

資料 1－4
第 1 回
淀川左岸線（2 期）事業 に関する技術検討委員会

淀川堤防の機能を満足するための考え方について

平成 23 年 5 月 13 日

目 次

page

1	現況堤防の特徴	1
2	これまでの検討結果と課題	7
2.1	これまでの検討内容	7
2.1.1	これまでの検討モデル及び検討項目	7
2.1.2	これまでの検討の検討条件	8
2.2	浸透に対する影響検討（完成時・施工時）	11
2.2.1	浸透に対する影響検討（完成時）	11
2.2.2	浸透に対する影響検討（施工時）	21
2.3	地震に対する影響検討（完成時・施工時）	26
2.3.1	地震に対する影響検討（完成時）	26
2.3.2	地震に対する影響検討（施工時）	32
2.4	地盤変状に対する影響検討	37
2.5	交通振動に対する影響検討	44
2.6	河川環境に配慮した施工法の検討	46
2.6.1	施工計画の基本的な考え方	46
2.6.2	土留鋼矢板の取り扱い	49
2.7	実施上の課題	50
3	本委員会での審議内容	51
3.1	河川管理者の視点	51
3.1.1	基本方針	51
3.1.2	堤防として要求する機能（照査項目案）	52
3.2	基本条件の整理	58
3.2.1	検討（解析）断面の設定	58
3.2.2	土質定数の設定	60
3.2.3	前委員会当時の適用基準と現在の堤防安定に関する技術基準	66
3.3	検討（解析）の手順	73
3.3.1	検討（解析）フロー	73
3.3.2	検討断面のグルーピング	75
3.3.3	土留鋼矢板の取り扱い（検討条件の整理）	83
3.3.4	耐浸透機能	84
3.3.5	耐震機能	89
3.3.6	構造的（長期）安定性[交通振動]	98

1 現況堤防の特徴

1.1 淀川下流域の地質

大阪湾に面する大阪盆地は、北を北摂～六甲山地、東を生駒～金剛山地、西を淡路島、南を和泉山地に囲まれ、その内部に丘陵、大地、平野が発達している。

図 1.1.1 に大阪盆地の地質図を、図 1.1.2 に淀川左岸堤防の土質縦断図を示す。

淀川左岸線(2期)は、大阪湾に注ぐ淀川の河口 4～8km 付近に位置する。これは大阪平野の西側に位置し、大阪湾沿岸部に広く卓越する沖積層の分布地域である。

また、淀川の下流域の平野は、花崗岩等の上に大阪層群が厚く被覆する地質を形成しており、河口から上町台地までの区間は、地盤工学的に問題となる As が層厚 5m～10m、Ac が層厚 10m～15m と厚く堆積している。

