2.2　地盤条件

2.2.1　土質調査の概要

土質調査の実施箇所の概要を図 2.2-1、土質調査の基本的な考え方を表 2.2-1 に示す。

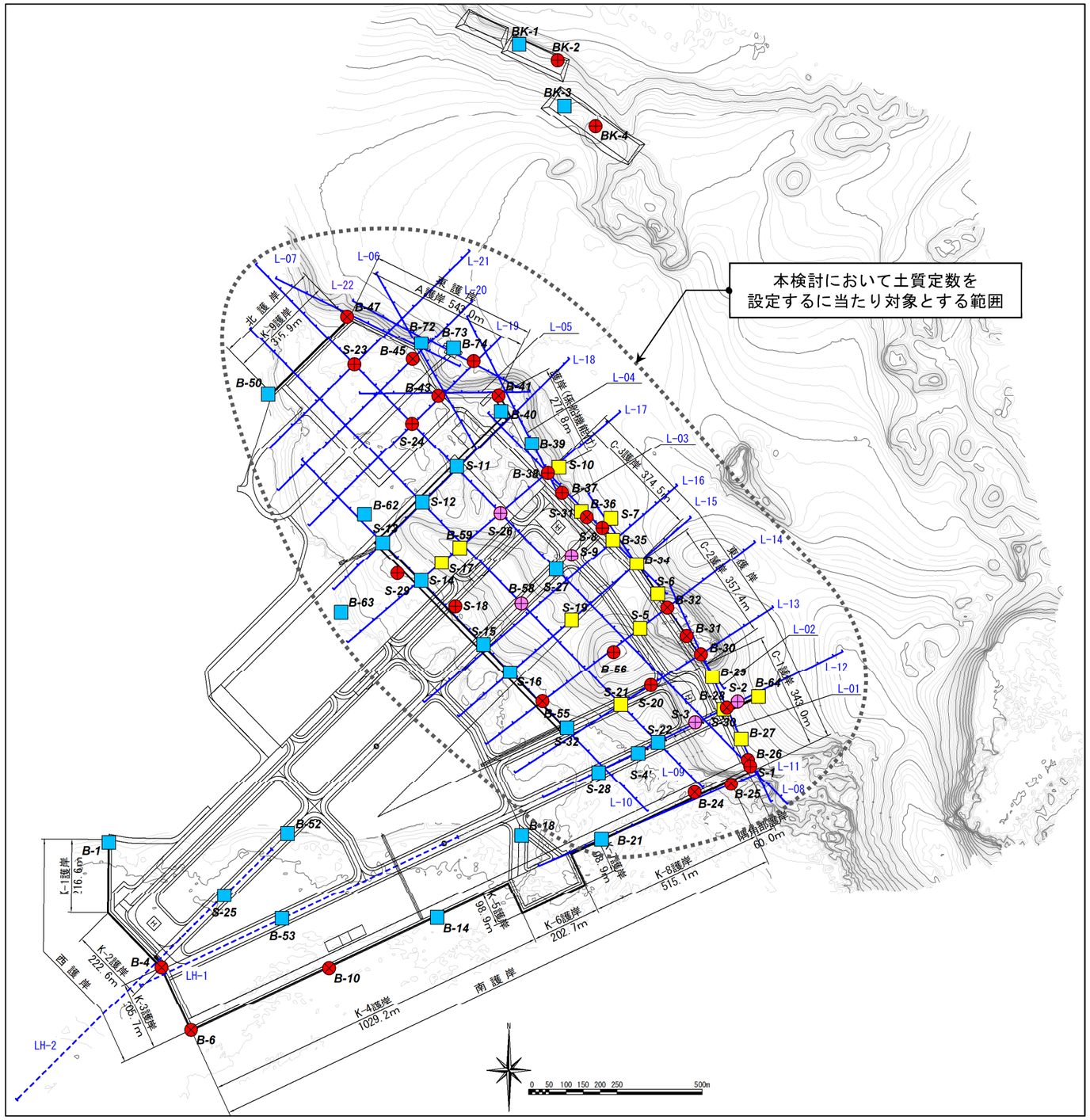


図 2.2-1　土質調査の実施箇所

表 2.2-1　大浦湾側の土質調査の基本的な考え方

■土質調査の基本的な考え方

- 護岸法線、海底地形を基に設定した図2.2-2に示す各調査エリアの両端部、中央部付近及び法線変化点等を対象として調査地点を設定し、土質調査を実施した。
- 土質調査地点間の地層の成層状態を把握することを目的として音波探査を実施した。
- 土質調査地点間及び音波探査において、地層境界が不明瞭な箇所の把握等を目的として、更なる土質調査を実施した。

■土質調査の内容

分類	凡例	数量	サンプリング	室内試験	サウンディング
ボーリング	⊕	29地点	乱れの少ない試料（3m毎に1m）	物理試験 力学試験	N値（3m毎に2回）
			乱された試料（3m毎に2m）	物理試験	
	⊕	5地点	乱れの少ない試料（1m毎）	物理試験 力学試験	―
	■	27地点	乱された試料（1m毎）	物理試験	N値（1m毎に1回）
ＣＰＴ※	■	15地点	乱された試料（4m毎に1m）	物理試験	CPT（4m毎に3回）
音波探査	―	22測線	―	―	―
弾性波探査	―	2測線	―	―	―

※「港湾の施設の技術上の基準・同解説（平成 30 年 5 月）」P.332 より以下抜粋

「調査地点間のデータを補間するために多くの地点を必要とする場合等には、より簡便に調査を実施できる電気式コーン貫入試験は、有用な調査手法となる。」

2.2.2　土質調査結果の分析

(1) 地層構成

ボーリング調査結果に基づいて地盤の地層分布に関する解析・整理を行い、地層の空間的な分布の把握が可能な三次元地盤モデルを作成した。図 2.2-13 に三次元地盤モデルをパネルダイヤグラム表示したものを示す。

大浦湾の埋立計画地内には、図 2.2-13 中に示す A-A’測線に沿う形の埋没谷があり、それを埋める形で主要な沖積層が堆積している。

図 2.2-14 に埋没谷部の地質推定断面図を示す。埋没谷の下部には、有機物を含む黒色の粘性土が堆積している層が見られる※13。同層は、有機物を含み、土粒子の密度や色調といった物理的な特性が上部の Avf-c 層と異なり、また、後に記載するとおり、工学的特性にも違いがあるため、Avf-c2 層として細分した。Avf-c と Avf-c2 層の地層境界は、土粒子の密度や色調の相違等を参考として図 2.2-14 に示すとおり定めた。埋没谷を埋める主要な沖積層の地層分布図を図 2.2-15 に、主要な沖積層の分布状況を図 2.2-16 に示す。

