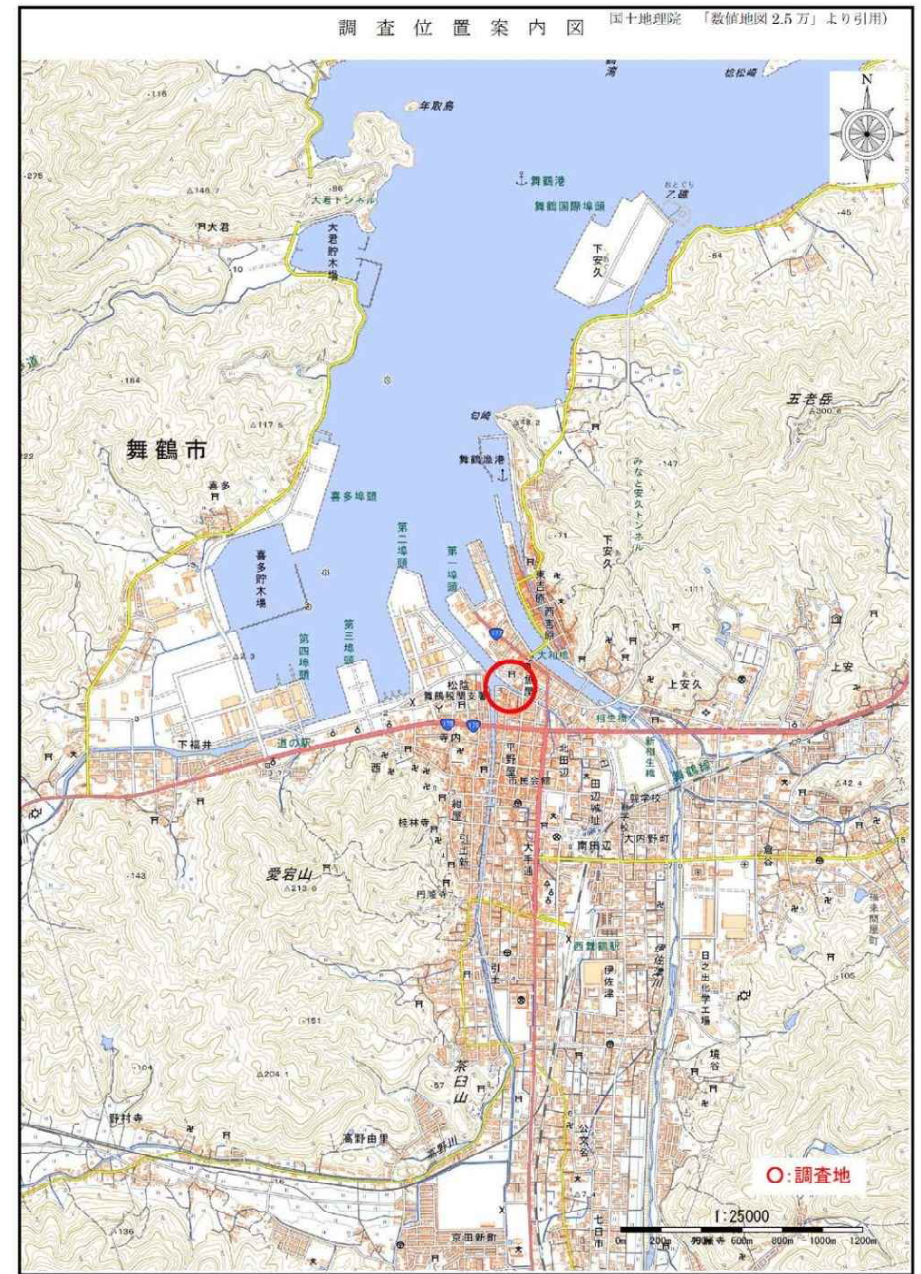
雨水ポンプ場実施設計（詳細）業務委託

土質調査報告書

令和2年3月

京 都 府 舞 鶴 市

 株式会社 NJS



目次

1 業務概要	1
1.1 調査仕様	1
1.2 調査数量	2
2 調査方法	3
2.1 搬入・搬出・仮設	3
2.2 機械ボーリング	3
2.3 標準貫入試験	3
2.4 現場透水試験	3
2.5 孔内水平載荷試験	3
2.6 乱れの少ない試料採取	4
2.7 室内土質試験	4
2.8 使用した機械・器具	10
3 地形・地質概要	11
3.1 地形概要	11
3.2 地質概要	13
4 調査結果	15
4.1 ボーリング調査結果	15
4.2 現場透水試験結果	19
4.3 孔内水平載荷試験結果	20
4.4 室内土質試験結果	21
5 検討・考察	25
5.1 調査地の地層構成について	25
5.2 地盤定数の設定	26

一巻末資料一

- ・ボーリング柱状図
- ・現場透水試験結果
- ・孔内水平載荷試験結果
- ・室内土質試験結果
- ・調査記録写真

1 業務概要

1.1 調査仕様

本地質調査業務は、雨水ポンプ場実施設計（詳細設計）業務委託において、設計・施工に必要とされる基礎資料を得ることを目的とし、ボーリング調査を実施したものである。

1) 業 務 名 雨水ポンプ場実施設計（詳細設計）業務委託

2) 業務場所 舞鶴市字魚屋 地内

3) 調査期間 自) 令和元年 10 月 7 日 至) 令和元年 10 月 21 日

4) 調査内容	機械ボーリング(鉛直方向・φ66～86mm)	2 箇所	計 60m
	標準貫入試験	2 箇所	計 58 回
	現場透水試験	2 箇所	計 2 回
	孔内水平載荷試験	2 箇所	計 2 回
	シンウォールサンプリング	2 箇所	計 2 本
	室内土質試験	一式	
	土粒子の密度試験	2 試料	
	土の含水比試験	2 試料	
	土の粒度試験	6 試料	
	土の液性限界試験	2 試料	
	土の塑性限界試験	2 試料	
	土の一軸圧縮試験	2 試料	
	土の圧密試験	2 試料	

※表 1.2.1 に実施数量表を示す

5) 調査施工 株式会社 NJS
〒541-0056
大阪市中央区久太郎町 4 丁目 1 番 3 号
(TEL) 06-7177-0180 (FAX) 06-7177-0186

1.2 調査数量

地質調査実施数量を以下に示す。

表 1.2.1 地質調査実施数量表

番号		掘進長 (m)	ボーリング工・ノンコア(m)						原位置試験(回)					不攪乱 (本)	室内試験(試料)									
			ボーリング工・ノンコア(m)						標準貫入試験						物理試験					力学試験				
			孔径φ86mm			孔径φ86mm			標準貫入試験						物理試験					力学試験				
			粘土・シルト	砂・砂質土	礫混り土砂	粘土・シルト	砂・砂質土	礫混り土砂	粘土・シルト	砂・砂質土	礫混り土砂	現場透水試験	孔内水平載荷試験		サンプリング用シリング	土粒子の密度	土の含水比	土の粒度 1 (液限) 2 (ふるい)	土の液性限界	土の塑性限界	一軸圧縮	圧密		
1	30.00	7.35	1.10	11.55	6.10	3.55	0.35	13	4	12	1	1	1	1	1	4	1	1	1	1				
2	30.00	0.70	0.85	10.45	12.05	4.25	1.70	14	4	11	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1				
計	60.00	8.05	1.95	22.00	18.15	7.80	2.05	27	8	23	2	2	2	2	2	4	2	2	2	2				

※No.1はシンウォールサンプリング上端まで(10m)φ86mmとし、以深はφ66mmで計上した。

※No.2は現場透水試験上端まで(18m)φ86mmとし、以深はφ66mmで計上した。

ボーリング工(仮設等)				
番号	足場仮設 (箇所)	環境保全 (箇所)	調査孔閉塞 (箇所)	交通誘導員B (人日)
	平地地足場 (0.3m以下)	仮囲い		
1	1	1	1	0
2	1	1	1	0
計	2	2	2	0

2 調査方法

本業務では、2ヶ所の機械ボーリングを行った。試錐に併行し、各原位置試験およびサンプリングを実施した。以下にこれらの基準・作業方法を記す。

2.1 搬入・搬出・仮設

資機材の搬入出は、現地までクレーン付き 3tトラックで運搬した。足場仮設は平坦地足場とした。

2.2 機械ボーリング

ボーリング調査は、ロータリー式試錐機を用いて実施した(図 2.2.1 参照)。
掘削はコアボーリングとし、地下水を確認するまで原則無水掘削を実施し、安定した地下水位を確認した。
掘削に際して、孔壁が崩落する恐れがある場合は、ケーシングチューブ、ペントナイト安定液等により適切な孔壁保護を行った。
掘削孔径は、φ86mm～φ66mm とし、調査終了後、ボーリング孔は閉塞して現況回復を行った。