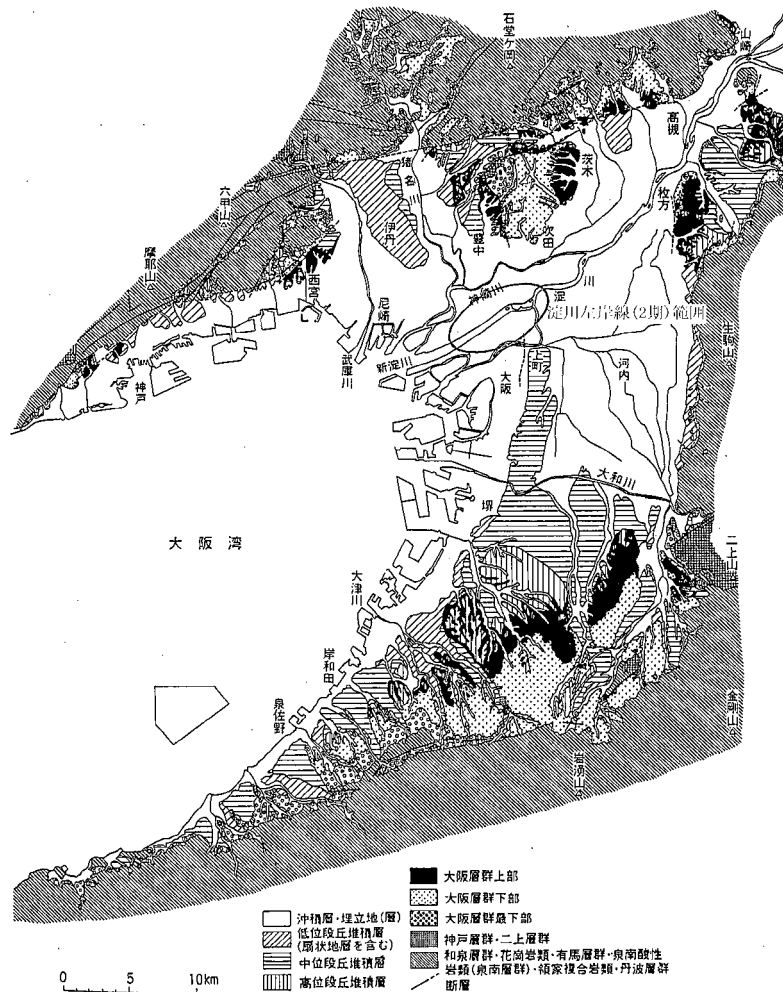


図 1.1.1 大阪盆地の地質図

図 1.1.3 に治水地形分類図を示す。淀川左岸線(2期)区間は、明治 30 年代から 40 年代にかけ、淀川改良工事の一環として、新淀川放水路の開削に併せ堤防の築堤が行われた箇所であり、氾濫平野に位置し、一部に旧河道が存在している。

