

土質ボーリング柱状図（標準貫入試験）

調査名

事業名または工事名

国道1号大路地区地質調査業務

調査目的及び調査対象

道路 構造物基礎

ボーリング名	NO.1	調査位置		北緯	35°01'0.8"
発注機関	国土交通省 近畿地方整備局 滋賀国道事務所	調査期間	平成25年09月19日～平成25年09月25日	東経	135°58'5.2"
調査業者名	(株)アサノ大成基礎エンジニアリン	主任技師	江中 泰久	現場代理人	岡崎 丈
				コ 鑑 定 者	佐々木 泰典
孔口標高	T.P. 104.34 m	角		方	北 0° 東 90° 南 180° 西 270°
総削孔長	15.50 m	度	0°	使用機種	試錐機 KR-50-HCW エンジン NFD-8
				ポンプ	V-5

標尺	標高	深度	現場土質名(模様)	現場土質名	地盤材料の工学的分類	色	相対稠度	相対稠度	記事	孔内水位／測定年月日	標準貫入試験	試料採取	室内試験	削孔月日						
(m)	(m)	(m)									N値	深度	10cmごとの打撃回数	50回の貫入量	自沈時の貫入量	深度	試料番号	採取方法	室内試験	削孔月日
												(m)	0 10 20 30			(m)				
1	102.94	1.40		盛土・砂	茶褐	rd2			含水中位。不均一な細～中砂を主体とする。所々、小礫を若干混入する。		4	1.15	1 1 2	4						
2	102.44	1.90		ガラ・コンクリート	暗灰茶褐	rd3			L40cm程度のコンクリートコア採取。護岸の一部と思われる。含水多い。φ2～20mm程度の亜角礫を主体とし、基質は粗砂からなる。		25	1.45 2.15	7 10 8	25 30						
3	101.64	2.70		盛土・砂礫	茶褐	rd3					11	2.45 3.15	4 4 3	11 30						9/20
4				礫混じり砂	淡茶褐	rd3					7	3.45 4.15	3 2 2	7 30						
5				礫混じり砂	淡茶褐	rd3			含水多い。中～粗砂を主体とし、全体的にφ5～10mm程度の亜角礫を混入する。下部ではシルト分を若干含む傾向にある。		18	4.45 5.15	6 5 7	18 30						
6				礫混じり砂	淡茶褐	rd3					16	5.45 6.15	5 5 6	16 30						
7				礫混じり砂	淡茶褐	rd3					17	6.45 7.15	6 5 6	17 30						
8	96.54	7.80		礫混じりシルト	茶褐	中くらい			含水中位。細砂を主体とし、全体的にシルト分をわずかに含む。所々、φ2～5mm程度の亜角礫を点状する。		15	7.45 8.15	4 5 6	15 30						
9	95.14	9.20		シルト質砂	暗灰	中くらい			含水中位。細砂を主体とし、全体的にシルト分を多く含む。		11	8.45 9.15	6 3 2	11 30						9/21
10	94.44	9.90		礫混じり砂	茶褐	中くらい			含水中位。中～粗砂を主体とし、全体的に10～20mm程度の亜角礫を混入する。		17	9.45 10.15	6 5 6	17 30						
11	93.44	10.90		砂礫	茶褐	中くらい					59	10.45 11.15	20 18 21	59 30						9/24
12				砂礫	暗灰	rd4			含水多い。φ5～10mm程度の亜円～亜角礫を主体とし、基質は中～粗砂からなる。GL-13.60m付近、最大300mm程度の玉石を混入する。		69	11.45 12.15	27 21 12	60 26						
13				砂礫	暗灰	rd4					47	12.41 13.15	17 14 16	47 30						
14				砂礫	暗灰	rd4					47	13.45 14.15	17 14 16	47 30						
15	88.84	15.50		砂礫	暗灰	rd4					78	14.45 15.15	28 23 9	60 23						9/25
												15.38		3	23					

12-2 地質調査

建築施設計画箇所付近の地質を確認するため、地質調査を実施した。
次頁に調査内容及び調査結果を示す。

【地質調査項目】

- ・ボーリング調査 2 箇所
- ・CBR 試験 採取資料 8 試料（8 箇所分）
- ・室内コーン試験 5 試料（5 箇所分）

12-2 地質調査

建築施設計画箇所付近の地質を確認するため、地質調査を実施した。
次頁に調査内容及び調査結果を示す。

【地質調査項目】

- ・ボーリング調査 2箇所
- ・CBR試験 採取資料 8試料（8箇所分）
- ・室内コーン試験 5試料（5箇所分）

12-2-1 調査概要

(1) 調査目的

本調査・試験は「草津川跡地他(区間6)実施設計他業務」において、計画道路に対する路床土評価の資料としてCBR試験、現地発生土の再利用検討のための室内コーン試験ならびに計画施設の設計用資料としてボーリング調査(標準貫入試験併用)を実施した。

本報告書はこれら調査結果を取りまとめたものである。

(2) 調査仕様

調査件名：草津川跡地他(区間6)実施設計他業務

調査場所：滋賀県草津市大路二丁目 他

調査期間：令和 5 年 12 月 5 日 ～ 令和 5 年 12 月 18 日（現場調査期間）

発注者：草津市建設部草津川跡地整備課

受注者：株式会社 E-DESIN

大阪府大阪市中央区南船場1-9-1 ワイケー南船場7階

TEL：06-4964-5151 FAX：06-4964-5152

(3) 調査数量

1) CBR試験

- | | | |
|--------------|-------|-----|
| ・ CBR試験(変状土) | 試料採取 | 3箇所 |
| | CBR試験 | 8試料 |

2) 室内コーン試験

- | | | |
|-----------|---------|------|
| ・ 室内コーン試験 | 試料採取 | 5箇所 |
| | 室内コーン試験 | 15試料 |

3) ボーリング調査

・ボーリング調査

2箇所

φ 66mmノンコアボーリング	25m/箇所	計	50m
標準貫入試験	25回/箇所	計	50回

実施数量表は以降の表1. 3. 1に示すとおり

表1.3.1 調査数量表

				ボーリング/コーン		CBR/コーン								増減
				B-1	B-2	C-1	C-2	C-3	C-4	C-5	C-6	C-7	C-8	
BOR	ノンコア ボーリング φ 66mm	粘性土、シルト	m	3.35	7.00									10.35
		砂、砂質土	m	11.60	14.70									26.30
		礫混じり土砂	m	10.05	3.30									13.35
		土砂(CBR用)	m						5.20		6.60	3.30	3.70	18.80
	合 計			m	25.00	25.00			5.20		6.60	3.30	3.70	68.80
	手掘り(CBR用)			m			1.50	1.50	1.50		1.70			6.20
原位置 試 験 ほ か	標準貫試験	粘性土、シルト	回	5	7									12
		砂、砂質土	回	12	14									26
		礫混じり土砂	回	8	4									12
		合 計	回	25	25									50
CBR 試験	CBR試料採取			試料		1	1	1	1	1	1	1	1	8
	変状土CBR試験			試料		1	1	1	1	1	1	1	1	8
コーン 試験	室内コーン試験用採取			試料	2				4		5	2	2	15
	室内コーン試験用採取			試料	2				4		5	2	2	15
仮設他	平坦地足場仮設(嵩上げ)			箇所	1	1								2
	伐採、搬入路作り			m							100	100		200
	給水 ポンプアップ			箇所	1	1								2
	移動費(要特装車)			m										