2.3 標準貫入試験

地盤の硬軟・緊密度および土質を知るために、JIS A 1219：2013 に準じて地盤面より 1m 毎に標準貫入試験を実施した(図 2.3.1 参照)。
落下方式は半自動落下装置を使用して自由落下とし、本打ちの打撃回数は、60 回を上限とした。
なお、これらの採取した試料を整理して標本箱に収めた。

2.4 現場透水試験

現場透水試験は、基礎地盤(透水層)の透水性を把握するために実施した。この試験により、地盤の透水係数を求めることができる(図 2.4.1 参照)。
試験方法は、地盤工学会基準 JGS 1314-2012 に準じて行った。試験方法には、「定常法」と「非定常法」の 2 通りあり、地盤の透水状況に応じて使い分けする。
本調査では、「非定常法」を採用した。

2.5 孔内水平載荷試験

孔内水平載荷試験は、地盤の水平方向の変形特性を把握するために行うものであり、ボーリング孔を利用して JGS 1531-2012 に基づき実施した。この試験により、地盤の変形係数、地盤係数及び弾性係数等を求めることができる。

試験方法は、対象地盤の硬さ、種別により低圧载荷方法と高圧载荷方法の2種類に大別される。本調査では、土質およびN値の分布状況により低圧载荷（普通载荷）法とし、測定器は1室型のLLTを用いた(図 2.5.1 参照)。

2.6 乱れの少ない試料採取

乱れの少ない試料採取は、地盤工学会基準 JGS 1221-2012～1223-2012 に準じて行った(図 2.6.1 参照)。

粘性土を対象とした試料採取は、軟弱な粘性土を対象とした「シンウォールサンプリング」と、硬質な粘性土を対象とした「デニソンサンプリング」があり、採取する粘性土の硬さにより使い分けられる。砂質土を対象とした試料採取方法は、「トリプルサンプリング」である。

本調査では、粘性土の硬さに応じて、シンウォールサンプラーを用いた。

2.7 室内土質試験

室内土質試験は、原則として JIS 規格に準拠して試験を行った。
試験仕様は次のとおりである。

- 【物理試験】
- (1)土粒子の密度試験

JIS A 1202:2009
- (2)土の含水比試験

JIS A 1203:2009
- (3)土の粒度試験

JIS A 1204:2009
- (4)土の液性限界試験

JIS A 1205:2009
- (5)土の塑性限界試験

JIS A 1206:2009

- 【力学試験】
- (1)土の一軸圧縮試験

JIS A 1216:2009
- (2)土の段階载荷による圧密試験

JIS A 1217:2009

1.概要

調査ボーリングには、掘削方法によってロータリー式機械ボーリング、オーガーボーリング、パーカッション式ボーリングなどの種類がある。通常地盤調査には、ロータリー式機械ボーリングのスピンドル型(掘削能力 50～100m)が用いられ、給進方式によりハンドフィード型(人力)とハイドロリックフィード型(油圧)に区分される。近年では操作性の良さからハイドロリックフィード型が普及し、浅い地盤から深い地盤まで用いられている。

以下にボーリング方法の種類を示す。

調査ボーリング方法の種類			
分類名称	掘進方法	地層の確認	適用地盤
ロータリー式ボーリング	コアボーリング	ロッドの先端のコアパレルを回転してコアを採取	採取コアの観察 岩盤に最適、礫や玉石は不適
	ノンコアボーリング	ロッドの先端のビットの回転により地盤を破砕	掘進速度と掘り屑、ロッド振動 土から岩まで適、巨礫や玉石は不適
	ワイヤーライン式ボーリング	ワイヤーラインロッドを回転し、コアパレルにコアを採取	掘進速度と掘り屑、採取コア 土から岩盤まで適、礫や玉石は不適
オーガーボーリング	オーガーを回転させながら圧入、人力または機械式	掘り出した採取試料の観察	粘性土、シルト、湿った砂に適
パーカッション式ボーリング	重いビットを上下させて地盤を破砕	掘進速度と掘り屑（地層境界の判別は、一般的には困難）	土と亀裂性岩盤に適、軟弱地盤は不適

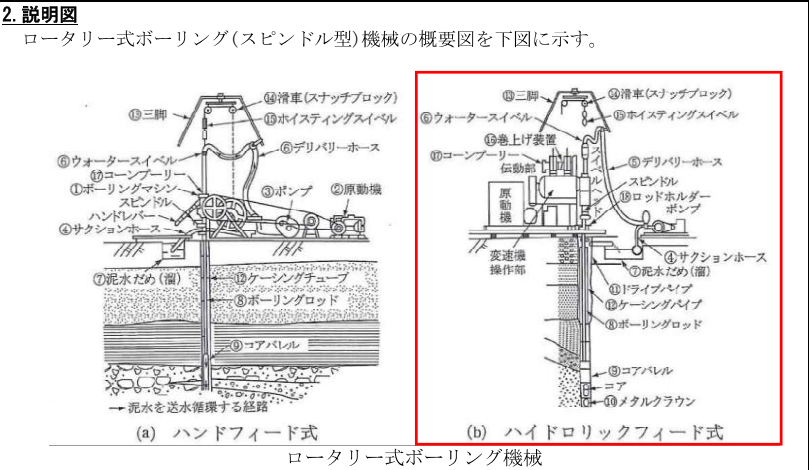


図 2.2.1 調査ボーリング概要図

孔内水平載荷試験は、ゴムチューブまたは載荷板を備えた孔内ジャッキを拡張させて孔壁面を加圧し、そのときの圧力と孔壁面の変位量を測定することによって、地盤の強さ、変形特性を求める試験である。

本試験は、ボーリング孔壁面が滑らかで自立する地盤を対象としており、砂礫地盤や軟弱粘土地盤など孔壁が自立しにくく乱れやすい地盤においては、試験が実施できても結果の評価が困難な場合がある。

試験方法としては種々の形式のものが開発されているが、JGS1531-2012「地盤の指標値を求めるためのブレッシャー試験」、JGS3531-2012「地盤の物性を評価するためのブレッシャー試験」、JGS3532-2012「ボアホールジャッキ試験法」として基準化されており、いずれの方法も測定結果には特に差異はない。

- ① JGS1531-2012：測定管が1室または3室のゴムチューブ製測定用セルで構成される試験機。
- ② JGS3531-2012：測定管がゴムチューブに覆われた加圧部とカップリングからなる試験機。
- ③ JGS3532-2012：円筒型の測定管の一部が金属製の載荷板で構成される試験機。

JGS1531-2012 および JGS3532-2012 の試験方法は、測定管によりボーリング孔壁面を段階的に加圧する。各圧力段階では一定圧力を一定時間保持し、そのときの圧力と変位量を測定する。

JGS3531-2012 の試験方法は、連続的な単調載荷を基本とし、必要に応じて除荷・再載荷のループを含めた繰り返し載荷を行う。

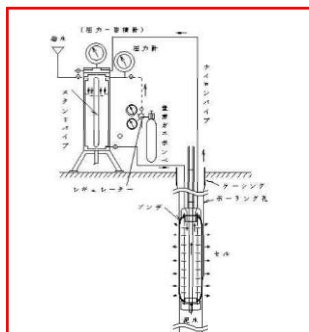
以下に試験手順を示す。



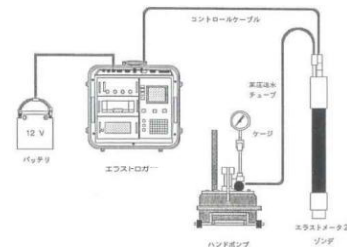
測定結果は、荷重圧力 P と変位量 r の関係をプロットし、その中の直線区間の勾配 $\Delta P / \Delta r$ に注目し、各試験器による特性値より補正し、横方向地盤反力係数 K 値、変形係数 E 値、あるいは降伏圧 P_y などを決定する。