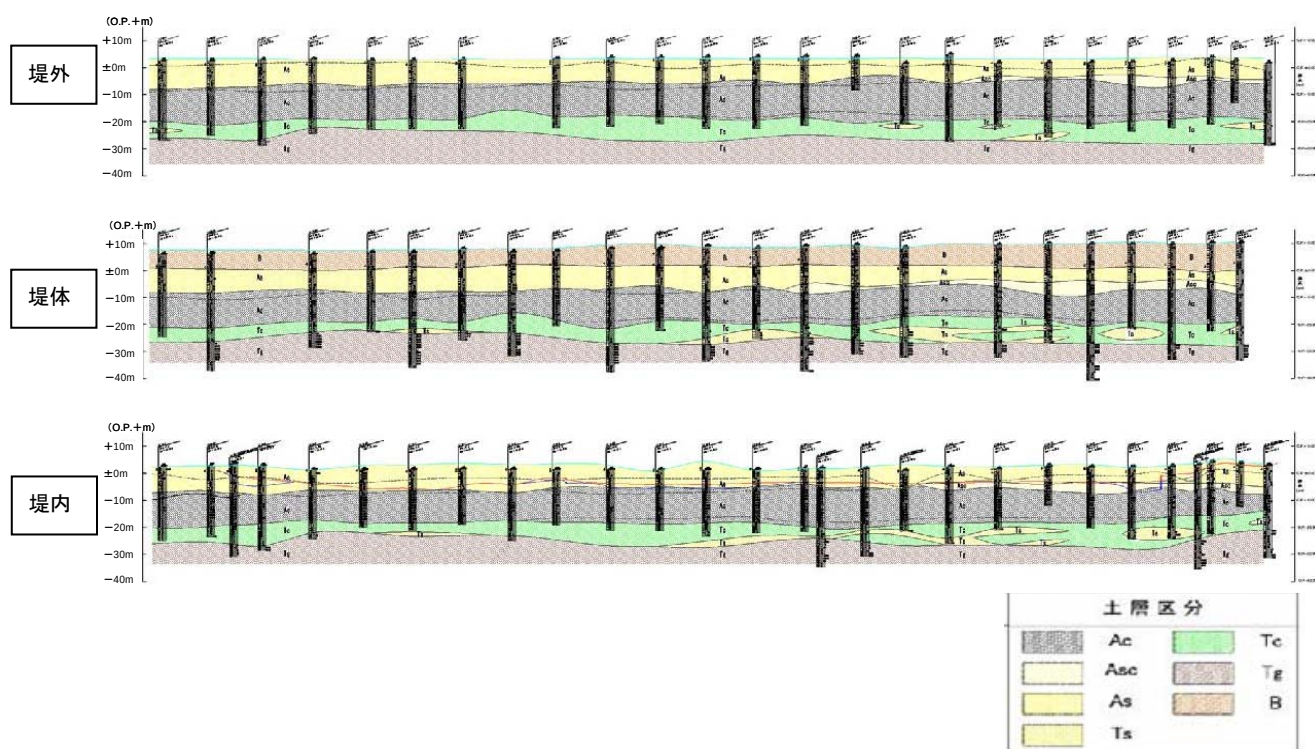


図 1.1.2 淀川左岸堤防の土質縦断面図

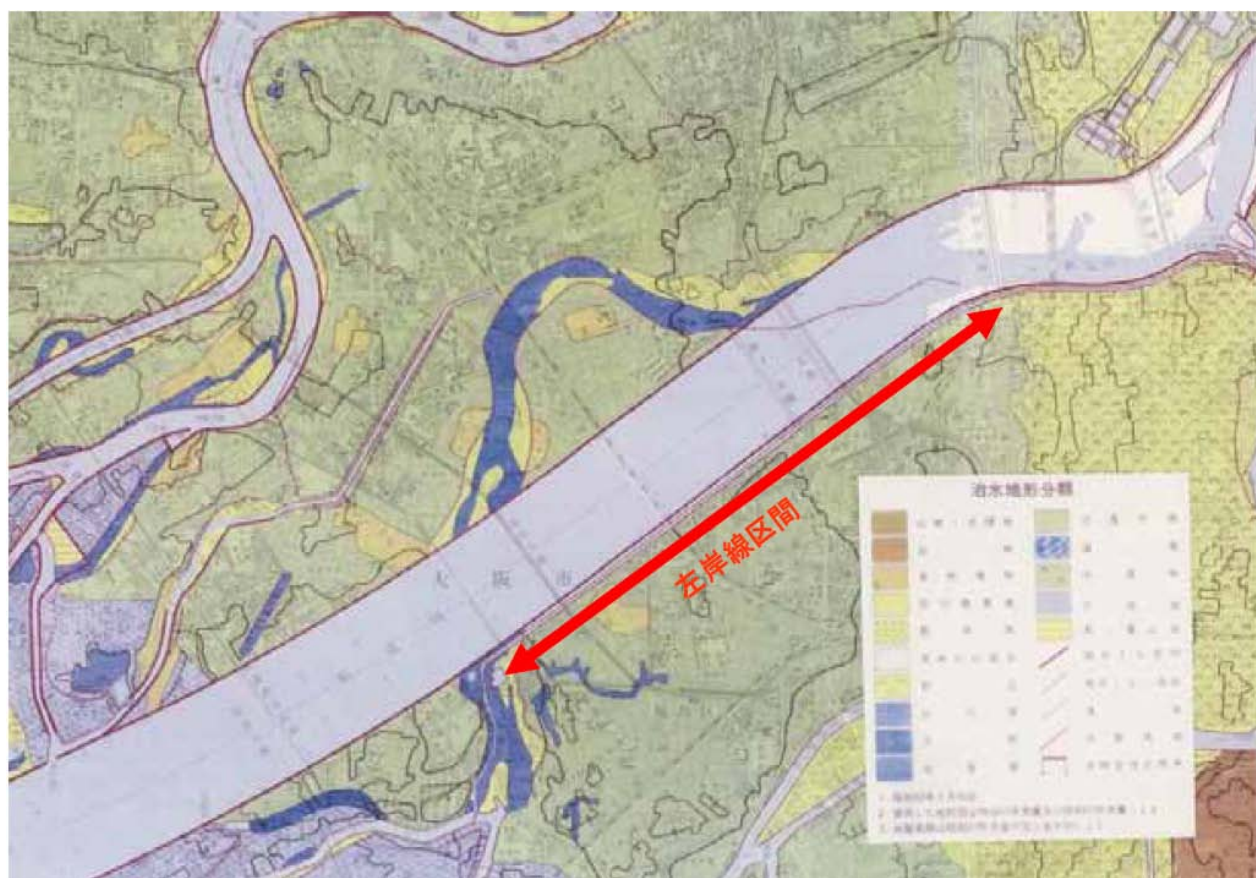


図 1.1.3 淀川左岸堤防の土質縦断面図

1.2 淀川下流部の河道特性

淀川は、その源を滋賀県山間部に発し、宇治川、桂川、木津川を合わせて大阪平野を西南に流れ、大阪湾に注いでおり、大阪府域の淀川本川の河床勾配は、概ね $1/2,000 \sim 1/17,000$ となっており、淀川左岸線(2期)区間は、概ね $1/17,000$ であり、極めて緩やかでほぼ水平であり、下流部は河口から 5.4km での区間は、高潮区間である(図 1.2.1)。