(4) 調査位置

今回の調査位置を図1. 4. 1に示す。

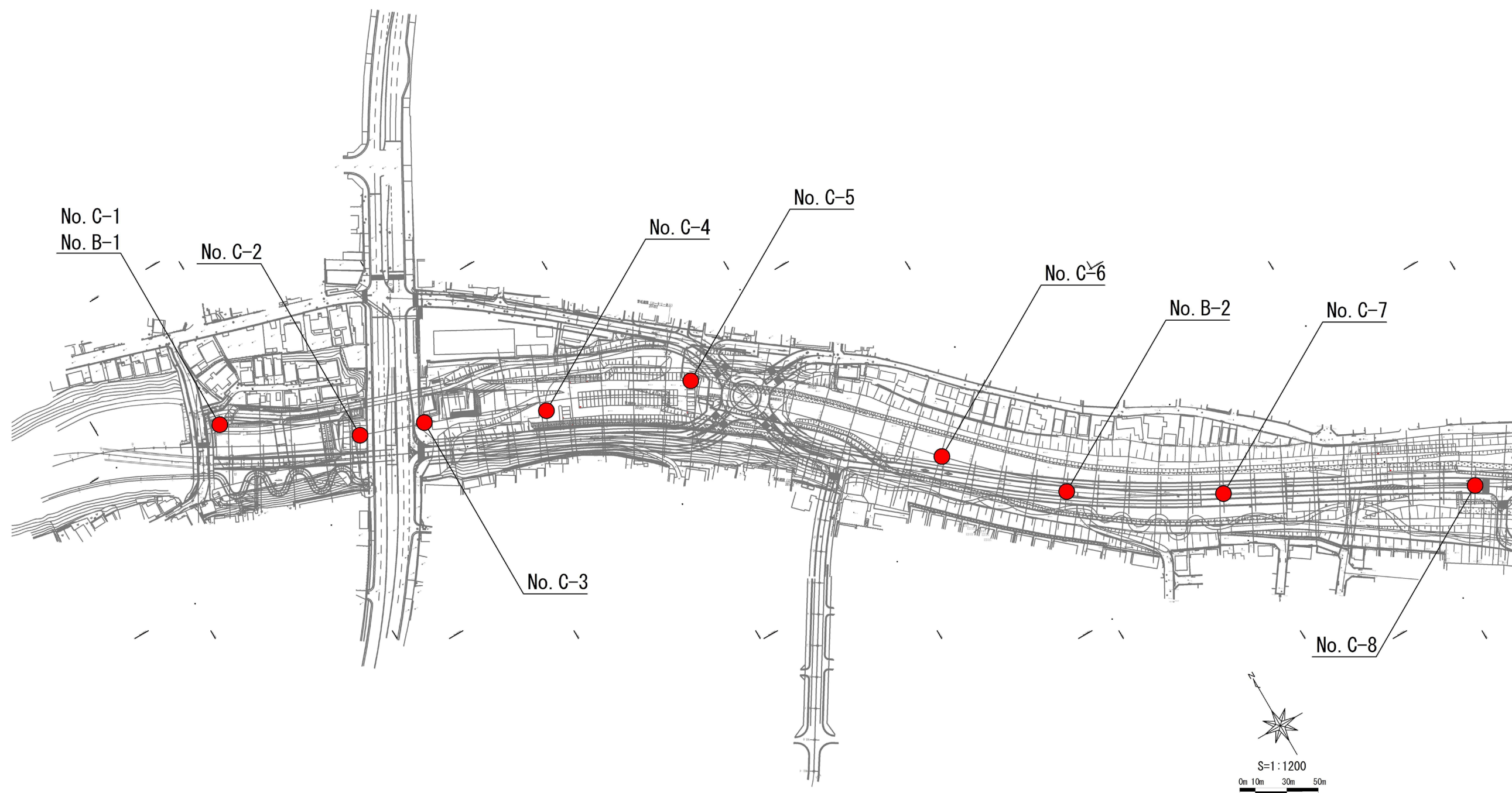


図 1.4.1 調査位置図

2) CBR試験

CBR試験は、日本産業規格(JIS A 1211)に準じ、設計CBRを求めるための試験方法によって実施した。

試験方法は前述の方法にて採取した土質材料(路床土)から37.5mm以上の礫を取り除いた、ものを試験用試料とし、この試料を自然含水比の状態でもールドに3層に分けて入れ、上記規格に準じ、4.5kgランマ(図2.1.4)で各層67回ずつ突き固め4日間水浸する。

この「水浸」については、降雨が長期にわたって継続した場合など、土が浸潤した最悪の状態に陥った場合を想定したものである。

水浸した供試体は、貫入試験を行ってCBR値を求め、路床土の支持力を判定した。

1試料における供試体(モールド)は前出の「道路施設設計要領」に準じ、1試料につき3供試体(モールド)作製した。試験に使用した器具を図2.1.5に示す。

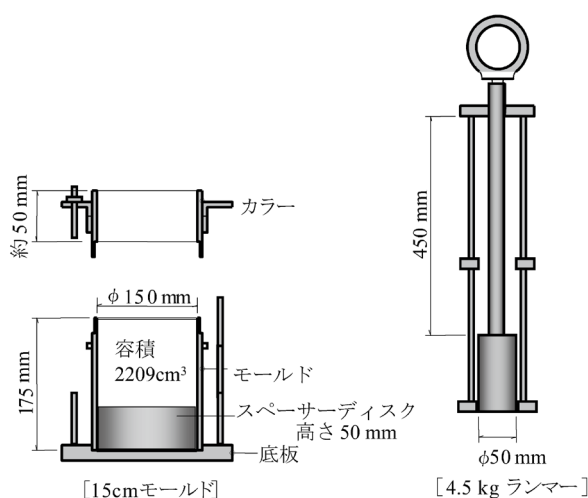


図2.1.4 モールド及び突固め用ランマー

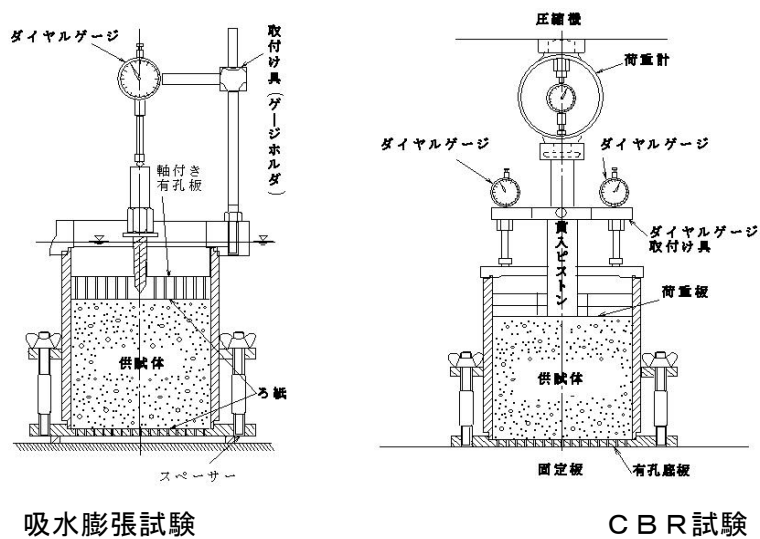


図2.1.5 CBR試験装置

(地盤材料試験の方法と解説：地盤工学会)

CBR試験結果によるCBR値の算出方法は、以降に示す式2.1.1を用いる。同式における「標準荷重」とは表2.1.1に示す標準荷重を示す。

$$\text{CBR} = \frac{\text{荷重 (kN)}}{\text{標準荷重 (kN)}} \times 100 \quad \dots\dots\dots \text{式2.1.1}$$

表2.1.1 標準荷重強さおよび標準荷重の値

貫入量 (mm)	標準荷重強さ (MN/m ²)	標準荷重 (kN)
2.5	6.9	13.4
5.0	10.3	19.9

(2) 室内コーン試験

本調査地では、草津川跡地有効利用において、切土による建設発生土が生じるものと思われる。本調査ではこれに先立ち、建設発生土に相当する土砂を対象として室内コーン試験を実施し、発生土の土質区分を行った。