2. 説明図

当社で通常使用している測定器の概要図を下図に示す。



JGS1531-2012 低圧載荷対応: LLT



IGS3531-2012 高圧载荷対応：エラストマー-2

図 2.5.1 孔内水平載荷試験概要図

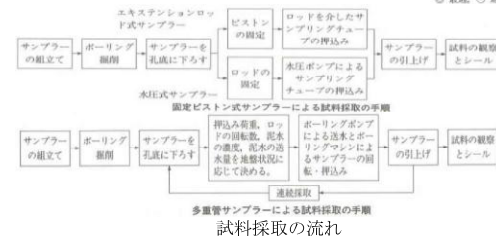
1. 概要

土の試料採取の方法としては、大別してボーリング孔を利用しないものと、利用するものに分けられる。また、採取する土の種類、硬さ等により試料採取方法は異なる。

以下に現在基準化されている試料採取の方法を示す。

基準化されたサンプラーの構造と適用地盤の関係

サンプラーの種類	構造	地盤の種類											
		粘性土				砂質土				岩盤			
		軟弱	中硬	堅固	超硬	軟弱	中硬	堅固	超硬	軟弱	中硬	堅固	
		N値の目安											
		0-4	4-8	8以上	10以下	10-30	30以上	30以上	30以上				
固定式ポンプ式 チェーン・スクリュー サンプラー	単管	○	○	○									
	表圧式	●	○	○									
ロータリー式二重管サンプラー	二重管	○	○	○	○								
ロータリー式三重管サンプラー	三重管	○	○	○	○	○							
ロータリー式スリーブ内蔵二重管サンプラー	二重管	○	○	○	○	○	○						
ブロッサムサンプリング	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
ロータリー式チューブサンプラー	多重管			○							○		



2. 説明図

ボーリング孔を利用した代表的な試料採取方法を下図に示す。

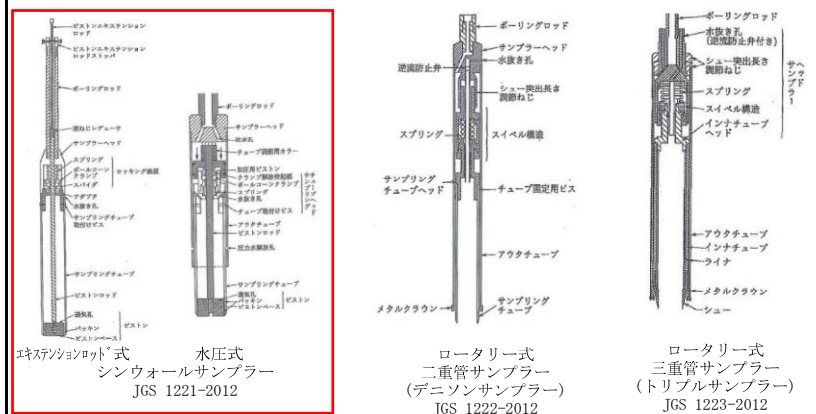


図 2.6.1 乱れの少ない試料採取 サンプラー概要図

2.8 使用した機械・器具

本調査で使用した主な機械・器具を下表に示す。

表 2.8.1 主な使用機械・器具一覧表

機械・器具名	形 式	数 量	単 位	備 考
ボーリングマシン	YBM-05	1	台	YBM
ボーリングポンプ	GP-5	1	台	YBM
ボーリング用エンジン	NFAD-10	1	台	ヤンマーデ [®] ィーゼ [®] ル
標準貫入試験器具	半自動落下式	1	式	JIS A 1219 : 2013
水 位 計	ロープ式水位計	1	台	アルファ工学
サンプリング	シンウォールサンプラー	1	組	JGS 1221-2012
孔内水平載荷試験	孔内水平載荷試験器(LLT)	1	台	JGS 1531-2012 応用地質
仮 設 材 料	単管、クランプ、足場板等	1	式	
そ の 他	コアチューブ・ロッド メタルクラウン ケーシング 等	1	式	

3 地形・地質概要

3.1 地形概要

調査地は、舞鶴市宇魚屋地内であり、静溪川と高野川の合流点付近である。本調査地域は、舞鶴西港に流れる高野川河口にあたり、この川が流れ込む舞鶴湾は大浦半島をはじめとする複雑なリアス式地形を成している。

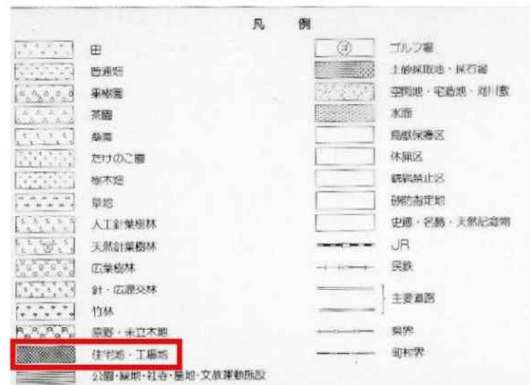
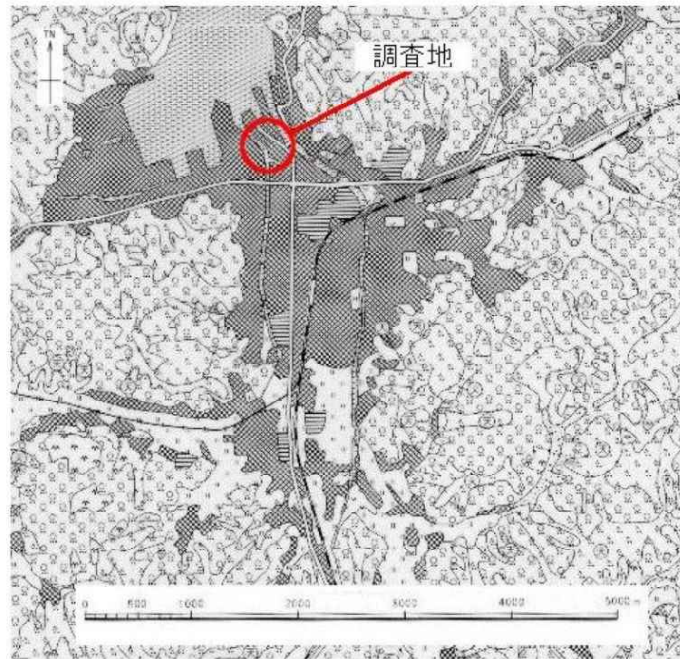
南部には仙石山や弥仙山等の標高 300～600m 程度の小起伏地～山地があり、これを流れる伊佐津川や高野川による低位段丘や谷底平野、氾濫平野、自然堤防が縦 5km ×横 5km 程の狭い範囲に河川に沿って見られる。図 3.1.1 の地形分類図によると、調査地は谷底平野・氾濫平野Ⅰに相当する地形からなるものと考えられる。

低地部の大半は住宅地、市街地となっており、高野川上流部や湿地であった南部の伊佐津川沿いを農耕地と利用している。それ以外の地域には山地が広がっている(図 3.1.2)。この図において、調査地は「住宅地・工場地」に分類される。



出典：1/50,000 土地分類基本調査（地形分類図）「舞鶴・丹後由良」京都府（1990）を加工

図 3.1.1 調査地周辺における地形分類図



出典：1/50,000 土地分類基本調査（地形分類図）「舞鶴・丹後由良」京都府（1990）を加工

図 3.1.2 調査地周辺の土地利用現況図

3.2 地質概要

調査地付近の地質は、基盤岩である古生代から中生代三畳紀の堆積岩類と貫入火山岩類、被覆層である第四紀更新世の段丘堆積層（洪積層）および第四紀完新世の沖積層によって構成されている。