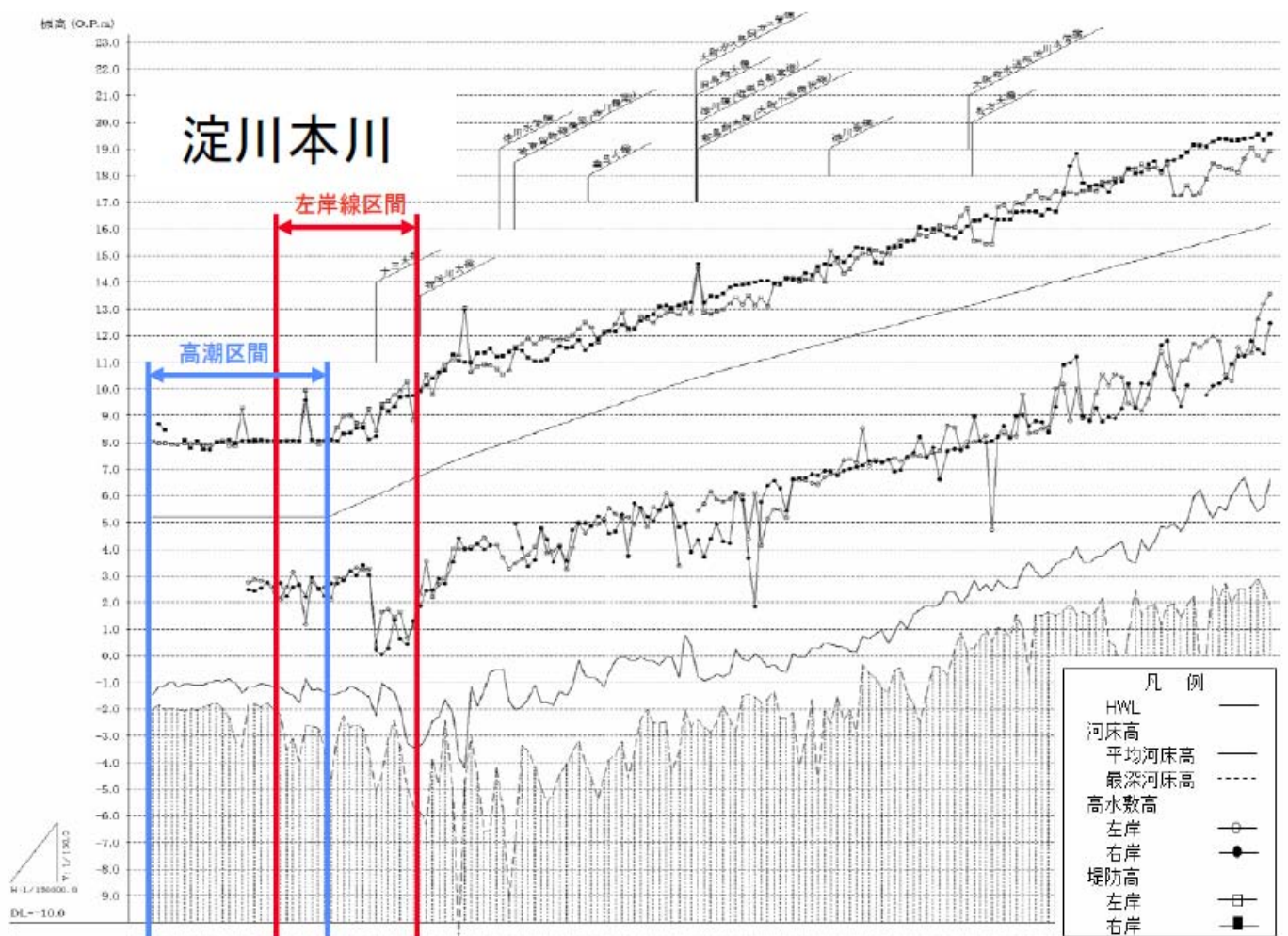


図 1.2.1 河川縦断面図

1.3 現況堤防の特徴

淀川水系に築かれてきた堤防は、淀川本川の下流部では堤防の比高が約 5m～8m にも達しており、その間近にまで多くの建物が建てられている。また、氾濫域には人口・資産が集中している。堤防の決壊による被害ポテンシャルは現在においても増大し続けており、ひとたび堤防が決壊すれば、人命が失われ、建物等が破壊され、ライフラインが途絶する等、大きなダメージを受けることとなる。

また、これまでに整備されてきた堤防は、材料として品質管理が十分になされているとは限らない土砂を用いて逐次築造されてきた歴史の産物である。また、時代によって築堤材料や施工方法が異なり、過去の被災原因を解明することも難しいことから、盛土構造である堤防の安全性は被災経験などに基づいて確認されているにすぎない（図 1.3.1）。

淀川左岸線（2 期）区間においては、河口から 5.4km 区間は高潮区間であり、パラペットによる特殊堤形状となっている区間から漸次土堤形状に変化している。また、堤防の天端においては、兼用道路、管理用通路、舗装道路、天端未舗装区間などが混在している状況である。（図 1.3.2）。