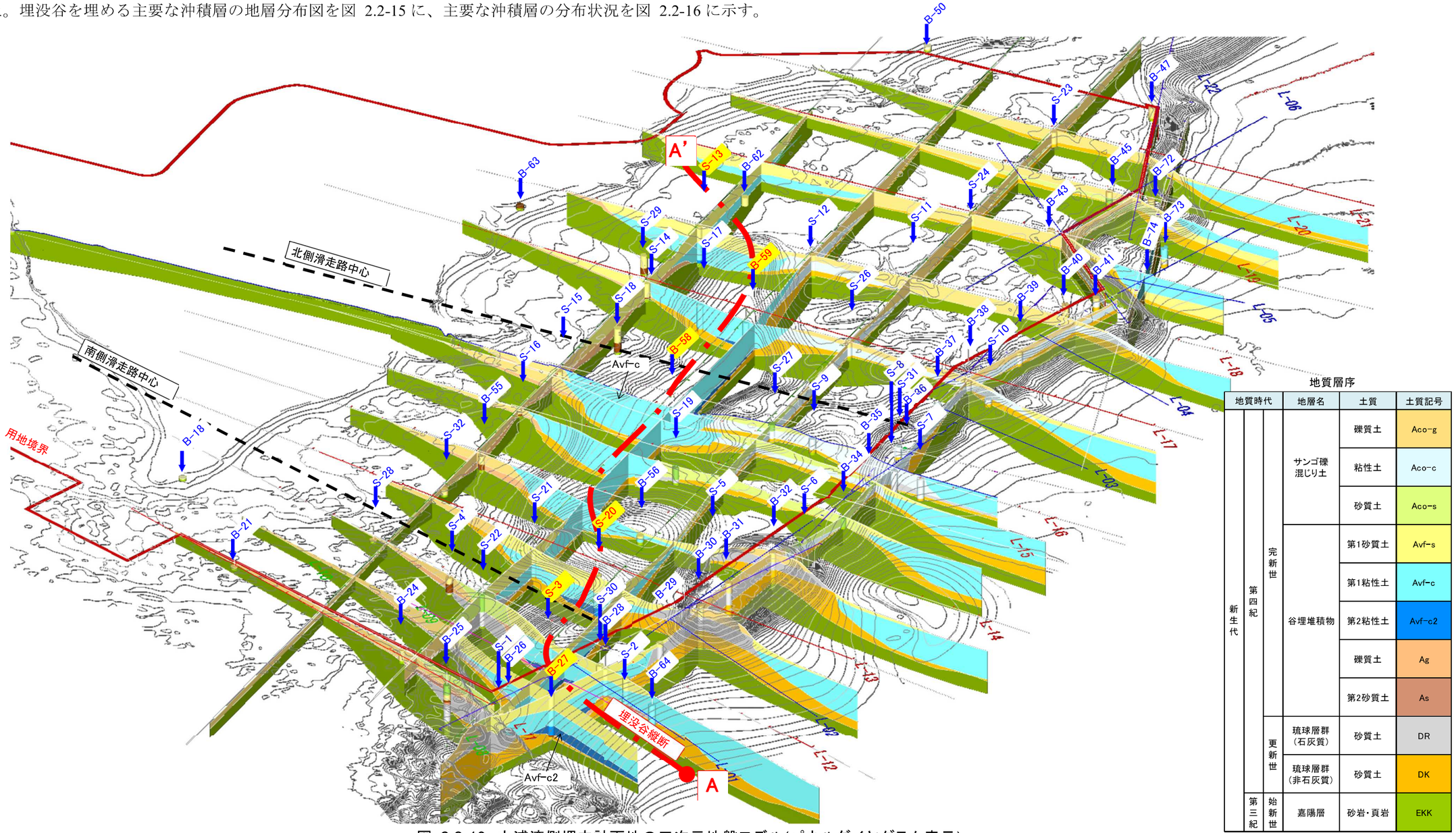


図 2.2-13　大浦湾側埋立計画地の三次元地盤モデル(パネルダイヤグラム表示)

（別紙図面３）

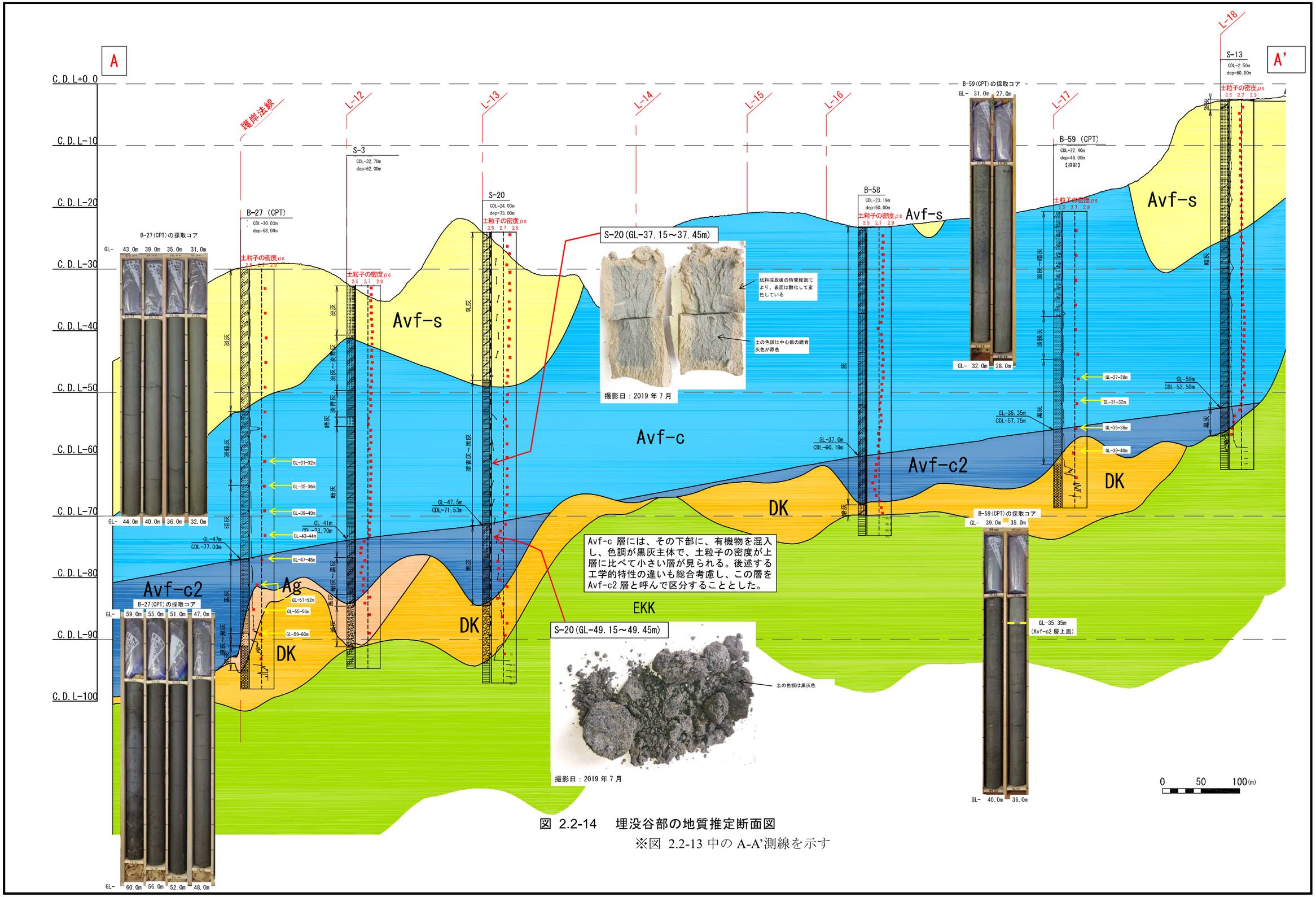
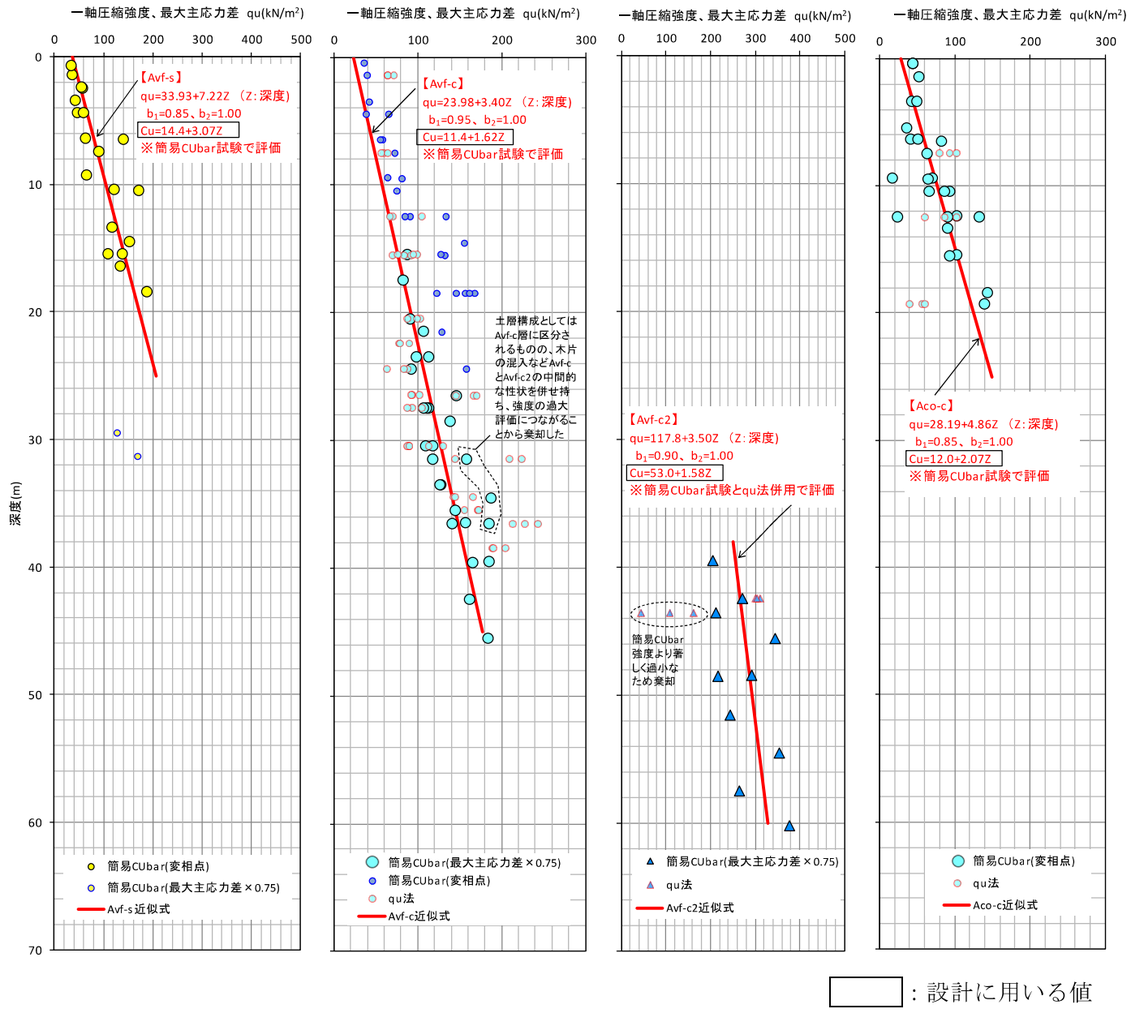