1) 試料採取

試料採取は現状地盤高と計画道路高の高低差が1m以上となり、一定量の切土が生じる箇所とし、CBR試験用試料採取位置ならびにボーリング調査位置と併用し、表1. 3. 1に示す5箇所にて実施した。試料は原則として1m毎に1試料とし、1m区間の土砂を混合し試験用試料とした。採取は図2. 2. 1に示す自走式ボーリングにて採取を行った。

採取した試料は含水比の変化がないようビニール袋に密閉した後、試験室に搬入した。また、試料採取後の掘削孔は、土層構成を確認した後、掘削地盤が下がらないよう十分な転圧を行い、埋戻しを行った。



図2. 2. 1 室内コーン試験用試料採取状況(機械掘削：地点No. C-4)(再掲)

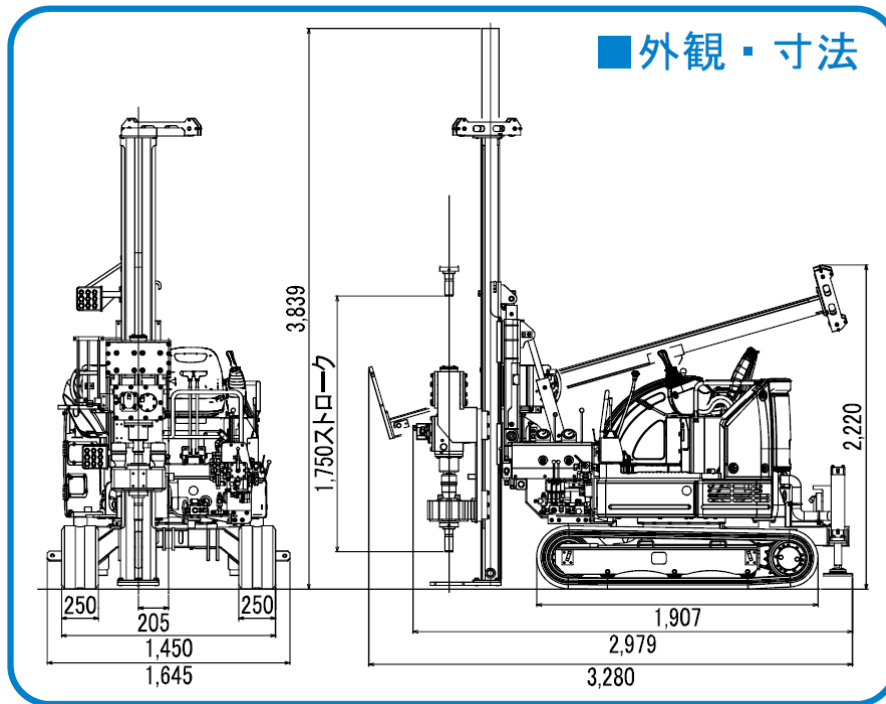


図2.2.2 自走式ボーリングマシン(再掲)

2) 室内コーン試験

室内コーン試験(突固めによるコーン指数試験)は、日本産業規格(JIS A 1223)に準じ、設計C BRを求めるための試験方法によって実施した。

試験は2.2.1で示した方法で採取した試料を定められた以下の方法で突き固めた供試体を作成し、1cm/sの貫入速度で断面積3.24cm²のコーンを貫入させ得られる貫入抵抗力よりコーン指数 q_c を求めるものである。

表 2.2.1 室内コーン試験

供試体の作製	試料	4.75mm ふるいを通過したもの。 ただし、改良土の場合は 9.5mm ふるいを通過させたものとする。
	モールド	内径 100±0.4mm 容量 1,000±12 cm ³
	ランマー	質量 2.5±0.01kg
	突固め	3 層に分けて突き固める。各層ごとに 30±0.15cm の高さから 25 回突き固める。
測定	コーンペネトロメーター	底面の断面積 3.24 cm ² 、先端角度 30 度のもの。
	貫入速度	1cm/s
	方法	モールドをつけたまま、鉛直にコーンの先端を供試体上端部から 5cm、7.5cm、10cm 貫入した時の貫入抵抗力を求める。
計算	貫入抵抗力	貫入量 5cm、7.5cm、10cm に対する貫入抵抗力を平均して、平均貫入抵抗力を求める。
	コーン指数 (q_c)	平均貫入抵抗力をコーン先端の底面積 3.24 cm ² で除する。

注) ただし、ランマーによる突固めが困難な場合は、泥土と判断する。

(3) ボーリング調査

計画施設配置位置において、施設設計の基礎資料を得ることを目的としてボーリング調査を実施した。

1) 機械ボーリング

ボーリング調査は、ロータリー機能を有した自走式ボーリング機械(図2.1.1(2)参照)を使用して掘削し、必要に応じてベントナイト泥水あるいはケーシングパイプを使用して孔壁崩壊を防止した。

掘進時における地質状況の変化は、ハンドルの振動やスライムの状況、後述する標準貫入試験における採取試料を目視観察することにより判定し、ボーリング柱状図にまとめた。

2) 標準貫入試験

原位置における地盤の密実度を知るため、日本産業規格(JIS A 1219)に基づき、試掘終了後の地盤を対象とし、原則として深度 1.0m 毎に標準貫入試験を実施する。当試験は、重量 63.5 ± 0.5 kg のハンマーを 76 ± 1 cm の高さから半自動落下自由落下させて、SPT サンプラーを 30 cm 貫入させるに必要な落下回数を N 値として記録するものであり、その結果をボーリング柱状図にまとめる。