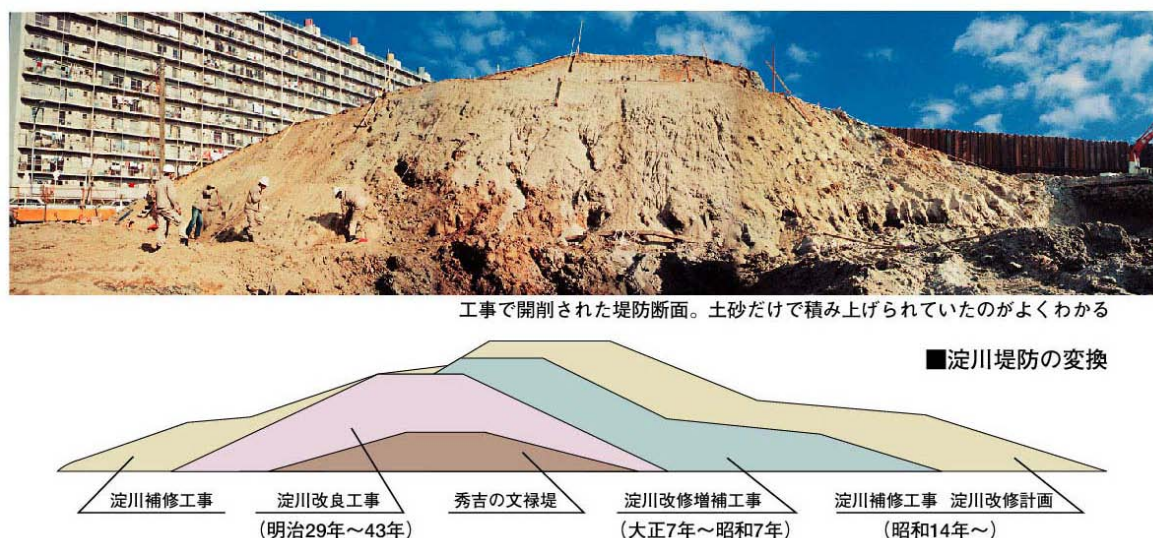


図 1.3.1 河川堤防の変遷（右岸 6.1 km 付近）



図 1.3.2 河川堤防の形状

1.4 河川の堤防強化の進め方

堤防は計画高水位以下の水位の流水の通常的作用に対して安全な構造としなければならない。しかし、これまでに整備されてきた堤防は、材料として品質管理が十分になされているとは限らない土砂を用いて、逐次築造されてきた歴史上の産物であること等から、計画高水位に達しない洪水であっても、浸透や侵食により決壊するおそれがある箇所が多く存在する。

このため、堤防の詳細点検の結果や背後地の状況等をふまえ、堤防強化を完成させ、計画高水位以下の流水の通常的作用に対して安全な構造とする。また、これらの対策により、堤防の強度が全体として増すことから、決壊による氾濫が生じる場合でも避難時間の確保に寄与することが期待できる。

「河川堤防の構造検討の手引き」による詳細点検の結果、淀川本川で堤防強化を実施する必要がある区間は図 1.4.1 のとおりであり、背後地に人口資産が稠密している区間（淀川下流計 17.0km）として、5 ヶ年を目途に対策を完了させることとしている。