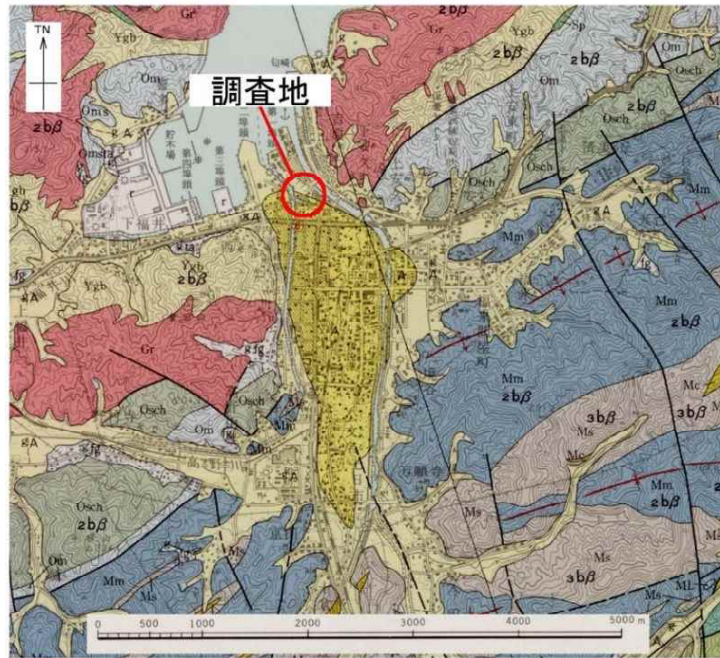
図 3.1.2 に調査地周辺の地質図を示す。

調査地は、西南日本内帯の舞鶴帯に属す。舞鶴帯は古生代から中生代三畳紀に形成された付加体であり、形成時代の古い方から大浦層（泥岩、輝緑凝灰岩）、舞鶴層群（砂岩、泥岩）、難波江層群（砂岩、泥岩）と呼ばれる。また、これらの舞鶴帯構成層に貫入する花崗岩質岩を主体とする夜久野北帯、輝緑岩、斑レイ岩を主体とする夜久野南帯が見られる。本調査地域では、これらの舞鶴帯付加体堆積物と貫入火山岩類を基盤岩とする。

被覆層は、洪積層と沖積層に大別される。洪積層は、基盤岩を起源とする砂岩や泥岩、火山岩類の礫等が中位河岸段丘の礫質堆積物として堆積する。

洪積層を覆う沖積層は、伊佐津川や高野川の河川堆積物（砂～礫層）や後背湿地性粘土の他、舞鶴湾に面した海岸平野に堆積した海生粘土及びこれを覆う砂層からなる。

図 3.2.1 を参考にすると、本業務調査地には砂または礫がら堆積物からなる沖積層が堆積している。ただし、この図では由良川下流域の氾濫原の粘土層を除く、後背湿地の粘土層は表現されていない。



出典：1/50,000 土地分類基本調査（地形分類図）「舞鶴・丹後由良」京都府（1990）を加工

図 3.1.2 調査地周辺の地質図

4 調査結果

4.1 ボーリング調査結果

本業務では、図 4.1.1 に示す位置にて標準貫入試験を伴うボーリング調査を 2 箇所行った。

ボーリング調査の結果詳細については、採取した標準貫入試験試料の観察によりボーリング柱状図を作成し、巻末に収めた。

表 4.1.3 に今回ボーリング範囲の地層構成状況(地層区分、分布深度、平均 N 値)の詳細を記す。なお、ボーリング柱状図及び調査結果に示す N 値と相対密度及びコンシステンシーの関係は表 4.1.1～4.1.2 に準じている。

表 4.1.1 N 値と砂の相対密度の関係(Terzaghi and Peck)

N 値	相対密度 (Terzaghi and Peck)	現場判別法
0～4	非常に緩い(very loose)	鉄筋が容易に手で貫入 ショベル(スコップ)で掘削可能
4～10	緩い(loose)	鉄筋を 5 ポンドハンマで打ち込み容易
10～30	中ぐらい(medium)	同上、30cm 程度貫入
30～50	密な(dense)	同上、5～6cm 貫入、掘削につらはし必要、 打ち込み時金属音
>50	非常に密な(very dense)	

注)鉄筋は $\phi 13\text{mm}$

出典：「地盤調査の方法と解説」社団法人 地盤工学会（平成 25 年 3 月）

表 4.1.2 コンシステンシー、 N 値及び一軸圧縮強さの関係

N 値	q_u (kN/m ²)	コンシステンシー
0～2	0.0～24.5	非常に柔らかい
2～4	24.5～49.1	柔らかい
4～8	49.1～98.1	中位の
8～15	98.1～196.2	硬い
15～30	196.2～392.4	非常に硬い
30～	392.4～	固結した

出典：「地盤調査の方法と解説」社団法人 地盤工学会（平成 25 年 3 月）

ボーリング調査の結果、調査地に分布する地層は、図 4.1.2 の「地層推定断面図」に示すように、上部より盛土(B)、沖積層の砂質土(As1・As2)、粘性土(Ac1・Ac2)、洪積層の礫質土(Dg)が分布する。

地層区分にあたっては、既往調査報告書を参考とした。なお、既往調査報告書の中には、Dg 層の最上部(深度 25m 付近まで)を沖積層の基底礫層として取り扱っているものもあるが、今回の調査結果では、 N 値や土性状況から明瞭に沖積層と洪積層を区

することが出来なかったため、砂礫層の最上部から洪積層とした。各地層は、連続が良く、概ね水平に堆積している。

表 4.1.3 調査地の地層状況

地質時代		地層名	地層記号	分布深度 (GL-m)		主な構成土質・岩種	分布N値
現世	盛土		B	No.1	0.00-2.50	砂礫・礫混り粘土質砂	2～4
				No.2	0.00-1.70	粘土混り砂礫	3
新生代第四紀	完新世	沖積層	As1	No.1	2.50-3.90	シルト質砂	1
				No.2	1.70-4.60	シルト質砂	1～2
		第1粘性土層	Ac1	No.1	3.90-17.35	砂質シルト・シルト質粘土	1～2
				No.2	4.60-16.65	シルト質粘土	1～2
		第2砂質土層	As2	No.1	17.35-18.45	礫混りシルト質砂	9
				No.2	16.65-18.85	砂・礫混りシルト混砂	12～16
		第2粘性土層	Ac2	No.1	—	—	—
				No.2	18.85-19.55	シルト質粘土	4
	更新世	洪積層	Dg	No.1	18.45-30.50	砂礫・粘土混り砂礫	21～60/20
				No.2	19.55-30.50	粘土混り砂礫・シルト混り砂礫	13～55

地下水位の分布状況を以下に示す。No.1 地点では GL-0.45m、No.2 地点では GL-0.87m に確認された。

今回確認され自然地下水位は、GL-0.45～0.85m(標高 H=0.38m～-0.07m)に分布し、隣接する静溪川の河川水位にほぼ一致している。調査地点は、静溪川の河口付近であり、潮位変動に伴って河川水位も変動していて、河川水位の変動に応じて周辺の地下水位も変動するものと考えられる。

表 4.1.4 孔内水位一覧表

Bor.No.	孔口標高 (H=m)	孔内水位		備 考
		(GL-m)	(H=m)	
1	0.83	0.45	0.38	GL-1.00m まで無水掘り後に確認
2	0.78	0.85	-0.07	GL-1.00m まで無水掘り後に確認

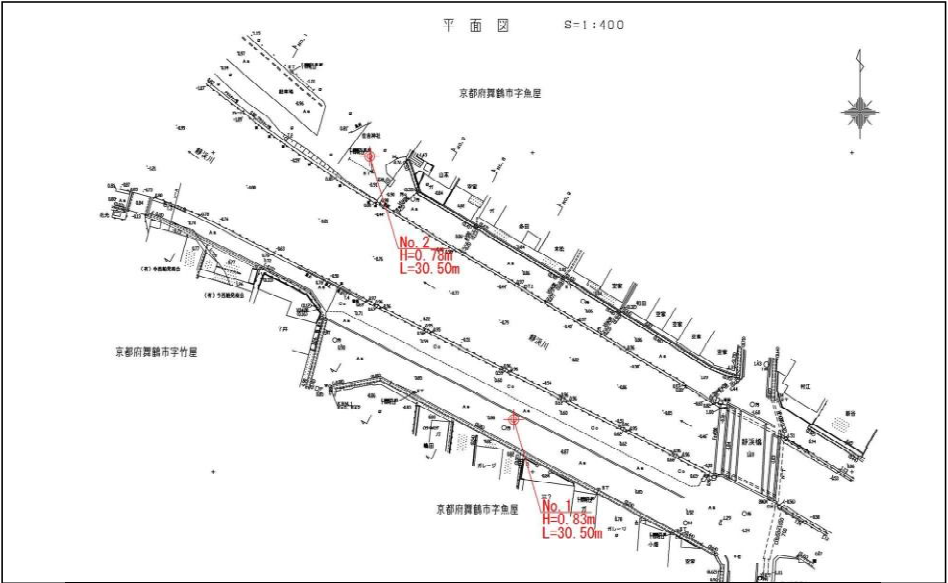


図 4.1.1 調査位置平面図(S=1:400)