N 値は 10 cm 貫入毎に落下回数を記録するが、60 回落下打撃しても貫入量が 30 cm 達しないときは、60 回落下打撃に対する貫入量を記録する。

SPT サンプラーにて採取した土質標本は、含水が変化しないようにビニール袋に入れて保存し、現地及び室内にて観察を行う。採取試料は標本ビンに入れ土質標本とする。

図 2.3.2 に標準貫入試験方法及び器具を示す。

また、表 2.3.1 に N 値と相対密度及び、せん断抵抗角との関係、表 2.3.2 に N 値と粘土の相対稠度、一軸圧縮強さとの関係を示す。

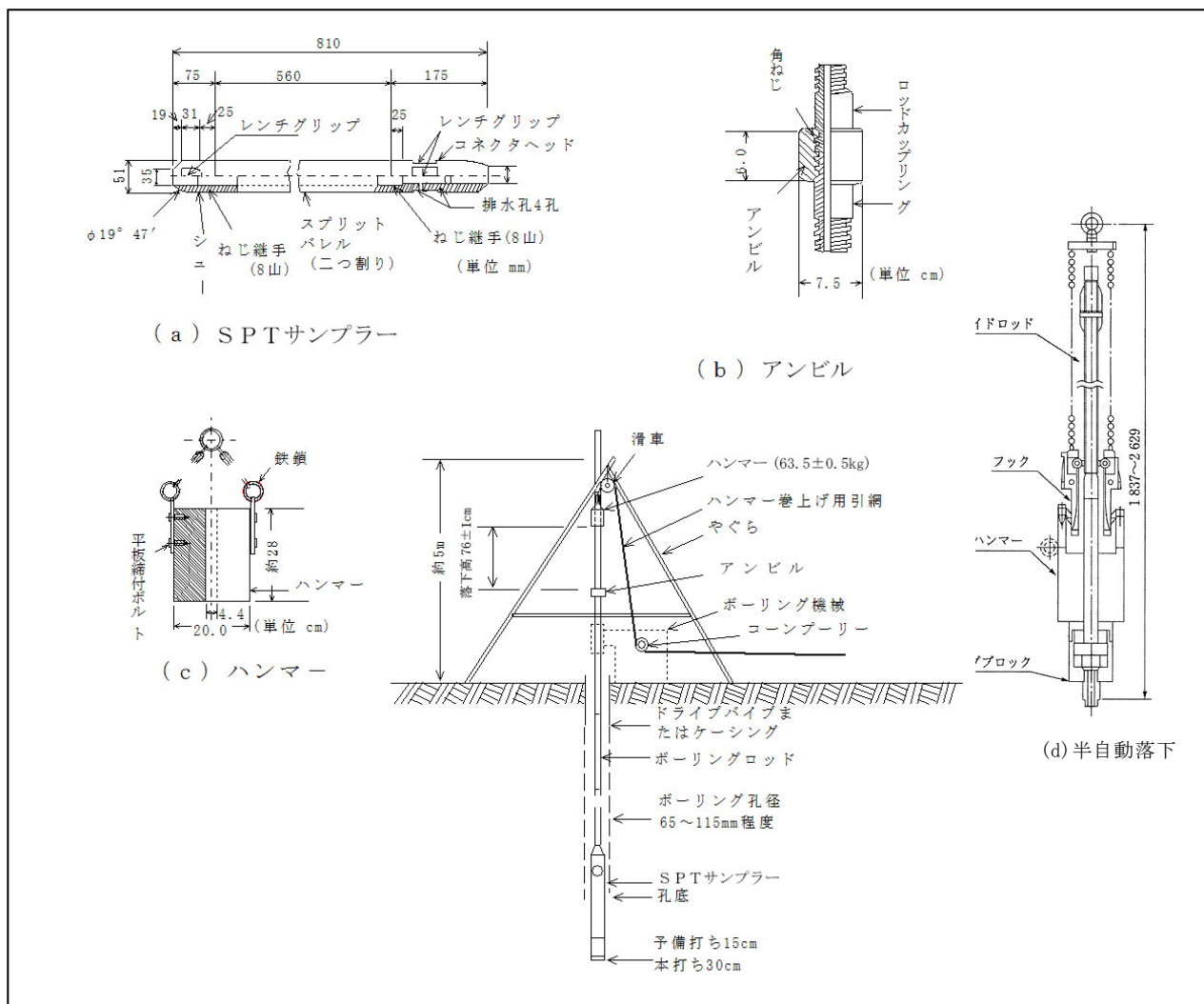


図2.3.2 標準貫入試験方法及び器具(JIS A 1219)

(地盤調査の方法と解説：地盤工学会)

表2.3.1 N値と砂の相対密度の関係(Terzaghi & 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
4~10	緩い(loose)	ショベル(スコップ)で掘削可能
10~30	中位の(medium)	鉄筋を5ポンドハンマで打込み容易
30~50	密な(dense)	同上, 30cm程度貫入
>50	非常に密な(very dense)	同上, 5~6cm程度, 掘削にはし必要, 打込み時金属音

注) 鉄筋はφ13mm

(地盤調査の方法と解説：地盤工学会)

表2.3.2 N値と粘土のコンシステンシー，一軸圧縮強さ q_u の関係 (Terzaghi & Peck)

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

(地盤調査の方法と解説：地盤工学会)

12-2-3 地形地質概要

滋賀県は近畿地方の東北端にあって、若狭、伊勢両湾の湾入により作られた地峡部にあたり、大阪湾に至る低地帯の一部である。中央部には東北から南西にかけ琵琶湖があり、琵琶湖の周囲には高い山々に囲まれている。

滋賀県は琵琶湖を中心として周囲を野坂山地(北)、伊吹山地・鈴鹿山地(東)、比良山地(西)、甲賀山地(南)が取り囲み、全体的に盆地地形を形成している。琵琶湖の東方、南東側は県下で最も低平地が広く分布する。その一方、琵琶湖北方、西方は一般的に低平地の発達が乏しく山地が琵琶湖に迫っている。

本調査地は滋賀県草津市大路にあり、琵琶湖周囲に広がる低地に位置する。この低地は大きく、湖北、湖東、湖西、湖南の4つに大別され、それぞれがいくつかの低地、扇状地、盆地等に細分化されている。本調査地は図3. 1. 1に示すとおり、湖南低地(草津川低地)に位置する。



図3. 1. 1 琵琶湖沿岸域の地形区分

表3.1.1 滋賀県内の地形区分表

M	山地	H	丘陵と台地	L	低地
M-1	東部山地	H-1	伊吹山麓丘陵	L-1	湖北低地
		H-2	鈴鹿山麓丘陵	L-2	湖東低地
M-2	南部山地	H-3	信楽山麓丘陵	L-3	湖南低地
					野洲川低地
M-3	西部山地	H-4	比叡比良山麓丘陵	L-4	湖西低地
					北大津低地
M-4	北部山地	H-5	沓掛丘陵	L-5	湖北低地
					大川低地

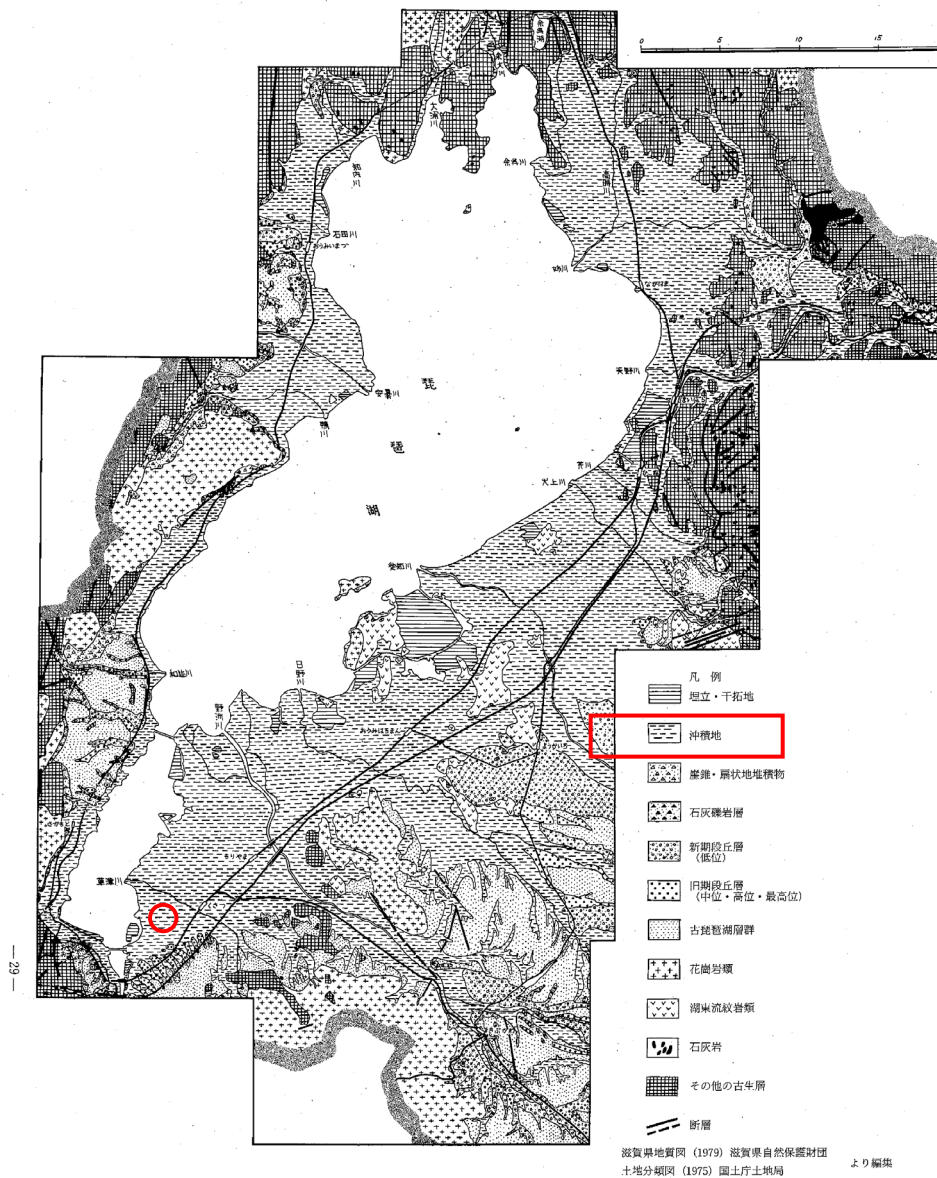
草津川低地は草津川扇状地と草津川三角州に細分化され、本調査地は草津川三角州にあたる。東側に位置する草津川扇状地の末端から湖岸までに広がる平坦な沖積低地で勾配もゆるやかになっており、最も幅の広い場所で約600m程度を有している。