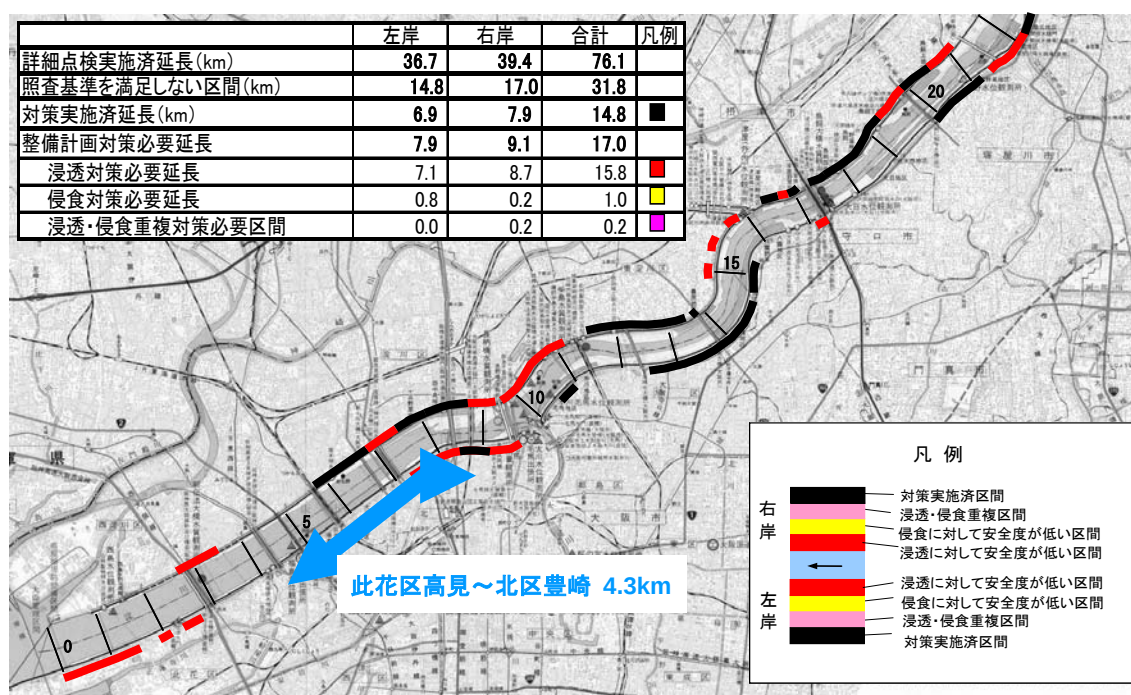


図 1.4.1 堤防詳細点検及び対策位置

淀川左岸線（2期）区間においては、7.3km～8.3km 間で約 0.7km 浸透に対する安全性を満足しない区間があり、そのうち代表的な断面（7.4 km地点）は下図のとおり堤体（B）及び基礎地盤（As 層、Ac 層）をモデル化し解析を行い、すべり破壊に対する安全性を満足していない状況である（図 1.4.2）。

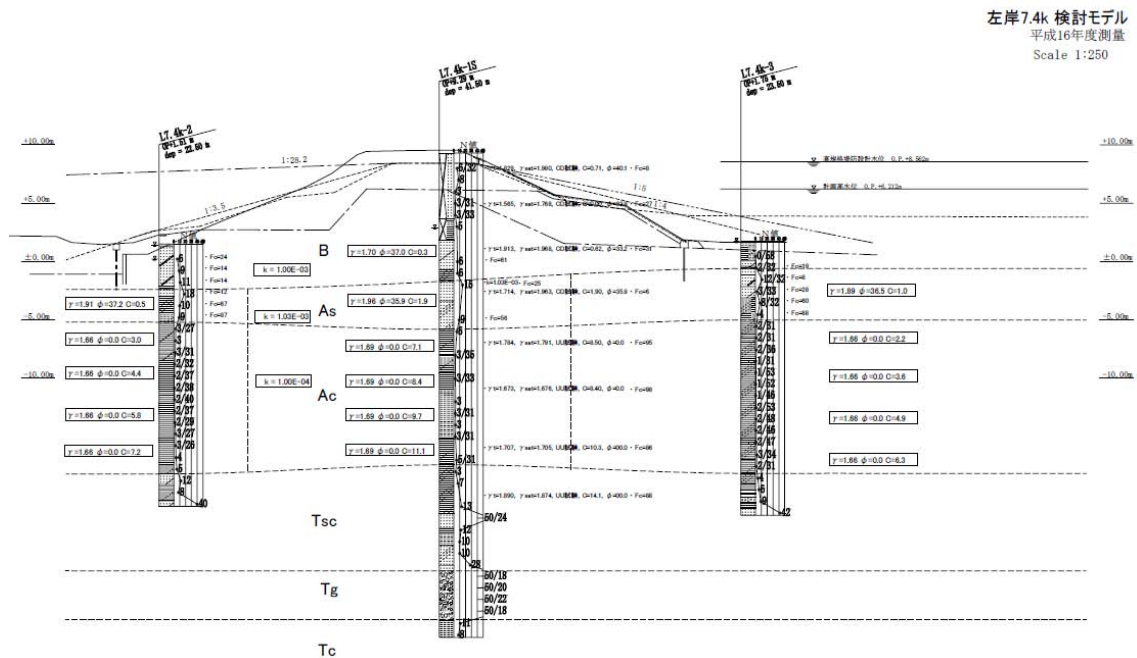


図 1.4.2 堤防詳細点検代表断面

2 これまでの検討結果と課題

2.1 これまでの検討内容

2.1.1 これまでの検討モデル及び検討項目

これまでの検討内容及び使用した検討モデルを図 2.1.1 に示す。

検討内容の詳細については、「浸透に対する影響検討」は 2.2 節に、「地震に対する影響検討」は 2.3 節に、「地盤変状に対する影響検討」は 2.4 節に、「交通振動に対する影響検討」は 2.5 節に、「施工法の検討」は 2.6 節に示す。