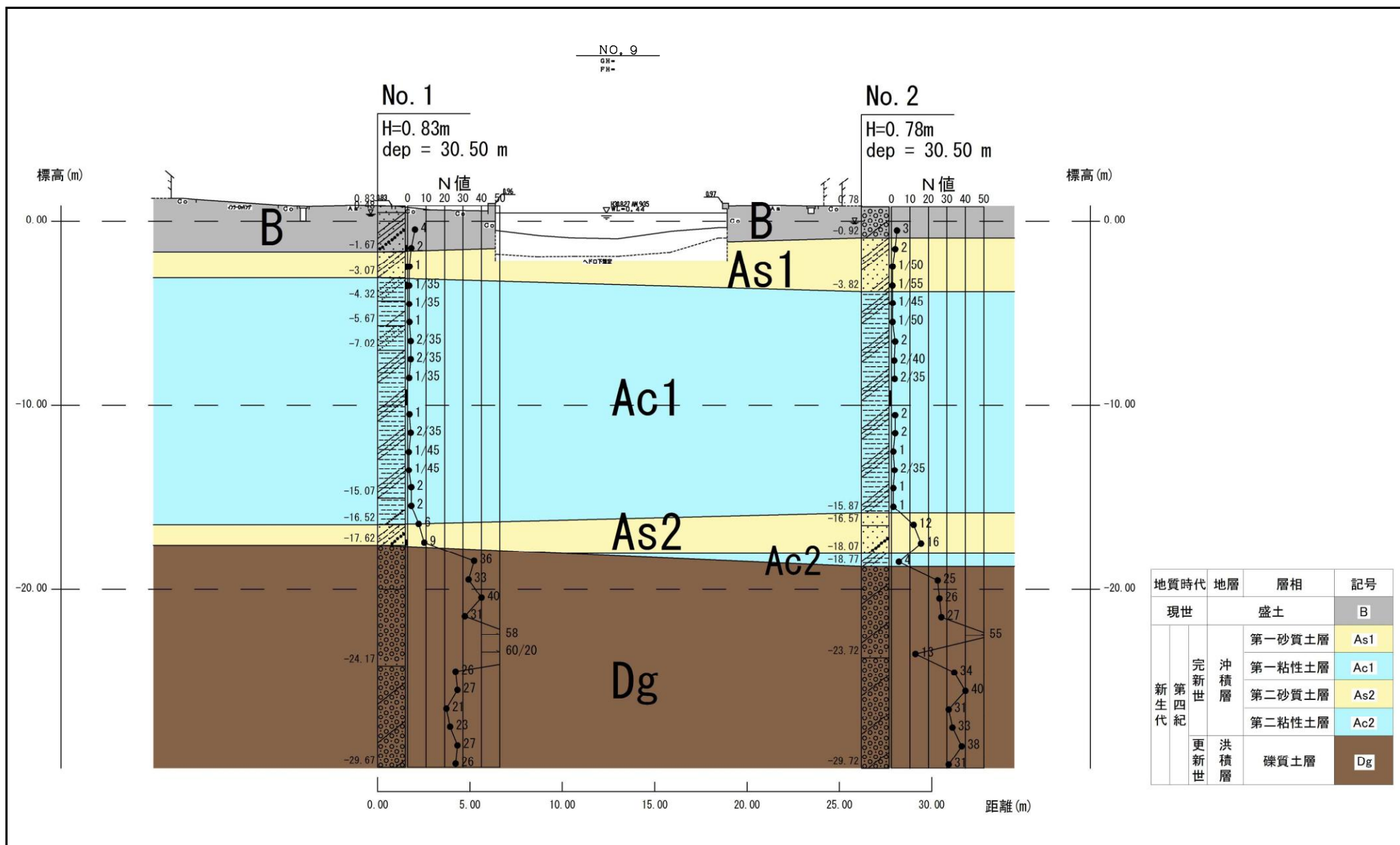


図 4.1.2 地層推定断面図(S=1:200)

4.2 現場透水試験結果

現場透水試験は、土の透水係数を得るため、ボーリング孔を利用し現場透水試験を行った。試験方法は、非常定法(回復法)により行った。

試験記録は巻末資料に収めたが、現場透水試験結果をまとめると表 4.2.1 のとおりである。

表 4.2.1 現場透水試験結果

Bor. No.	試験深度 (GL-m)	土質名 (地層)	近傍 N 値	平衡水位 (GL-m)	現場透水係数 k (m/sec)
No.1	3.00-3.50	シルト質砂 (As1)	1	0.45	2.48×10^{-6}
No.2	18.00-18.50	礫混りシルト混り砂 (As2)	16	0.35	4.60×10^{-5}

今回試験を行った地層は、沖積層の砂質土層(As1・As2)である。As1 層の現場透水係数は $k=2.48 \times 10^{-6}$ (m/sec)である。As2 層の現場透水係数は $k=4.60 \times 10^{-5}$ (m/sec)である。一般的な土質と透水係数の関係として表 4.2.2 がある。本表から透水係数を参考とすると、現場透水試験区間の土の種類は『砂-シルト-粘土混合土』で、透水性は『低い』と評価される。

As1 層は盛土直下に分布する不圧帯水層であり、平衡水位は自然地下水位とほぼ一致している。As2 層は、Ac1 層下位の帯水層で、被圧帯水層である。平衡水位は、GL-0.35m で自然地下水位とほぼ同等ないし若干上回る水頭を有する。

表 4.2.2 土質と透水係数

透水係数 k (m/s)													
10 ⁻¹¹		10 ⁻¹⁰	10 ⁻⁹	10 ⁻⁸	10 ⁻⁷	10 ⁻⁶	10 ⁻⁵	10 ⁻⁴	10 ⁻³	10 ⁻²	10 ⁻¹	10 ⁰	
透水性		実質上不透水		非常に低い		低い		中位		高い			
対応する土の種類		粘性土 [C]		微細砂, シルト, 砂-シルト-粘土混合土 [SF] [S-F] [MI]				砂および礫 [GW] [GP] [SW] [SP] [G-M]			清浄な礫 [GW] [GP]		
透水係数を直接測定する方法		特殊な変水位透水試験		変水位透水試験				定水位透水試験		特殊な変水位透水試験			
透水係数を間接的に推定する方法		圧密試験結果から計算			なし			清浄な砂と礫は粒度と間隙比から計算					

出典：「地盤材料試験の方法と解説―二分冊の1―」社団法人 地盤工学会(平成 21 年 11 月)

4.3 孔内水平載荷試験結果

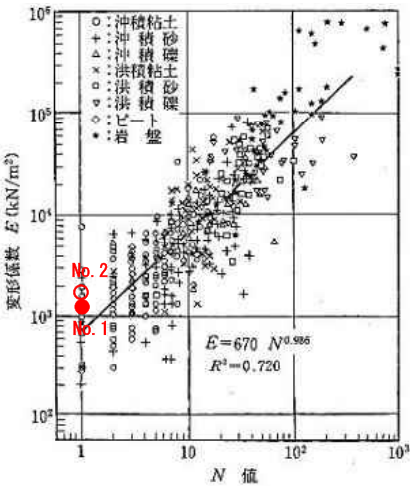
孔内水平載荷試験は、地盤の地盤係数と変形係数を得るために実施したものであり、普通載荷法(低圧)にて行った。試験結果の詳細は巻末に収め、表 4.3.1 に試験結果をまとめた。

表 4.3.1 孔内水平載荷試験結果一覧表

Bor. No.	試験深度 (GL-m)	地層	近傍 N 値	土質名	静止土圧 P ₀	降伏圧 P _y	地盤係数 K	変形係数 E	N 値との相関
					(kN/m ²)	(kN/m ²)	(kN/m ³)	(kN/m ²)	
No.1	6.50	Ac1	1	砂質シルト	50.5	112.2	23,720	1,275	1,275
No.2	6.50	Ac1	1	シルト質粘土	10.1	118.2	34,030	1,847	1,847

孔内水平載荷試験と標準貫入試験との関係については、従来から両者を比較した例は多く、一般的に図 4.3.1 のように、 $E \approx 400 \sim 1,000 N(kN/m^2)$ の範囲で、地盤材料に関わらず平均 $700 N(kN/m^2)$ という関係が近似的に成立している。

今回試験を実施した地層は、いずれも N=1 の沖積粘性土層(Ac1)である。今回の試験結果における N 値と変形係数の関係は、 $E \approx 1,275 \sim 1,847 N(kN/m^2)$ で一般的な相関に比べ大きめの値を示す。