図 2.2-14　埋没谷部の地質推定断面図

※図 2.2-13 中の A-A'測線を示す

（別紙図面４）



：設計に用いる値

図 2.2-25 粘性土及び中間土のせん断強度(非排水)

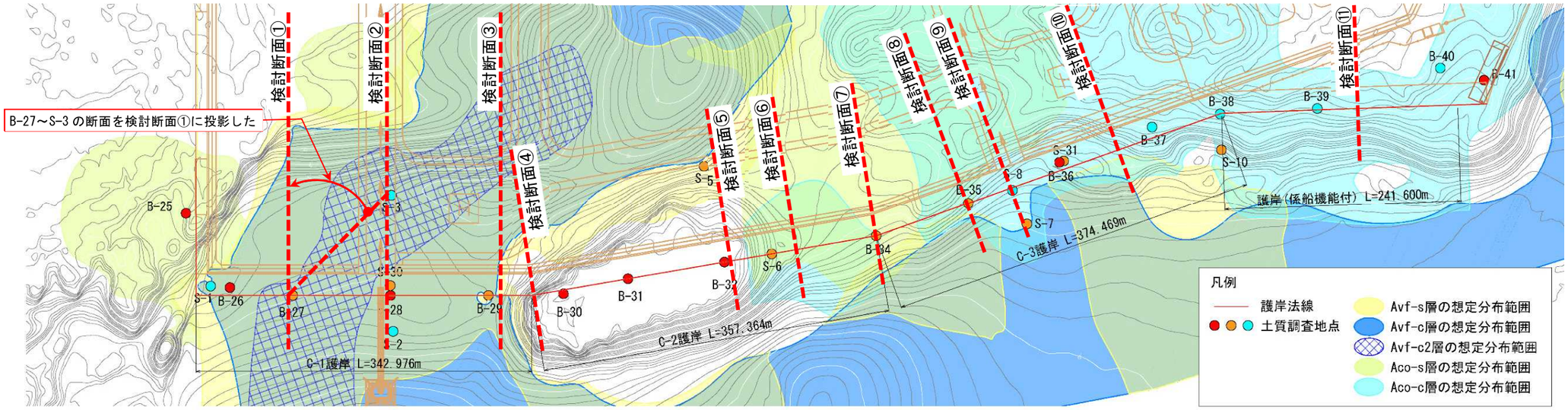
表 2.2-15 地層別の設計に用いるせん断強度

土質区分	強度設定の区分	非排水強度			排水強度		
		Cu (kN/m²)	φ (度)	設定の考え方	C_D (kN/m²)	ϕ_D (度)	設定の考え方
Avf-s	中間土	14.4+3.07Z (Zの基準：GL±0.0)	0	簡易CUbar(変相点), (b1=0.85, b2=1.00), CV=0.28, n=19	0	37	三軸CD試験による強度 (b1=0.95, b2=1.00), CV=0.11, n=39
Avf-c	粘性土	11.4+1.62Z (Zの基準：GL±0.0)	0	簡易CUbar (最大主応力差×0.75), (b1=0.95, b2=1.00), CV=0.11, n=24	圧密による強度増加を考慮		強度増加率は、三軸圧縮試験結果の平均値で設定
Avf-c2	粘性土	53.0+1.58Z (Zの基準：GL±0.0)	0	簡易CUbar (最大主応力差×0.75), qu法, (b1=0.90, b2=1.00), CV=0.18, n=13	圧密による強度増加を考慮		強度増加率は、三軸圧縮試験結果の平均値で設定
Aco-c	中間土	12.0+2.07Z (Zの基準：GL±0.0)	0	簡易CUbar(変相点), (b1=0.85, b2=1.00), CV=0.33, n=25	0	36	三軸CD試験による強度 (b1=0.90, b2=1.00), CV=0.16, n=16
Aco-s	砂質土	—	—	—	0	33	三軸CD試験による強度 (b1=0.95, b2=0.75), CV=0.14, n=2
Aco-g	砂質土	—	—	—	0	40	三軸CD試験による強度 (b1=0.95, b2=1.00), CV=0.15, n=32
As	砂質土	—	—	—	0	32	三軸CD試験による強度 (1地点のデータ(n=1)であるため、補正なし)
Ag	砂質土	—	—	—	0	34	三軸CD試験による強度 (b1=1.00, b2=0.83), CV=0.09, n=3
DR	砂質土	—	—	—	0	32	三軸CD試験による強度 (b1=0.95, b2=0.94), CV=0.14, n=9
DK	砂質土	—	—	—	0	30	三軸CD試験による強度 (b1=0.95, b2=0.93), CV=0.10, n=7
EKK	基盤	—	—	—	—	—	—