草津川低地の地層は、図3.1.2に示すとおり、表層に軟質な沖積層が分布する。沖積層の基底形状は概ね現地形と類似しているとされる。沖積層の基底高さは野洲川河口付近で概ねTP+60m程度とされることから、下流低地の上流側にあたる本調査地では基底は現地形にそって高くなっているものと推測され、地形的な特徴から沖積層の分布は上流に向かい薄くなっているものと推測される。

沖積層は粘性土優勢ではあるが、野洲川の変遷により砂層が確認されるほか、基底に礫層を伴う。なお、本調査地のように河川改修に伴う土地の改変がなされている地域においては薄層の沖積層は人為的剥削され、盛土層が厚く自然地盤を覆う。

広域的に沖積層の下位は洪積層地盤に転じ、全体的に礫がちな地層でとなるが、粘性土～砂を狭在することが多く、薄層状に幾重かのサイクルをみせる。

本調査地では上記のとおり、人為的な盛土層(堤体)の下位に洪積層が確認される可能性が高い。



○ 調査地

図3.1.2 調査地付近の地質区分

12-2-4 調査結果

(1) 試料採取結果

後述する設計CBR試験ならびに室内コーン貫入試験実施のため、以下の表4.1.1に示す考え方にに基づき、試験用試料採取を実施した。

設計CBR試験用試料採取は原則として道路設計に資する試料として、設計区間を代表しうる地点を選定した。

後述するボーリング調査は設計区間内に設置される施設を対象とし、施設設置位置またはその近傍で実施した。

CBR試験用試料は選定した各地点において採取し、その深度については現状地盤高と計画道路高の工程差から採取深度を決定した。なお、採取深度は「計画道路高-0.5m」としている。

室内コーン試験用試料は、切土により発生が見込まれる現地発生土を対象とし、CBR試験ならびにボーリング調査にて切土厚が1m以上生じる地点において原則として1m毎に実施している。

各試験用試料の採取数量を表4.1.2に各試料の採取位置ならびに深度を表4.1.2にそれぞれ示す。

表4.1.1 試料採取についての考え方

調査項目	用途	条件 GH-F H	考 え 方	試料採取		
				CBR		コ ー ン
				人 力	機 械	機 械
C B R	道路 設計	1.0m 未満	GHとFHの高低差が1m未満の場合は人力による採取とする(一部、機械掘削で代用)。 採取は計画道路高-0.5mを目安とする。	◎	-	-
		1.0m 以上	GHとFHの高低差が1m以上の場合は機械による採取とする。 採取は計画道路高-0.5mを目安とする。	-	◎	-
室 内 コ ー ン	建 設 発 生 土	1.0m 未満	GHとFHの高低差が1m未満の場合は採取しない。	-	-	-
		1.0m 以上	GHとFHの高低差が1m以上の場合は機械による採取とする。 採取は1m毎とし、1m間の試料を混合する。	-	-	◎
全 般			調査全般にあたり、試料採取が安全かつ、第三者、第三者車両に影響のない位置、方法を優先的に採用し、採取を実施する。			

表4.1.2 試料採取の数量

調査項目	地点番号	条件 GH-F H (m)	採取方法ごとの数量 (試料)		
			CBR		コーン
			人 力	機 械	機 械
CBR	C-1	0.0 0	1	-	-
	C-2	0.0 4	1	-	-
	C-3	-0.0 1	1	-	-
	C-4	3.7 3	-	1	4
	C-5	0.2 9	1	-	-
	C-6	5.0 9	-	1	5
	C-7	1.7 9	-	1	2
	C-8	2.1 7	-	1	2
ボーリング	B-1	0.0 0	-	-	-
	B-2	2.7 8	-	-	2
合計	CBR	小計	4	4	-
		合計	8		-
	室内コーン		-		15

表4.1.3 試料採取箇所ならびに深度一覧表

調査項目	地点番号	試料番号ならびに採取深度	
		試料番号	採取深度 GL (m)
CBR	C-1	C-1	-0.50 ～ -1.50
	C-2	C-2	-0.54 ～ -1.54
	C-3	C-3	-0.49 ～ -1.49
	C-4	C-4	-4.23 ～ -5.23
	C-5	C-5	-0.79 ～ -1.79
	C-6	C-6	-5.59 ～ -6.59
	C-7	C-7	-2.29 ～ -3.29
	C-8	C-8	-2.67 ～ -3.67
室内コーン	C-4	C-4-1	0.00 ～ -1.00
		C-4-2	-1.00 ～ -2.00
		C-4-3	-2.00 ～ -3.00
		C-4-4	-3.00 ～ -4.00
	C-6	C-6-1	0.00 ～ -1.00
		C-6-2	-1.00 ～ -2.00
		C-6-3	-2.00 ～ -3.00
		C-6-4	-3.00 ～ -4.00
		C-6-5	-4.00 ～ -5.00
	C-7	C-7-1	0.00 ～ -1.00
		C-7-2	-1.00 ～ -2.00
	C-8	C-8-1	0.00 ～ -1.00

		C-8- 2	-1.00 ~ -2.00
	B-2	B-2- 1	0.00 ~ -1.00
		B-2- 2	-1.00 ~ -2.00

(2) CBR 試験結果

図1.4.1に示す8箇所において採取した試料を用いて、変状土CBR試験を実施した。試験結果の詳細は巻末の「室内土質試験結果」に示すとおりである。

表4.2.1に試験結果の概要を示す。

表4.2.1 CBR試験結果一覧

試料番号	C-1	C-2	C-3	C-4
試験方法	締固めた土	締固めた土	締固めた土	締固めた土
貫入試験後含水比 w_2 (%)	9.5	8.3	11.6	12.7
平均CBR (%)	54.66	89.56	55.66	25.44
試料番号	C-5	C-6	C-7	C-8
試験方法	締固めた土	締固めた土	締固めた土	締固めた土
貫入試験後含水比 w_2 (%)	12.8	10.8	12.9	10.0
平均CBR (%)	27.19	37.23	2.9	32.18

(3) 室内コーン試験結果

現況地盤高 (GH) から計画道路高 (FH) を差し引いた切土高さ前述のCBR試験用試料採取のうち4箇所に加え、計画施設設置位置の1箇所の計5箇所において、1m毎に試料を採取し、室内コーン試験を実施した。試験結果の詳細は巻末の「室内土質試験結果」に示すとおりである。

試験結果の概要を表4.3.1に示す。

表4.2.1 室内コーン試験一覧

採取地点	C-4				C-6
試料番号	C-4-1	C-4-2	C-4-3	C-4-4	C-6-1
目視による土質区分	礫混じり砂	礫混じり砂	礫混じり砂	礫混じり砂 ～ 礫混じり砂質粘土	礫混じり砂
突固め回数 回/層	25	25	25	25	25
コーン指数 qc (kN/m ²)	9864	9806	4269	4469	
採取地点	C-6				C-7
試料番号	C-6-2	C-6-3	C-6-4	C-6-5	C-7-1
目視による土質区分	礫混じり粘土質砂	礫混じり砂 ～ 礫混じり砂質粘土	礫混じり砂	礫混じり砂	礫混じり粘土質砂
突固め回数 回/層	25	25	25	25	25
コーン指数 qc (kN/m ²)	1377	5133	7105	3861	1191
採取地点	C-7	C-8		B-2	
試料番号	C-7-2	C-8-1	C-8-2	B-2-1	B-2-2
目視による土質区分	礫混じり砂	礫混じり粘土質砂	礫混じり粘土質砂	礫混じり砂	礫混じり砂 ～ 礫混じり砂質粘土
突固め回数 回/層	25	25	25	25	25
コーン指数 qc (kN/m ²)	5617	2759	6583	6744	1840