出典：「地盤調査の方法と解説」(社) 地盤工学会(平成 25 年 3 月)

図 4.3.1 孔内載荷試験より得られた変形係数と N 値との関係

4.4 室内土質試験結果

室内土質試験は、沖積粘性土層(Ac1)で採取したシンウォールサンプリング試料と、標準貫入試験試料を用いて行った。各試験結果の詳細なデータについては巻末に整理した。ここでは試験結果をまとめ、各試験項目別にその特性について述べる。

表 4.4.1 室内土質試験結果一覧表

試料番号	No.1						No.2
	1P-1	1P-2	1P-3	1Tw-1	1P-4		Tw-1
(試料採取深さ GL-m)	2.15~2.45	3.15~3.45	4.15~4.50	10.00~10.80	18.15~18.45		10.00~10.80
地層記号	B	As1	Ac1	Ac1	As2		Ac1
一般							
土粒子の密度 ρ_s g/cm ³	2.725	2.760	2.710	2.647	2.776		2.641
自然含水比 W _n %				61.4			62.6
粒							
石分 (75mm以上) %							
礫分 ¹⁾ (2~75mm) %	28.9	11.3	13.7	0.0	22.9		0.0
砂分 ¹⁾ (0.075~2mm) %	45.1	51.3	8.5	2.8	42.0		1.8
シルト分 ¹⁾ (0.005~0.075mm) %	13.2	20.9	37.2	36.5	15.0		42.5
粘土分 ¹⁾ (0.0025mm未満) %	12.8	16.5	40.6	60.7	20.1		55.7
最大粒径 mm	19	19	19	0.850	9.5		2
均等係数 U _c	407	95.5	-	-	-		-
曲率係数 U _{c'}	4.85	1.95	-	-	-		-
20 % 粒径 D ₂₀ mm	0.019	0.0075	-	-	0.0050		-
50 % 粒径 D ₅₀ mm	0.52	0.15	0.0098	0.0030	0.220		0.0039
液性限界 W _L %		30.1	73.3	76.1	28.2		76.8
塑性限界 W _p %		20.4	33.9	34.2	18.4		32.0
塑性指数 I _p		9.7	39.4	41.9	9.8		44.8
シアー							
コンシステンシー指数 I _c				0.4			0.3
分類							
地盤材料の分類名	粘性土質 礫質砂	礫まじり 粘性土質砂	砂礫まじり粘土 (高液性限界)	粘土 (高液性限界)	粘性土質 礫質砂		粘土 (高液性限界)
分類記号	(SCsG)	(SCs-G)	(CH-SG)	(CH)	(SCsG)		(CH)
圧							
試験方法				段階載荷			段階載荷
圧縮指数 C _c				0.70			0.86
密							
圧密降伏応力 p _c kN/m ²				112			129
一軸圧縮							
一軸圧縮強さ q _u kN/m ²				58.6・53.9			60.9・61.6
破壊ひずみ ϵ_f %				4.85・4.68			5.44・4.04
変形係数 E ₃₀ MN/m ²				2.6・2.8			2.8・3.1
鋭敏比 S _i				9.7・9.0			8.6・8.7

＜土粒子の密度＞

土粒子の密度は、その土に含まれる鉱物や有機物の種類や量などによって定まる値で、間隙比・飽和度等の値を求める時に用いられる基本定数である。一般に無機質土を構成する土粒子の密度は、 $\rho_s=2.50\sim2.75(\text{g}/\text{cm}^3)$ の範囲にある。

試験結果は、 $\rho_s=2.641\sim2.776(\text{g}/\text{cm}^3)$ を示し、概ね一般的な無機質土の密度の範囲にある。

＜自然含水比＞

土の自然含水比は、粒度組成・圧密状態・混入物等によって変化する値で、その土が現在受けている応力状態等を反映した自然状態を表している。一般的な土の含水比は、沖積粘性土で W_n=50~80 (%)、洪積粘性土で W_n=30~60 (%)、砂質土・礫質土で W_n=10~30(%)の範囲にある。

試験結果は、W_n=61.4~62.6%であり、沖積粘性土の一般値の範囲内の値となっている。

＜土の粒度＞

粒度組成は、その土を構成する各種粒径の土粒子の割合を表すもので、粘性土、砂質土、礫質土等の土の判別分類に利用される。

各層の粒度組成の範囲および分類名は表 4.4.1 に示すとおりであり、試験結果より粒径加積曲線図を図 4.4.1 に示す。

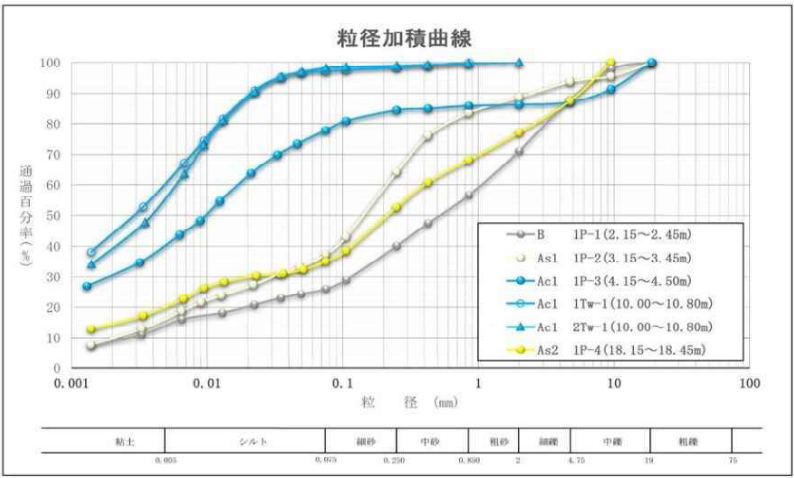


図 4.4.1 粒径加積曲線図

＜土の液性限界・塑性限界＞

液性限界(W_L)・塑性限界(W_P)は、土のコンシステンシーを表す重要な値で、圧密特性等とも関係づけられている。沖積粘性土の一般的な値は $W_L=30\sim130(\%)$ ・ $W_P=20\sim60(\%)$ である。洪積粘性土では $W_L=35\sim90(\%)$ ・ $W_P=20\sim50(\%)$ である。

試験結果は、 $W_L=76.1\sim76.8(\%)$ 、 $W_P=32.0\sim34.2(\%)$ であり、沖積粘性土の一般値の範囲内の値を示している。

コンシステンシー特性を評価する値としてコンシステンシー指数 (I_c) がある。

I_c は、細粒土の硬軟の程度を示すが、軟弱土については流動に対する抵抗と考えられ、粘性土の相対的な硬さ及び安定度を意味する。

I_c は、液性限界と自然含水比との差と、塑性指数との比であり、次式で表される。

$I_c \geq 1$ である場合には、自然含水比が塑性限界に近い、あるいはそれ以下という事になり、比較的な状態にあるという事を意味している。 $I_c=0$ である場合には、自然含水比が液性限界に近く、このような土を乱せば液状を呈する可能性が高く、著しく不安定化する危険性のある事を示唆している。

今回の試験結果から I_c を求めると、 $I_c=0.3\sim0.4$ である。上記のとおり、試験を実施した試料は自然含水比が液性限界に近い状態である。

$$I_c = \frac{W_L - W_n}{IP} = \frac{W_L - W_P}{W_L - W_P} \quad (\text{式 4.4.1})$$

＜一軸圧縮強度＞

一軸圧縮強さ qu と三軸圧縮試験から得られる粘着力 c の関係は $c=qu/2$ で与えられる。一般に、沖積粘性土の N 値と一軸圧縮強度 qu の関係は、 $qu=12.5N(kN/m^2)$ 程度の関係にあるとされている。また、一般に $N>4$ の粘性土において、 $qu=25N\sim50N(kN/m^2)$ の関係が与えられている。

今回の試験値は、平均 $qu=56.25\sim61.25(kN/m^2)$ であった。サンプリング実施深度付近の N 値は $N=1$ であり、上記を参考とすると、一般的な N 値との相関に比べ大きめの値を示していると言える。

＜圧密特性＞

圧密試験は、三軸圧縮試験と同深度のサンプリング試料を用いて行った。圧密特性値の一つである圧密降伏応力 P_c は、粘性土が弾性的な圧密挙動を示す過圧密領域から塑性的な圧密挙動を示す正規圧密領域に移行する境界応力である。圧密降伏応力 P_c は、堆積年代の比較的新しい沖積粘性土では、ほぼ過去に受けた最大応力(先行圧密応力)に等しいが、洪積粘性土では、応力の履歴と共に遅延圧縮や時間効果などのために、それよりも大きな値を示すこともある。