CV：変動係数

（別紙図面５）

C-1～C-3 護岸及び護岸（係船機能付）平面図



C-1～C-3 護岸及び護岸（係船機能付）縦断図

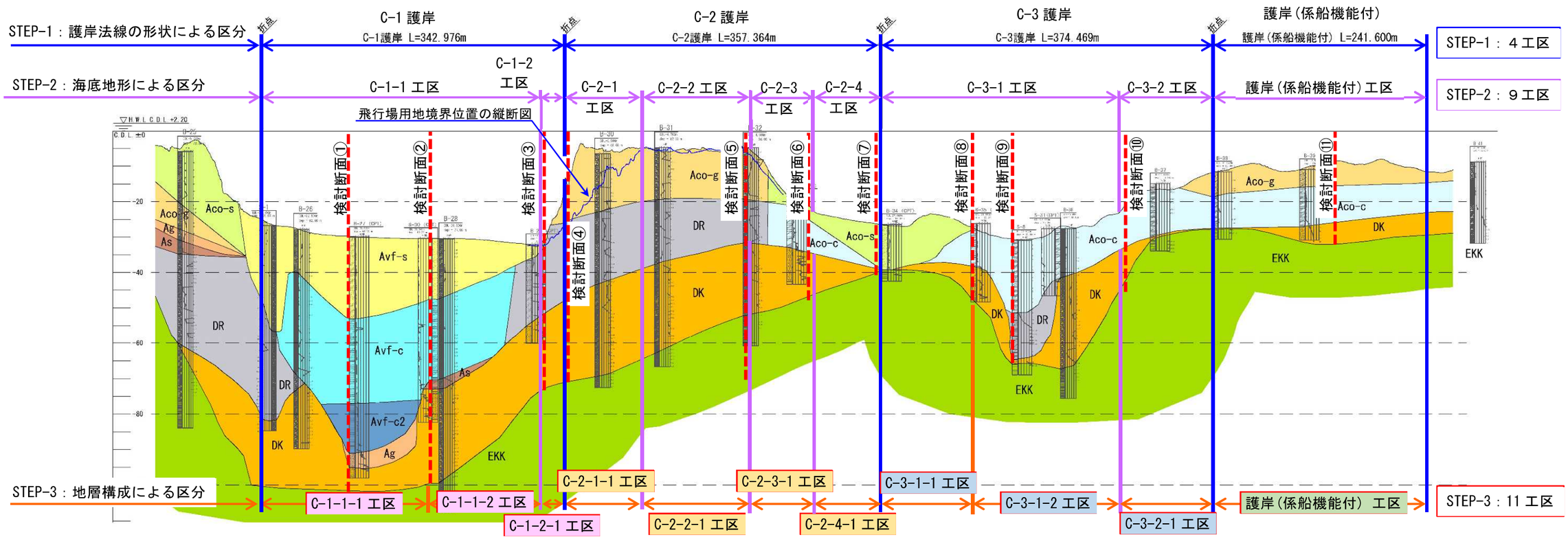


図 2.2-1 設計工区及び検討断面位置の検討結果

2.7　C-1～C-3 護岸及び護岸（係船機能付）の標準断面

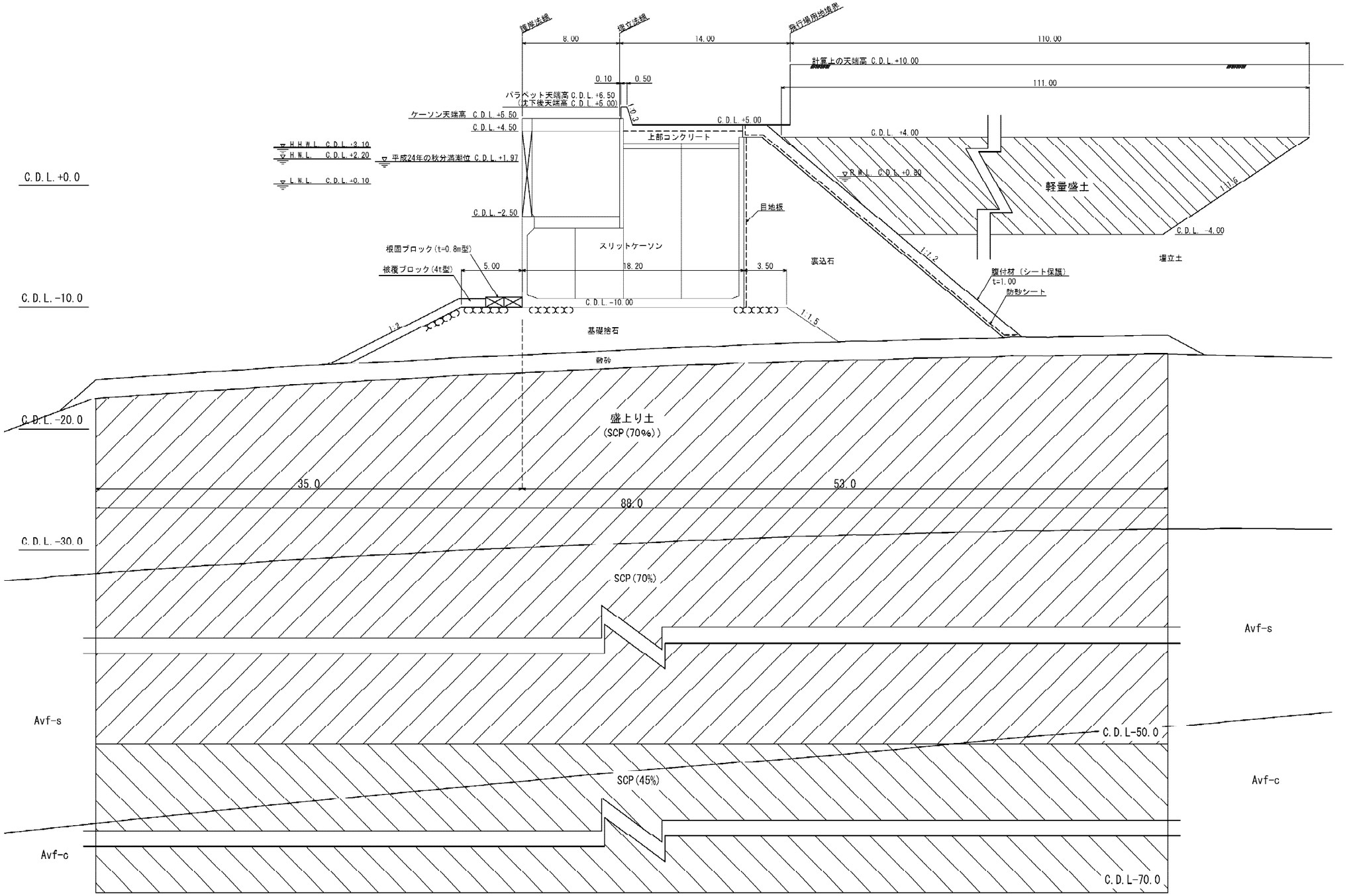


図 2.7-1 標準断面図（C-1-1-1 工区）

（別紙図面６）

２３１

5. 全体工程

5.1 全体工程の考え方

「3. 基本工程の作成」及び「4. 工程短縮の検討」を踏まえ、全体工程を設定するものとし、全体工程に対する埋立計画平面図を図 5.1-1 に示す。

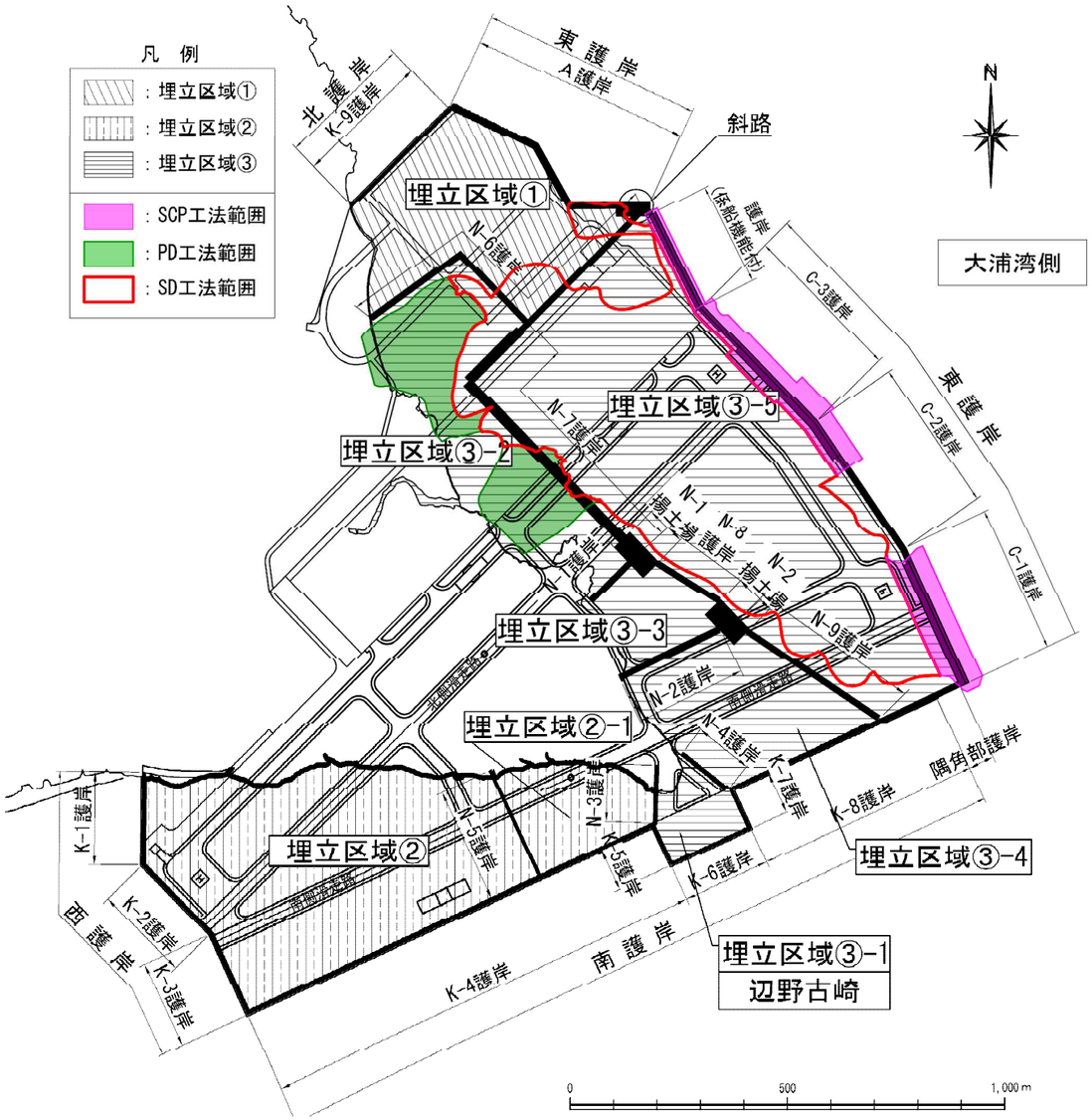


図 5.1-1 全体工程における埋立計画平面図

5.2 全体工程の設定

全体工程を表 5.2-1 及び表 5.2-2 に示し、全体工程の主な条件を以下に整理する。

(1) 地盤改良工（SCP 工法）

- 全体工程のクリティカルパスとなる C-1 護岸は SCP 工法の船団を 3 船団配置する。
- C-2、C-3 護岸及び護岸（係船機能付）は順次施工し、C-1 護岸とほぼ同時期に終えるように SCP 工法の船団を C-2 及び C-3 護岸は 2 船団~3 船団、護岸（係船機能付）は 2 船団配置する。

(2) 地盤改良工（SD 工法）

- SD 船は SCP 船を艤装して使用することから、SD 工法の工程は、SCP 工法の船団数を考慮する。