12-2-5 考察

(1) 設計 CBR の算出

1) 設計CBRの算出方法

アスファルト舗装の設計に用いる路床土の設計CBRは、均一な舗装厚で施工する区間から得られたいくつかの「地点のCBR値」より極端な値をのぞき、「道路施設設計要領：防衛省」に示す、以下の式を用いて決定する。

区間のCBR＝各地点の平均値－各地点のCBRの標準偏差（ σ_{n-1} ） …… 式5.1.1

$$\text{ここに、} \sigma_{n-1} = \left(\frac{\sum x^2 - n \bar{x}^2}{n-1} \right)^{1/2}$$

ただし、路床土が2層以上の異なるCBR値を有する土層から構成される地点の平均CBRは、「道路施設設計要領」による式5.1.2および下記事項にもとづいて算出することができる。

$$CBR_m = \left[\frac{h_1 CBR_1^{1/3} + h_2 CBR_2^{1/3} + \dots + h_n CBR_n^{1/3}}{100} \right] \quad \dots\dots \text{式 5.1.2}$$

ここに

CBR_m ：その地点の平均 C B R

$CBR_1, CBR_2, \dots, CBR_n$ ：各層の C B R

h_1, h_2, \dots, h_n ：各層の厚さ (cm)

$h_1 + h_2 + \dots + h_n = 100$

〔注1〕路床が深さ方向にいくつかの層をなしており厚さ20cm未満の層がある場合は、C B Rの小さい方の層に含めて計算し、 CBR_m を求める。

〔注2〕 CBR_m の計算は、通常、路床が上部ほど高いC B Rを示している場合に適用することができる。路床の上部に下部層とくらべ極端に弱い層がある場合には、舗装構造はこの層の影響を直接うけることになるので、 CBR_m を用いてはならない。このような場合には、全層がCBRの弱い層でできていると考えるか、または、その層を安定処理するか良質な材料で置き換えて計算をおこなう。

また、設計CBRの算出にあたり、先に述べた「極端な値」とは以降に示す、式5.1.3ならびに式5.1.4により棄却される値のことを示す。

最大値の棄却検定の式

$$\gamma = \frac{X_n - X_{n-1}}{X_n - X_1} \quad \dots\dots \text{式}$$

最小値の棄却検定の式

…… 式

$$\gamma = \frac{X_2 - X_1}{X_n - X_1} \quad [\text{式4}]$$

区間のCBRを算出する際、2式から求められた計算値が表5.1.1の γ の値を上回れば、CBR_mの最大値あるいは最小値を棄却してよい。

表5.1.1 棄却検定に用いる γ (n, 0.05) の値

n	3	4	5	6	7	8
γ (n, 0.05)	0.941	0.765	0.642	0.560	0.507	0.468
n	9	10	11	12	13	14
γ (n, 0.05)	0.437	0.412	0.392	0.376	0.361	0.349
n	15	16	17	18	19	20
γ (n, 0.05)	0.338	0.329	0.320	0.313	0.306	0.300

(道路施設設計要領・防衛省)

式5.1.3、式5.1.4により「極端な値」をのぞいた試験値と式5.1.1により得られた区間のCBR値は以下の関係により「設計CBR値」として評価される。

表5.1.2 区間のCBRと設計CBRの関係

区間のCBR	設計CBR
3以上 4未満	3
4以上 6未満	4
6以上 8未満	6
8以上 12未満	8
12以上 20未満	12
20以上	20

(道路施設設計要領・防衛省)

2) 設計CBRの算出

得られた設計CBR試験結果より、設計CBRの算出を行う。なお、設計CBRの算出にあたり、本設計区間(調査区間)を以下の2区間に区分することとする。

表5.1.3 設計CBR算出に用いる区間

区間	地点番号
A	C-1
	C-2
	C-3
B	C-4
	C-5
	C-6
	C-7
	C-8

(1) 区間 A (No. C-1～C-3)

①CBR試験結果

地点No. Aに該当するNo. C-1～C-3のCBR値を改めて以下に示す。なお、舗装厚は0.5m(50cm)と仮定している。

表5.1.4 地点のCBR(区間A : No. C-1～C-3)

地点番号	変状土CBR値(%)
C-1	54.66
C-2	89.56
C-3	55.66

②異常値の抽出

試験値にばらつきがみられるため、最大値ならびに最小値の棄却判定を行う。

【棄却判定】

CBR=54.66、89.56、55.66(%) 試料数 $n=3$

最小値=54.66(%) 最大値=89.56(%) 目標 $\gamma(n, 0.05)=0.941$

(極端に大きな値の棄却検定)

$\gamma = (55.66 - 54.66) / (89.56 - 54.66) = 0.971 > 0.941$ \therefore CBR=84.66(%)は棄却される。

(極端に小さな値の棄却判定)

CBR=84.6(%)が棄却され、対象試料数が2試料(CBR=54.66、55.66(%))となったため、棄却判定は行わない。

③設計CBR値の算出

2試料となるため、標準偏差は用いず単純平均とする。

算出結果を表5.1.5に示す。

表5.1.5 区間のCBRならびに設計CBR(区間A)

地 区	CBR(%)				区間のC BR (%)	設計CBR (%)
	最 小 値	最 大 値	平均 値	標準 偏差		
区間A(C-1～C-3)	5 4.66	5 5.66	55.1 6	---	20.0	20

CBR値の上限をCBR=20とする

(2) 区間B(No. C-4～No. C-8)

①CBR試験結果

地点No. Bに該当するNo. C-4～C-8のCBR値を改めて以下に示す。なお、舗装厚は0.5m(50cm)と仮定している。

表5.1.6 地点のCBR(区間B: No. C-3～C-8)

地点番号	変状土CBR値(%)
C-4	25.44
C-5	27.19
C-6	37.23
C-7	2.90
C-8	32.18

②設計CBR値の算出

試験値にばらつきがみられるため、最大値ならびに最小値の棄却判定を行う。

【棄却判定】

CBR=25.44、27.19、37.23、2.90、32.18(%) 試料数 $n=5$

最小値=2.90(%) 最大値=37.23(%) 目標 $\gamma(n, 0.05)=0.642$

(極端に大きな値の棄却検定)

$\gamma = (37.23 - 32.2) / (37.23 - 2.90) = 0.146 < 0.642$ $\therefore \text{CBR} = 37.23(\%)$ は棄却されない。

(極端に小さな値の棄却判定)

$\gamma = (25.44 - 2.90) / (37.23 - 2.90) = 0.656 < 0.642$ $\therefore \text{CBR} = 2.90(\%)$ は棄却される。

以上より「極端な値」を除外した試験値において算出された区間のCBR、設計CBRを表5.1.7に示す。

表5.1.7 区間のCBRならびに設計CBR(区間B)

区 間	CBR(%)				区間のC BR (%)	設計CBR (%)
	最 小値	最 大値	平均 値	標準 偏差		
区間B (No. C-4～C-8)	2 5.44	3 7.23	30.5 0	5.31	20.0	20