過圧密の度合いを示す指標に過圧密比 OCR がある。過圧密比 $OCR=P_c/P_o$ であら

わされる。今回圧密試験を実施した地層は、深度 10m 付近の沖積粘性土層(Ac1)である。圧密降伏応力 P_c は、 $P_c=112\sim129(kN/m^2)$ で、試験結果から OCR を求めると、 $OCR=1.56\sim1.68$ を示し、正規圧密状態に近い軽い圧密地盤と評価される。

$$OCR = \frac{P_c}{P_o} \quad (\text{式 4.4.2})$$

ここに、 OCR : 過圧密比、 P_c : 圧密降伏応力(kN/m^2)、 P_o : その深度における有効土被り荷重

$OCR=1$: 正規圧密状態 $OCR=1\sim2$: 軽い圧密地盤

$OCR=2\sim8$: 過圧密地盤 $OCR=8$ 以上 : 強い過圧密地盤

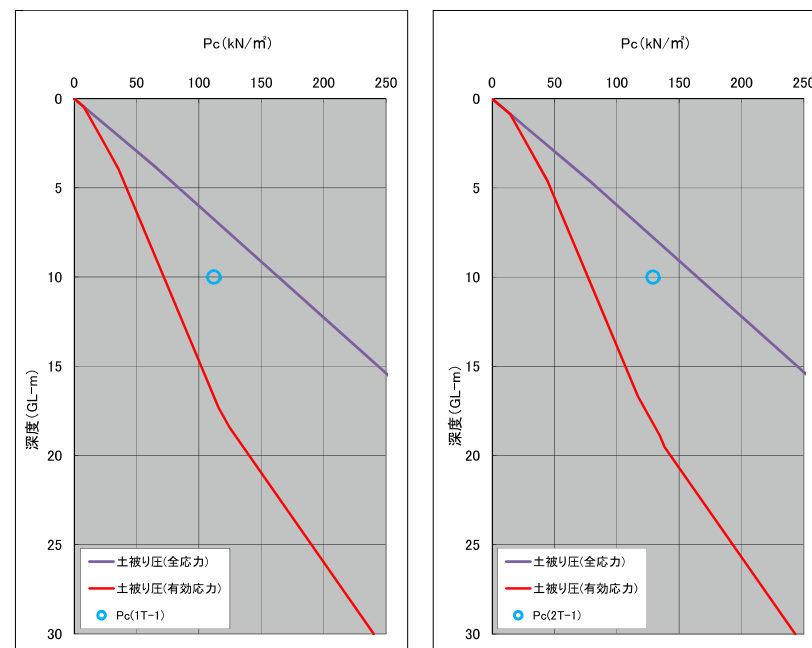


図 4.4.2 土被り圧と P_c の関係図

5 検討・考察

5.1 調査地の地層構成について

ボーリング調査結果から、調査地を構成する地層は、表 5.1.1 のように区分される。最上部の盛土は、No.1 地点は田圃の耕作土で No.2 地点は河川の堤体盛土である。自然地盤の未固結土層は、沖積層で、上位より粘性土層(Ac)と礫質土層(Ag)が分布する。No.1 地点では、粘性土層(Ac)は薄く砂質土層(As)を介在する。沖積層の下位は基盤岩が分布し、中生代白亜紀の三波川結晶片岩類である泥質片岩(DH～CL 級)を確認した。

地下水位の分布状況は、No.1 地点では GL-0.25m、No.2 地点では GL-3.05m に地下水位を確認した。地下水位は、標高 H=3.98～3.99m に分布し、隣接する亀ノ川の河川水位に近似しており、河川水位の影響を受けているものと考えられる。

表 5.1.1 調査地の地層状況

地質時代	地層名		地層記号	分布深度 (GL-m)		主な構成土質・岩種	分布 N値
現世	盛 土		B	No.1	0.00-0.50	砂混り粘土(耕作土)	3
				No.2	0.00-3.70	粘土混り砂礫	3～12
新生代 第四紀 完新世	沖積層	粘性土層	Ac	No.1	0.50-3.55	粘土・シルト質粘土	0～2
				No.2	3.70-4.30	礫混り粘土	—
		砂質土層 (介在層)	As	No.1	1.95-2.15 3.55-3.90	礫混り砂・粘土質砂	—
				No.2	—	—	—
		礫質土層	Ag	No.1	3.90-6.90	粘土混り砂礫・砂礫	9～18
				No.2	4.30-9.80	粘土混り砂礫	3～13
中生代 白亜紀	三波川結晶片岩類		Ps	No.1	6.90-10.00	泥質片岩(DH～CL 級)	50/9～50/0
				No.2	9.80-13.00	泥質片岩(DH～CL 級)	50/6～50/0

5.2 地盤定数の設定

以下に地盤定数の提案と提案方法を示す。

5.2.1 地盤定数の設定方法

1) 設計用 N 値

設計用提案 N 値は、地層毎の平均 N 値とする。N 値が 2 層に跨っている場合は、基本的にはその値は除外する。

表 5.2.1 地点別平均 N 値の算出結果

Bor.No.	深度 (GL-m)	地層名	土質区分	N 値		平均N値	提案値
1	0.00-2.50	B	砂質土	4	2	3.0	3
	2.50-3.90	As1	砂質土	1		1.0	1
	3.90-17.35	Ac1	粘性土	1	1 1 2 2 1 1 2	1.4	1
	17.5-18.45	As2	砂質土	9		9.0	9
	18.45-30.50	Dg	礫質土	36 33 40 31 58 60 26 27	21 23 27 26	34.0	34
Bor.No.	深度 (GL-m)	地層名	土質区分	N 値		平均N値	提案値
2	0.00-1.70	B	礫質土	3		3.0	3
	1.70-4.60	As1	砂質土	2	1 1	1.3	1
	4.60-16.65	Ac1	粘性土	1	1 2 2 2 2 2 1	1.5	1
	16.65-18.85	As2	砂質土	12	16	14.0	14
	18.85-19.55	Ac2	粘性土	4		4.0	4
	19.55-30.50	Dg	礫質土	25 26 27 55 13 34 40 31		32.1	32
				33 38 31			

2) 単位体積重量

沖積粘性土層(Ac1)は、室内土質試験値(湿潤密度)を採用する。その他の土質試験を行っていない土層は、表 5.2.2 単位体積重量を参考に締めり具合から設定する。ここで、土質の締めり具合の判断目安は、表 4.1.1 および表 4.1.2 を参考とする。

表 5.2.2 単位体積重量 (kN/m³)

地 盤	土 質	ゆるいもの	密なもの
自然 地盤	砂及び砂れき	18	20
	砂 質 土	17	19
	粘 性 土	14	18
盛 土	砂及び砂れき	20	
	砂 質 土	19	
	粘 性 土	18	

(注) (1) 地下水位以下にある土の単位重量は、それぞれの表中の値からりを差し引いた値としてよい。
(2) 砕石は砂利と同じ値とする。また、ずり、岩塊等の場合は種類、形状、大きさ及び間隙等を考慮して定める必要がある。
(3) 砂利まじり砂質土、あるいは砂利まじり粘性土にあっては、混合割合及び状態に応じて適当な値を定める。
(4) 地下水位は施工後における平均値を考える。

出典：「道路橋示方書・同解説 I 共通編」日本道路協会(平成 29 年 11 月)

3) 砂質土(礫質土)のせん断抵抗角

室内土質試験を実施していない砂質土のせん断抵抗角は、有効上載圧を考慮した下式により推定する。

このとき、 $c=0\text{kN/m}^2$ とする。

$$\phi = 4.8 \ln N_1 + 21 \text{ (}^\circ\text{)} \quad \text{ただし、} N > 5 \quad \text{(式 5.2.1)}$$

$$N_1 = 170N / (\sigma'_v + 70)$$

$$\sigma'_v = \gamma_{\text{土}} h_w + \gamma'_{\text{土}} (x - h_w)$$

ϕ : 砂のせん断抵抗角 ($^\circ$)

σ'_v : 有効上載圧 (kN/m^2)

N_1 : 有効上載圧 100kN/m^2 相当に換算したN値。ただし、原位置の有効上載圧が 50kN/m^2 未満の場合は $\sigma'_v = 50(\text{kN/m}^2)$ とする