- 護岸直下の SCP 工法による施工を行った船団は、クリティカルパス上の工種である C-1 護岸背後の SD 工法による施工から開始する 3 船団と、C-2、C-3 護岸及び護岸（係船機能付）の背後の SD 工法による施工から開始する 2 船団に分かれて施工する。

(3) 護岸工（ケーソン式護岸）

- HB ケーソンは、工程短縮を目的として、断面が大きくなる区間及び全体工程のクリティカルパスとなる C-1 護岸に設置するものとし、HB ケーソンは 13 函、RC ケーソンは 24 函とする。
- ケーソン据付は 2 班とし、ケーソン函の据付は月 2 函/班とする。

(4) 護岸工（A護岸）

- 鋼管矢板打設は、ウォータジェット併用バイブロハンマ工法による。
- 全体工程のクリティカルとならないため、鋼管矢板打設は 1 船団とする。

(5) 埋立工

- 基本的には外周護岸閉合後にリクレーマ船で揚土し、所要の高さまでフローティングベルトコンベアにより直接投入・埋立後、ホイルローダ等にてダンプトラック・重ダンプトラックへ積込み、揚土箇所から埋立場所まで陸送する。
- 海上埋立のリクレーマ船は、C-1～C-3 護岸及び護岸（係船機能付）に 5 船団、A 護岸は 2 船団配置する。
- 外周護岸閉合後の埋立区域③-5 の埋立の工程の短縮を目的として、外周護岸閉合前に汚濁拡散低減効果のあるトレミー船による先行埋立を 1 船団で行う。

(6) 中仕切護岸

- 工程短縮を目的として、大浦湾側浅瀬の埋立を早期に行うため、中仕切護岸 N-1、N-2、N-6～N-9 を設置し陸上から埋立を行う。
- ダム切土（締固め後土量 191 万 m^3）は、埋立区域③-2 の埋立材として利用し、早期に陸上から埋立する。
- 埋立区域①及び埋立区域③-2 を先行して埋め立てることで、飛行場施設における建築工事の着手時期を早める。