CBR値の上限をCBR=20とする

(2) 建設発生土としての評価

1) 建設発生土の土質区分

前述の室内土質試験結果を用い、建設発生土の土質区分を行う。

土質区分は国土交通省、国官技第112号ならびに国官総第309号(平成18年8月)による「建設発生土利用基準について」に準じる。

・土質区分基準

国土交通省による建設発生土利用基準に基づき、以下の表5.2.1により土質区分を行う。

表5.2.1 土質区分基準

区分 (国土交通省令)*1)	細区分*2), 3), 4)	コーン 指数 q _c ^{*5)} (kN/m ²)	土質材料の工学的分類*6), 7)		備考*6)	
			大分類	中分類 土質 {記号}	含水比 (地山) w _n (%)	掘削 方法
第1種建設発生土 (砂、礫及びこれらに準ずるもの)	第1種	—	礫質土	礫 {G}、砂礫 {GS}	—	*排水に考慮するが、降水、浸出地下水等により含水比が増加すると予想される場合は、1ランク下の区分とする。 *水中掘削等による場合は、2ランク下の区分とする。
	第1種改良土*8)		砂質土	砂 {S}、礫質砂 {SG}	—	
第2種建設発生土 (砂質土、礫質土及びこれらに準ずるもの)	第2a種	800 以上	人工材料	改良土 {I}	—	
	第2b種		礫質土	細粒分まじり礫 {GF}	—	
	第2種改良土		砂質土	細粒分まじり砂 {SF}	—	
第3種建設発生土 (通常の施工性が確保される粘性土及びこれに準ずるもの)	第3a種	400 以上	人工材料	改良土 {I}	—	
	第3b種		砂質土	細粒分まじり砂 {SF}	—	
	第3種改良土		粘性土	シルト {M}、粘土 {C}	40%程度以下	
第4種建設発生土 (粘性土及びこれに準ずるもの(第3種建設発生土を除く))	第4a種	200 以上	火山灰質粘性土	火山灰質粘性土 {V}	—	
	第4b種		人工材料	改良土 {I}	—	
	第4種改良土		砂質土	細粒分まじり砂 {SF}	—	
			粘性土	シルト {M}、粘土 {C}	40～80%程度	
泥土*1), *9)	泥土 a	200 未満	火山灰質粘性土	火山灰質粘性土 {V}	—	
	泥土 b		有機質土	有機質土 {O}	40～80%程度	
	泥土 c		高有機質土	高有機質土 {Pt}	—	
			砂質土	細粒分まじり砂 {SF}	—	

- *1) 国土交通省令(建設業に属する事業を行う者の再生資源の利用に関する判断の基準となるべき事項を定める省令 平成13年3月29日 国交令59、建設業に属する事業を行う者の指定副産物に係る再生資源の利用の促進に関する判断の基準となるべき事項を定める省令 平成13年3月29日 国交令60)においては区分として第1種～第4種建設発生土が規定されている。
- *2) この土質区分基準は工学的判断に基づく基準であり、発生土が産業廃棄物であるか否かを定めるものではない。
- *3) 表中の第1種～第4種改良土は、土(泥土を含む)にセメントや石灰を混合し化学的安定処理したものである。例えば第3種改良土は、第4種建設発生土または泥土を安定処理し、コーン指数400kN/m²以上の性状に改良したものである。
- *4) 含水比低下、粒度調整などの物理的な処理や高分子系や無機材料による水分の土中への固定を主目的とした改良材による土質改良を行った場合は、改良土に分類されないため、処理後の性状に応じて改良土以外の細区分に分類する。
- *5) 所定の方法でモールドに締め固めた試料に対し、コーンペネトロメーターで測定したコーン指数(表-2参照)。
- *6) 計画段階(掘削前)において発生土の区分を行う必要があり、コーン指数を求めるために必要な試料を得られない場合には、土質材料の工学的分類体系((社)地盤工学会)と備考欄の含水比(地山)、掘削方法から概略の区分を選定し、掘削後所定の方法でコーン指数を測定して区分を決定する。
- *7) 土質材料の工学的分類体系における最大粒径は75mmと定められているが、それ以上の粒径を含むものについても本基準を参照して区分し、適切に利用する。
- *8) 砂及び礫と同等の品質が確保できているもの。
- *9) ・港湾、河川等のしゅんせつに伴って生ずる土砂その他これに類するものは廃棄物処理法の対象となる廃棄物ではない。(廃棄物の処理及び清掃に関する法律の施行について 昭和46年10月16日 環境43 厚生省通知)
・地山の掘削により生じる掘削物は土砂であり、土砂は廃棄物処理法の対象外である。(建設工事等から生ずる廃棄物の適正処理について 平成13年6月1日 環境産276 環境省通知)
・建設汚泥に該当するものについては、廃棄物処理法に定められた手続きにより利用が可能となり、その場合「建設汚泥処理土利用技術基準」(国官技第50号、国官総第137号、国営計第41号、平成18年6月12日)を適用するものとする。

前出の室内コーン試験結果に示すとおり、所定の突固めにより作製した各試料のコーン指数 q_c は、 $q_c=800$ (kN/m²) 以上を示す。これらの結果ならびに表5.2.1より採取試料は「第2種」の発生土となるが、一部試料において粘性土と砂質土の混合土であるものに対しては、安全を考慮して「第3種」の発生土とした。以上より、

$q_c=800$ (kN/m²) 以上を示し、かつ採取時の目視観察が「砂質土」であるもの
→「第2b種発生土」

$q_c=800$ (kN/m²) 以上を示し、かつ採取時の目視観察が「砂質土」と「粘性土」の混合土であるもの
→「第3b種発生土」

に区分した。試験結果に基づく建設発生土区分を表5.2.2に示す。

表5.2.2 室内コーン試験結果一覧表

採取地点	C-4				C-6
試料番号	C-4-1	C-4-2	C-4-3	C-4-4	C-6-1
目視による土質区分	礫混じり砂	礫混じり砂	礫混じり砂	礫混じり砂 ～ 礫混じり砂質粘土	礫混じり砂
突固め回数 回/層	25	25	25	25	25
コーン指数 q_c (kN/m ²)	9864	9806	4269	4469	5457
表5.2.1による発生土区分	第2b種	第2b種	第2b種	第3b種	第2b種
採取地点	C-6				C-7
試料番号	C-6-2	C-6-3	C-6-4	C-6-5	C-7-1
目視による土質区分	礫混じり粘土質砂	礫混じり砂 ～ 礫混じり砂質粘土	礫混じり砂	礫混じり砂	礫混じり粘土質砂
突固め回数 回/層	25	25	25	25	25
コーン指数 q_c (kN/m ²)	1377	5133	7105	3861	1191
表5.2.1による発生土区分	第2b種	第3b種	第2b種	第2b種	第2b種
採取地点	C-7	C-8		B-2	
試料番号	C-7-2	C-8-1	C-8-2	B-2-1	B-2-2
目視による土質区分	礫混じり砂	礫混じり粘土質砂	礫混じり粘土質砂	礫混じり砂	礫混じり砂 ～

					礫混じり砂 質粘土
突固め回数 回/層	25	25	25	25	25
コーン指数 qc (kN/m ²)	5617	2759	6583	6744	1840
表5. 2. 1による発生土 区分	第2b種	第3b種	第2b種	第2b種	第3b種

以降に示す表5. 2. 3の各表に建設発生土区分ごとの適用用途を示す。各表によると、「第2b種」、「第3b種」とともに建設発生土の使用にあたっては、ともに評価が高く、概ね「◎：そのまま利用が可能なもの(留意事項あり)」に区分され、一部で「○：必要な土質改良を行えば利用可能なもの」に区分される。

建設発生土の利用にあたっては、表5. 2. 3の各表を照らし合わせ適切に利用することが望ましいが、場外搬出を伴う場合、受入先の求める各種試験が土量または面積ごとに必要となることがあるため、十分な事前調査等が必要となる。

表5.2.3(1) 適用用途標準(1)