N : 標準貫入試験から得られるN値

$\gamma_{\text{土}}$: 地下水面より浅い位置での土の単位体積重量 (kN/m^3)

$\gamma'_{\text{土}}$: 地下水面より深い位置での土の単位体積重量 (kN/m^3)

x : 地表面からの深さ (m)

h_w : 地下水の深さ (m)

出典：「道路橋示方書・同解説 I 共通編」日本道路協会(平成 29 年 11 月)

表 5.2.4 にせん断抵抗角の計算結果を示す。

なお、盛土(B)および沖積砂質土層(As1)は、N 値が 5 以下で道路橋示方書等に表示される上式の適用外であるため、砂の安息角を採用する。

表 5.2.3 に砂質土の摩擦角の代表値を示す。砂の安息角は、一般に $28 \sim 34^\circ$ であり、対象となる土層は礫と細粒分の混じる砂であることから、「粒度配合のよい砂」の最小値である $\phi=30^\circ$ を提案値とする。

表 5.2.3 砂質土の摩擦角の代表値(Hough による)

分 類	息角状態の傾斜		摩 擦 角					
			最終強さの摩擦角		せん断強さの摩擦角			
					中位～密な状態		密な状態	
	息角(度)	傾斜 (垂直:水平)	ϕ (度)	$\tan \phi$	ϕ_p (度)	$\tan \phi_p$	ϕ_p (度)	$\tan \phi_p$
シルト(非塑性)	26~30	1 : 2 1 : 1.75	26~30	0.488 0.577	28~32	0.532 0.625	30~34	0.577 0.675
均一な細砂～均一な中砂	26~30	1 : 2 1 : 1.75	26~30	0.488 0.577	30~34	0.577 0.675	32~36	0.675 0.729
粒度配合の良い砂	30~34	1 : 1.75 1 : 1.50	30~34	0.577 0.675	34~40	0.675 0.839	38~46	0.839 1.030
砂・礫	32~36	1 : 1.60 1 : 1.40	32~36	0.625 0.726	36~42	0.726 0.900	40~48	0.900 1.110

(注) それぞれの範囲内で、構成粒子が、かなりまろいか柔らかい頁岩・雲母を含むときは、低い値を使い、堅くて角ばった粒子の場合は高い値を用いる。又中程度より高めの垂直圧が加わるときは、その範囲内で低い値を用いるべきである。

出典：「技術手帳(実務に役立つ土質工学用語の解説)」土質工学会(昭和 62 年 4 月)

表 5.2.4 せん断抵抗角計算表

Bor. No.	地層名	深 度 (m)	単位体積重量 (kN/m^3)	σ_v'	N値 (回)	N1	ϕ ($^\circ$)	平均 ϕ ($^\circ$)	備 考
No.1	B	0.45	17	50.00	—	—	—	—	地下水位 GL-0.45
		2.50	8	50.00	3	4.25	—	—	
		As1	3.90	8	50.00	1	1.42	—	
	Ac1	17.35	6	115.95	1	0.91	—	—	
	As2	18.30	8	123.55	9	7.90	30.92	30.92	
		18.45	8	124.75	—	—	—		
	Dg	19.30	10	133.25	36	30.11	37.34	35.86	
		20.30	10	143.25	33	26.31	36.70		
		21.30	10	153.25	40	30.46	37.40		
		22.30	10	163.25	31	22.59	35.96		
		23.30	10	173.25	58	40.53	38.77		
		24.25	10	182.75	90	60.53	40.70		
		25.30	10	193.25	26	16.79	34.54		
		26.30	10	203.25	27	16.80	34.54		
		27.30	10	213.25	21	12.60	33.16		
		28.30	10	223.25	23	13.33	33.43		
		29.30	10	233.25	27	15.14	34.04		
30.30		10	243.25	26	14.11	33.71			
Bor. No.	地層名	深 度 (m)	単位体積重量 (kN/m^3)	σ_v'	N値 (回)	N1	ϕ ($^\circ$)	平均 ϕ ($^\circ$)	備 考
No.2	B	0.85	17	50.00	—	—	—	—	地下水位 GL-0.85
		1.70	8	50.00	3	4.25	—	—	
		As1	4.60	8	50.00	1	1.42	—	
	Ac1	16.65	6	116.75	1	0.91	—	—	
	As2	17.30	8	121.95	12	10.63	32.34	32.94	
		18.30	8	129.95	16	13.60	33.53		
	Ac2	18.85	10	127.45	—	—	—	32.94	
		19.55	10	136.95	4	3.29	—		
	Dg	20.30	10	144.45	25	19.82	35.34	35.30	
		21.30	10	154.45	26	19.69	35.31		
		22.30	10	164.45	27	19.58	35.28		
		23.30	10	174.45	55	38.25	38.49		
		24.30	10	184.45	13	8.69	31.38		
		25.30	10	194.45	34	21.86	35.81		
		26.30	10	204.45	40	24.78	36.41		
		27.30	10	214.45	31	18.53	35.01		
		28.30	10	224.45	33	19.05	35.15		
29.30		10	234.45	38	21.22	35.66			
30.30		10	244.45	31	16.76	34.53			

※地下水位より上は湿潤単位体積重量、地下水位以下は水中単位体積重量を採用

4) 粘性土の粘着力

粘性土の粘着力は、室内土質試験結果から得ることが原則であるが、力学試験を実施していない土層は、N 値から推定する。

推定式は、各種提案されているが、設計 N 値からの経験的な推定式である下式を採用する。この時、 $\phi=0^\circ$ とする。

$$q_u = 12.5N \text{ (kN/m}^2\text{)} \quad (N \leq 4) \quad \text{(式 5.2.2)}$$

$$\ast q_u = \text{一軸圧縮強度}$$

$$c = q_u / 2 = (12.5N) / 2 = 6.25N \text{ (kN/m}^2\text{)} \quad \text{(式 5.2.3)}$$

出典：「地盤調査の方法と解説」社団法人 地盤工学会 (平成 25 年 3 月)

5.2.2 提案地盤定数

前項にて推定した地盤定数を、提案値として、下表に示す。

表 5.2.6 推定地盤定数一覧表

<調査地点毎>

Bor.No.	深度 (GL-m)	地層名	土質区分	平均N値	単位体積重量 $\gamma_t(\text{kN/m}^3)$	粘着力 $c(\text{kN/m}^2)$	せん断抵抗角 $\phi(^{\circ})$	備考
1	0.00-2.50	B	砂質土	3	17	0	30	表5.2.2、表5.2.3
	2.50-3.90	As1	砂質土	1	17	0	30	表5.2.2、表5.2.3
	3.90-17.35	Ac1	粘性土	1	16	28	0	室内土質試験値
	17.5-18.45	As2	砂質土	9	17	0	30	表5.2.2、式5.2.1
	18.45-30.50	Dg	礫質土	34	19	0	35	表5.2.2、式5.2.1
Bor.No.	深度 (GL-m)	地層名	土質区分	平均N値	単位体積重量 $\gamma_t(\text{kN/m}^3)$	粘着力 $c(\text{kN/m}^2)$	せん断抵抗角 $\phi(^{\circ})$	備考
2	0.00-1.70	B	礫質土	3	17	0	30	表5.2.2、表5.2.3
	1.70-4.60	As1	砂質土	1	17	0	30	表5.2.2、表5.2.3
	4.60-16.65	Ac1	粘性土	1	16	30	0	室内土質試験値
	16.65-18.85	As2	砂質土	14	17	0	32	表5.2.2、式5.2.1
	18.85-19.55	Ac2	粘性土	4	16	25	0	表5.2.2、式5.2.3
	19.55-30.50	Dg	礫質土	32	19	0	35	表5.2.2、式5.2.1

<全体>

地層名	土質区分	平均N値	単位体積重量 $\gamma_t(\text{kN/m}^3)$	粘着力 $c(\text{kN/m}^2)$	せん断抵抗角 $\phi(^{\circ})$	備考
B	礫質土	3	17	0	30	表5.2.2、表5.2.3
As1	砂質土	1	17	0	30	表5.2.2、表5.2.3
Ac1	粘性土	1	16	29	0	室内土質試験値
As2	砂質土	11	17	0	31	表5.2.2、式5.2.1
Ac2	粘性土	4	16	25	0	表5.2.2、式5.2.3
Dg	礫質土	33	19	0	35	表5.2.2、式5.2.1