■照査結果

施工時及び完成時の照査結果を図 8.2-3 及び図 8.2-4 に示す。

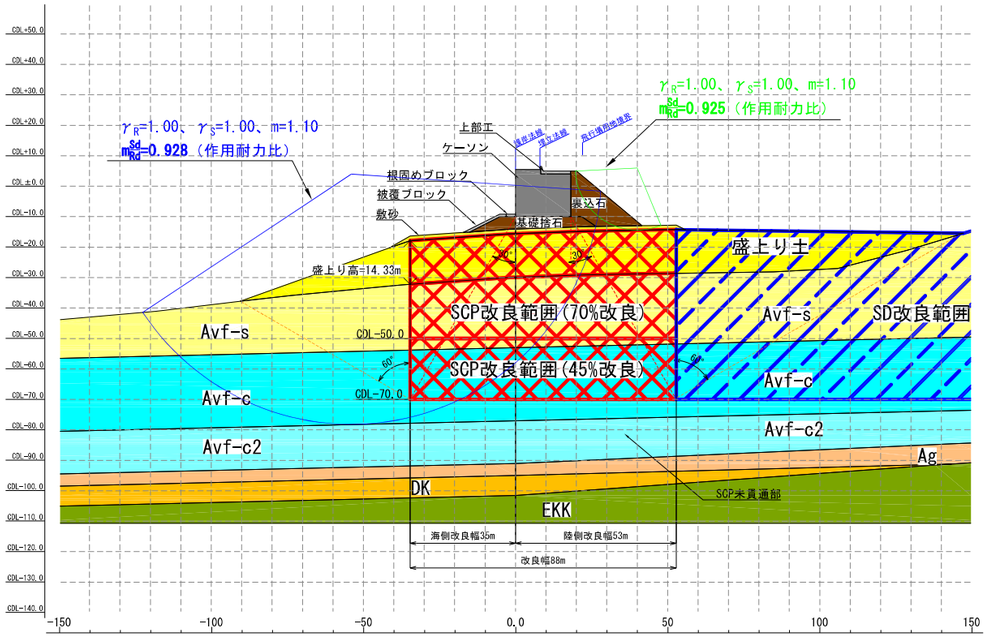


図 8.2-3 C-1-1-1 工区の地盤の安定性能照査結果（施工時）

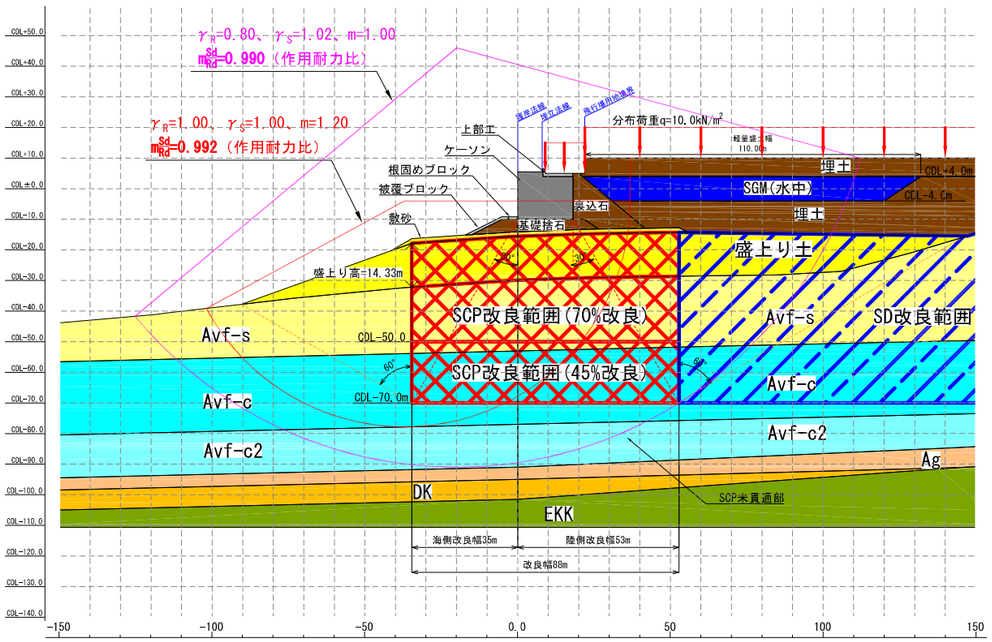


図 8.2-4 C-1-1-1 工区の地盤の安定性能照査結果（完成時）

■全工区の照査結果

全ての工区※8.2-3 において、作用耐力比を満足（1.00 以下）する結果となった。

よって、第２回技術検討会において提示した全ての工区の地盤改良範囲及び深度を決定諸元とした。

表 8.2-3 C-1～C-3 護岸及び護岸（係船機能付）の地盤の安定に対する照査結果一覧

区分＼工区	C-1護岸		C-2護岸		C-3護岸			護岸（係船機能付）
	C-1-1-1	C-1-1-2	C-2-3-1	C-2-4-1	C-3-1-1	C-3-1-2	C-3-2-1	
作用耐力比(施工時)	0.928	0.971	0.872	0.985	0.894	0.986	0.997	0.859
作用耐力比(完成時)	0.992	0.995	0.976	0.998	0.996	0.863	0.984	0.965

※完成時は、圧密度を考慮した強度増加を見込んでいるが、施工時は、強度増加は見込んでいない。

結果

・盛上り土の高さの算出結果

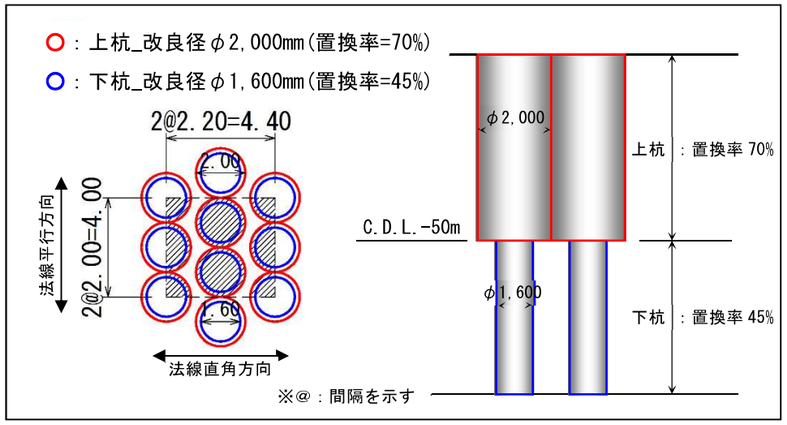
・前提条件

ＳＣＰ工法の砂杭径は、C.D.L.-50ｍ以浅を拡径φ2,000mm、C.D.L.-50 から C.D.L.-70ｍまでを拡径φ1,600mm とし、置換率は 70％（φ2,000mm）、45%(φ1,600mm)とした。（図 2.5-1）