適用用途 区分		工作物の埋戻し		建築物の埋戻し※1		土木構造物の裏込め		道路用盛土			
		評価	留意事項	評価	留意事項	評価	留意事項	路床		路体	
								評価	留意事項	評価	留意事項
第1種 建設発生土 〔破砕及びこれらに準ずるもの〕	第1種	◎	最大粒径注意 粒度分布注意	◎	最大粒径注意 粒度分布注意	◎	最大粒径注意 粒度分布注意	◎	最大粒径注意 粒度分布注意	◎	最大粒径注意 粒度分布注意
	第1種改良土	◎	最大粒径注意	◎	最大粒径注意	◎	最大粒径注意	◎	最大粒径注意	◎	最大粒径注意
第2種 建設発生土 〔砂質土・礫質土及びこれらに準ずるもの〕	第2a種	◎	最大粒径注意 細粒分含有率注意	◎	最大粒径注意	◎	最大粒径注意 細粒分含有率注意	◎	最大粒径注意	◎	最大粒径注意
	第2b種	◎	細粒分含有率注意	◎		◎	細粒分含有率注意	◎		◎	
	第2種改良土	◎		◎	表層利用注意	◎		◎		◎	
第3種 建設発生土 〔通常の施工性が確保される粘性土及びこれらに準ずるもの〕	第3a種	○		◎	施工機械の選定注意	○		○		◎	施工機械の選定注意
	第3b種	○		◎	施工機械の選定注意	○		○		◎	施工機械の選定注意
	第3種改良土	○		◎	表層利用注意 施工機械の選定注意	○		○		◎	施工機械の選定注意
第4種 建設発生土 〔粘性土及びこれらに準ずるもの〕	第4a種	○		○		○		○		○	
	第4b種	△		○		△		△		○	
	第4種改良土	△		○		△		△		○	
泥土	泥土a	△		○		△		△		○	
	泥土b	△		△		△		△		△	
	泥土c	×		×		×		×		△	

〔評価〕

◎：そのまま使用が可能なもの。留意事項に使用時の注意を示した。

○：適切な土質改良（含水比低下、粒度調整、機能付加・補強、安定処理等）を行えば使用可能なもの。

△：評価が○のものと比較して、土質改良にコスト及び時間がより必要なもの。

×：良質土との混合などを行わない限り土質改良を行っても使用が不適なもの。

土質改良の定義

含水比低下：水切り、天日乾燥、水位低下掘削等を用いて、含水比の低下を図ることにより利用可能となるもの。

粒度調整：利用場所や目的によっては細粒分あるいは粗粒分の付加やふるい選別を行うことで利用可能となるもの。

機能付加・補強：固化材、水や軽量材等を混合することにより発生土に流動性、軽量性などの付加価値をつけることや補強材等による発生土の補強を行うことにより利用可能となるもの。

安定処理等：セメントや石灰による化学的安定処理と高分子系や無機材料による水分の土中への固定を主目的とした改良材による土質改良を行うことにより利用可能となるもの。

〔留意事項〕

最大粒径注意：利用用途先の材料の最大粒径、または一層の仕上り厚さが規定されているもの。

細粒分含有率注意：利用用途先の材料の細粒分含有率の範囲が規定されているもの。

礫混入率注意：利用用途先の材料の礫混入率が規定されているもの。

粒度分布注意：液状化や土粒子の流出などの点で問題があり、利用場所や目的によっては粒度分布に注意を要するもの。

透水性注意：透水性が高く、難透水性が要求される部位への利用は適さないもの。

表層利用注意：表面への露出により植生や築造等に影響を及ぼすおそれのあるもの。

施工機械の選定注意：過転圧などの点で問題があり、締固め等の施工機械の接地圧に注意を要するもの。

淡水域利用注意：淡水域に利用する場合、水域の pH が上昇する可能性があり、注意を要するもの。

〔備考〕

本表に例示のない適用用途に発生土を使用する場合は、本表に例示された適用用途の中で類似するものを準用する。

※1 建築物の埋戻し：一定の強度が必要な埋戻しの場合は、工作物の埋戻しを準用する。

※2 水面埋立て：水面上へ土砂等が出た後については、利用目的別の留意点（地盤改良、締固め等）を別途考慮するものとする。

表5.2.3(2) 適用用途標準(2)

適用用途 区分		河川築堤				土地造成			
		高規格堤防		一般堤防		宅地造成		公園・緑地造成	
		評価	留意事項	評価	留意事項	評価	留意事項	評価	留意事項
第1種 建設発生土 (砂、礫及びこれらに準ずるもの)	第1種	◎	最大粒径注意 礫混入率注意 透水性注意 表層利用注意	○		◎	最大粒径注意 礫混入率注意 表層利用注意	◎	表層利用注意
	第1種 改良土	◎	最大粒径注意 礫混入率注意 透水性注意 表層利用注意	○		◎	最大粒径注意 礫混入率注意 表層利用注意	◎	表層利用注意
第2種 建設発生土 (砂質土、礫質土及びこれらに準ずるもの)	第2a種	◎	最大粒径注意 礫混入率注意 粒度分布注意 透水性注意 表層利用注意	◎	最大粒径注意 粒度分布注意 透水性注意	◎	最大粒径注意 礫混入率注意 表層利用注意	◎	表層利用注意
	第2b種	◎	粒度分布注意	◎	粒度分布注意	◎		◎	
	第2種 改良土	◎	表層利用注意	◎	表層利用注意	◎	表層利用注意	◎	表層利用注意
第3種 建設発生土 (通常の施工性が確保される粘性土及びこれらに準ずるもの)	第3a種	◎	粒度分布注意 施工機械の選定注意	◎	粒度分布注意 施工機械の選定注意	◎	施工機械の選定注意	◎	施工機械の選定注意
	第3b種	◎	粒度分布注意 施工機械の選定注意	◎	粒度分布注意 施工機械の選定注意	◎	施工機械の選定注意	◎	施工機械の選定注意
	第3種 改良土	◎	表層利用注意 施工機械の選定注意	◎	表層利用注意 施工機械の選定注意	◎	表層利用注意 施工機械の選定注意	◎	表層利用注意 施工機械の選定注意
第4種 建設発生土 (粘性土及びこれらに準ずるもの)	第4a種	○		○		○		○	
	第4b種	○		○		○		○	
	第4種 改良土	○		○		○		○	
粘土	粘土a	○		○		○		○	
	粘土b	△		△		△		△	
	粘土c	×		×		×		△	

表5.2.3(3) 適用用途標準(3)

適用用途 区分		鉄道盛土		空港盛土		水面埋立 ^{※2}	
		評価	留意事項	評価	留意事項	評価	留意事項
第1種 建設発生土 (砂、礫及びこれらに準ずるもの)	第1種	◎	最大粒径注意 粒度分布注意	◎	最大粒径注意 粒度分布注意	◎	粒度分布注意 淡水域利用注意
	第1種 改良土	◎	最大粒径注意	◎	最大粒径注意	◎	淡水域 利用注意
第2種 建設発生土 (砂質土、礫質土及びこれらに準ずるもの)	第2a種	◎	最大粒径注意	◎	最大粒径注意	◎	
	第2b種	◎		◎		◎	粒度分布注意
	第2種 改良土	◎		◎		◎	淡水域 利用注意
第3種 建設発生土 (通常の施工性が確保される粘性土及びこれらに準ずるもの)	第3a種	○		◎	施工機械の選定注意	◎	粒度分布注意
	第3b種	○		◎	施工機械の選定注意	◎	
	第3種 改良土	○		◎	施工機械の選定注意	◎	淡水域 利用注意
第4種 建設発生土 (粘性土及びこれらに準ずるもの)	第4a種	○		○		◎	粒度分布注意
	第4b種	△		○		◎	
	第4種 改良土	△		○		◎	淡水域 利用注意
粘土	粘土a	△		○		○	
	粘土b	△		△		○	
	粘土c	×		×		△	