改良深度は後述する地盤の安定性能照査から C.D.L.-70m とした。改良幅はスリットケーソン底板から 30 度分散を考慮した範囲とした。（図 2.5-1）

・算出結果

表 2.5-1 のとおり。



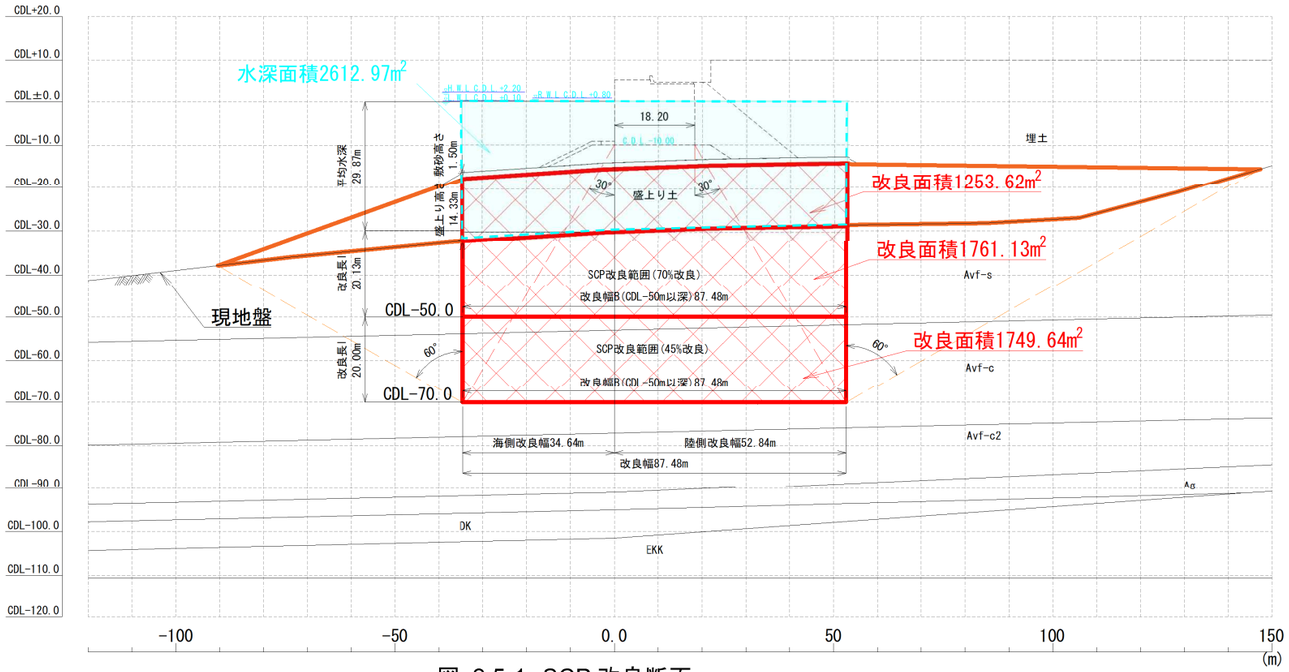


図 2.5-1 SCP 改良断面

表 2.5-1 盛上り土の高さの算出結果

項目			単位	C.D.L.-50m 以浅（A）	C.D.L.-50m 以深（B）	備考
地盤改良諸元（ＳＣＰ）	①	改良径φ	mm	2,000	1,600	図面より
	②	改良面積	㎡	1761.13	1749.64	図面より
	③	水深面積	㎡	2612.97	－	図面より
	④	改良幅B	m	87.48	87.48	図面より
	⑤	改良長L	m	20.13	20.00	②/④
	⑥	平均水深	m	-29.87	－	③/④
	⑦	置換率as		0.70	0.45	
現地盤の盛上り	⑧	盛上り率μ		0.66	0.46	(A)は式ⅰ、(B)は式ⅱ（※１）
	⑨	改良下端	m	-50.00	-70.00	図面より
	⑩	平均砂杭長Lo	m	20.13	40.13	⑥-⑨
	⑪	影響角度θ	°	60	60	「港湾の施設の技術上の基準・同解説（平成30年5月）」P.820※2.5.1-4より
	⑫	tanθ		1.73	1.73	
	盛上高Ⅰ			6.69	2.30	式ⅲ（※１）
上記の盛上り土の改良に伴う盛上り	⑬	改良長L	m	8.99	－	盛上高Ⅰの(A)+盛上高Ⅰの(B)
	⑭	盛上り率μ		1.00		式ⅰ（※１）
	⑮	平均砂杭長Lo	m	8.99		⑬
	⑯	影響角度θ	°	60		「港湾の施設の技術上の基準・同解説（平成30年5月）」P.820※2.5.1-4より
	⑰	tanθ		1.73		
	盛上高Ⅱ			5.34		式ⅲ（※１）
盛上高合計			m	14.33		盛上高Ⅰの(A)+盛上高Ⅰの(B)+盛上高Ⅱ

※1:隆起率μ、盛上り高Ｈの算定式

$\mu = 0.718\,as + 2.117 \times L^{-1} + 0.056$　（拡径φ2.0m の場合）…… 式i

$\mu = 0.678\,as + 1.999 \times L^{-1} + 0.053$　（拡径φ1.6m の場合）…… 式ii

$H = (\mu \cdot as \cdot B \cdot \ell)/(B + Lo \cdot \tan\theta)$ …… 式iii

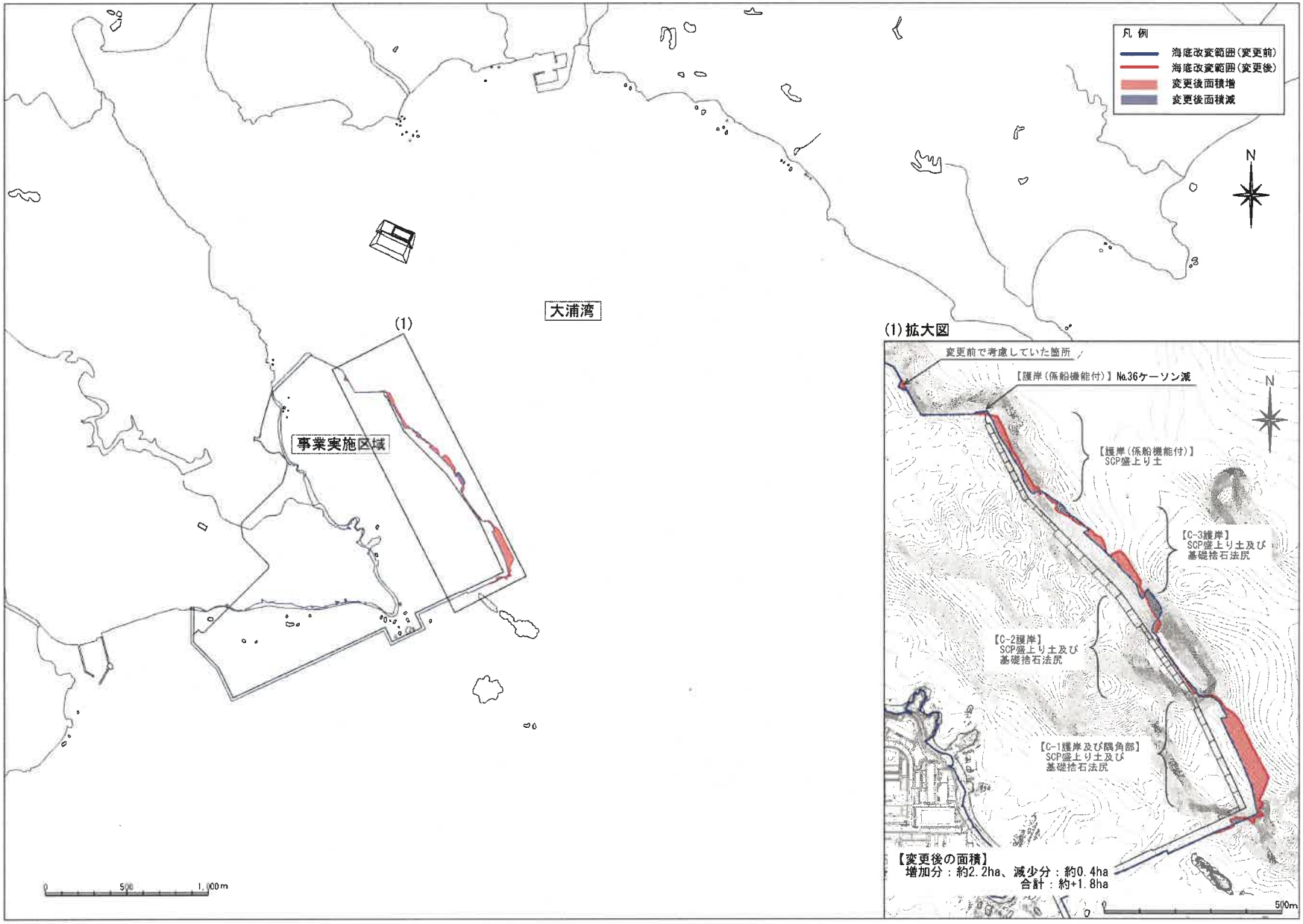
算定式の出典は下記の通り。

式 ⅰ、ⅱ　：「サンドコンパクションパイル打設に伴う粘性土地盤の隆起形状の予測　第 31 回地盤工学研究発表会」P.83～84

式 ⅲ　：「打戻し施工によるサンドコンパクションパイル工法設計・施工マニュアル」P.32～33

添付資料23　質問事項10.(2)、12.2.11【海域生物】(3)に係る資料

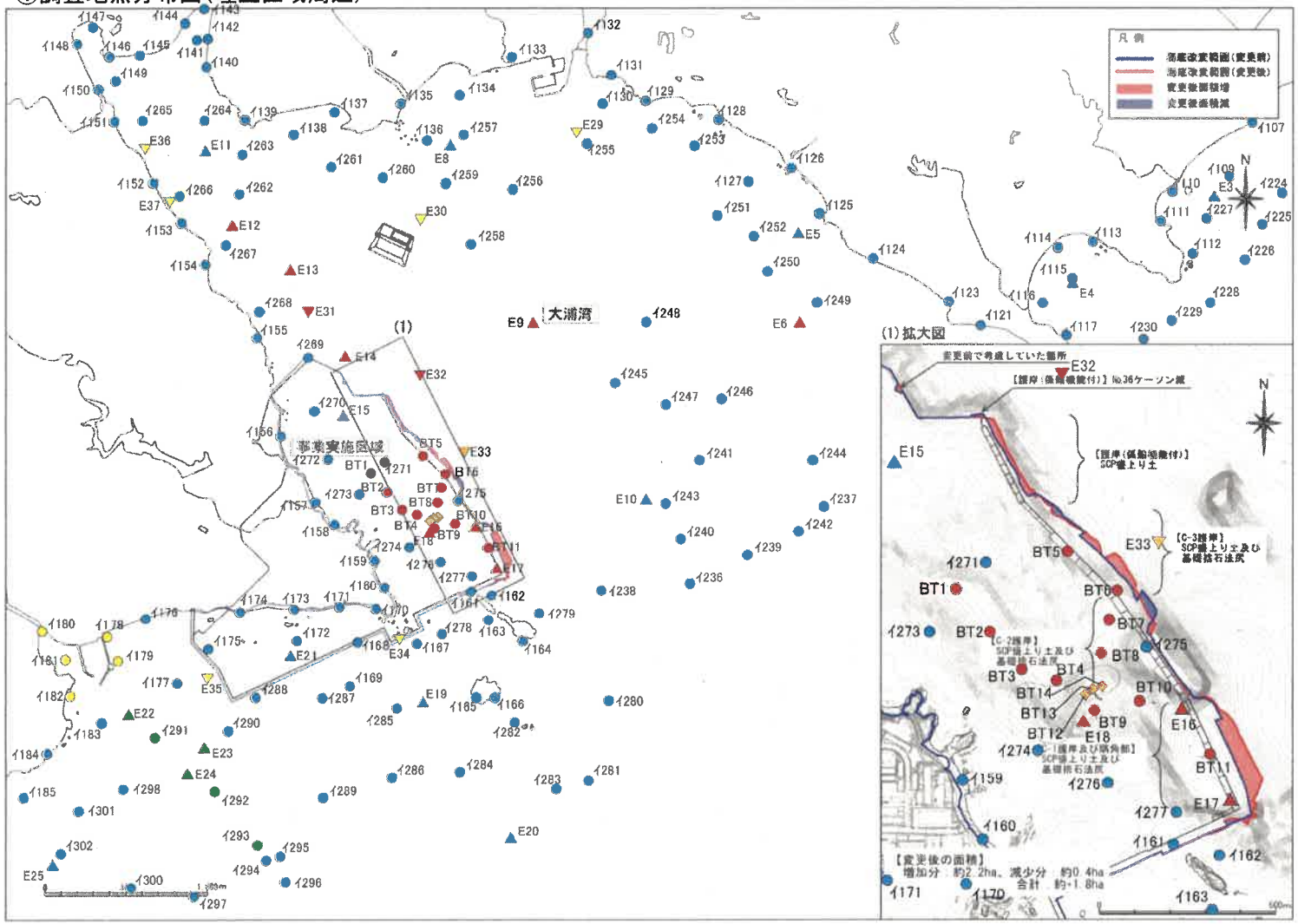
地盤改良に伴う改変範囲は下図に示す通りです。



既往調査地点と変更前後の海底改変範囲の重ね合わせ

乙Ａ第１００号証

①調査地点分布図（埋立区域周辺）



＜調査地点の凡例＞

既往調査地点			
調査項目	調査実施時期	地点数	凡例
インベントリー調査	平成19年度（夏季）～26年度（春季）	212地点	●
	平成19年度（夏季）～22年度（夏季）、平成23年度（夏季）～26年度（春季）	5地点	●
	平成19年度（夏季）～22年度（夏季）	3地点	●
マクロベントス調査	平成19年度（夏季）～26年度（春季）	25地点	▲ ▲
	平成20年度（春季）～26年度（春季）	9地点	▼ ▼ ▼
	平成19年度（夏季）～22年度（夏季）	3地点	▲

20m以深ベントス調査地点 40m以深ベントス調査地点		
水深	地点数	凡例
20m～40m	21地点	● ▲ ▼
40m以深	4地点	◆ ▼

注）1. 図中の既往調査地点は平成19年度（夏季）～平成26年度（春季）にインベントリー調査及びマクロベントス調査を実施した調査地点を示す。ただし、以下の調査地点については、それぞれ右記の期間に調査を実施している。

- インベントリー調査　I178～I182（●）：平成19年度（夏季）～平成22年度（夏季）、平成23年度（夏季）～平成26年度（春季）
  I291～I293（●）：平成19年度（夏季）～平成22年度（夏季）
- マクロベントス調査　E29～E37（▼▼▼）：平成20年度（春季）～平成26年度（春季）
  E22～E24（▲）：平成19年度（夏季）～平成22年度（夏季）

2. 既往調査地点のうち以下に示す地点については、環境監視調査として現在も調査を実施している。

- インベントリー調査　：I110～I112, I133, I137, I139, I143, I144, I146, I150, I151, I155, I190～I193, I195, I198, I207, I256, I260, I302, I307, I310, I311
- マクロベントス調査　：E8, E25, E27, E37