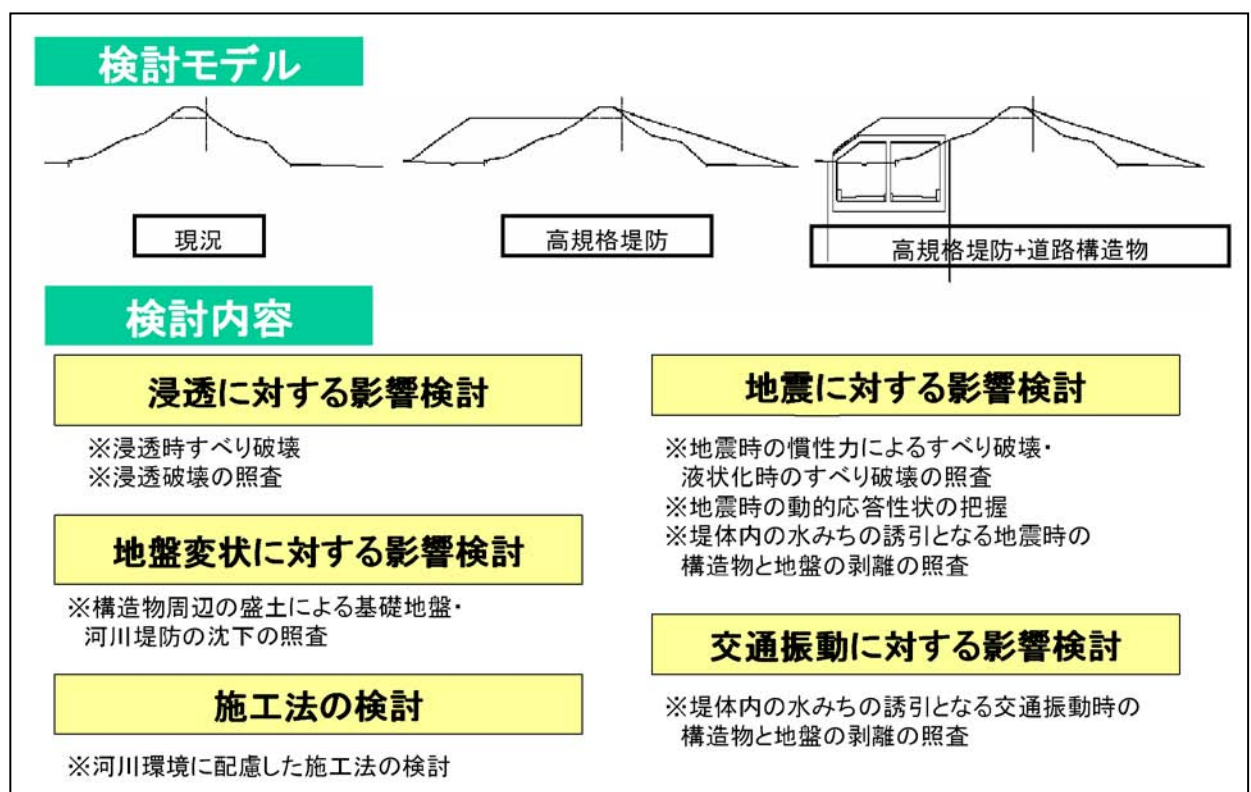


図 2.1.1 完成時における浸透に対する照査フロー

2.1.2 これまでの検討の検討条件

H9～H21 年度に計 53 本のボーリング調査が川表、川裏、天端で実施されている。図 2.1.2 にこれまでの検討において使用された地質縦断面図を示す。当該地の土層構成は、全域にわたって同様であり、概ね水平に堆積している。

既往委員会における各検討の実施箇所を表 2.1.1 に示すとともに、委員会における検討断面の条件を図 2.1.3 に示す。土層構成は、各断面毎に近傍のボーリング調査結果を用いて設定している。また、土質定数は、土層がフラットでばらつきが小さいことから、全断面の平均値を用いて設定している。

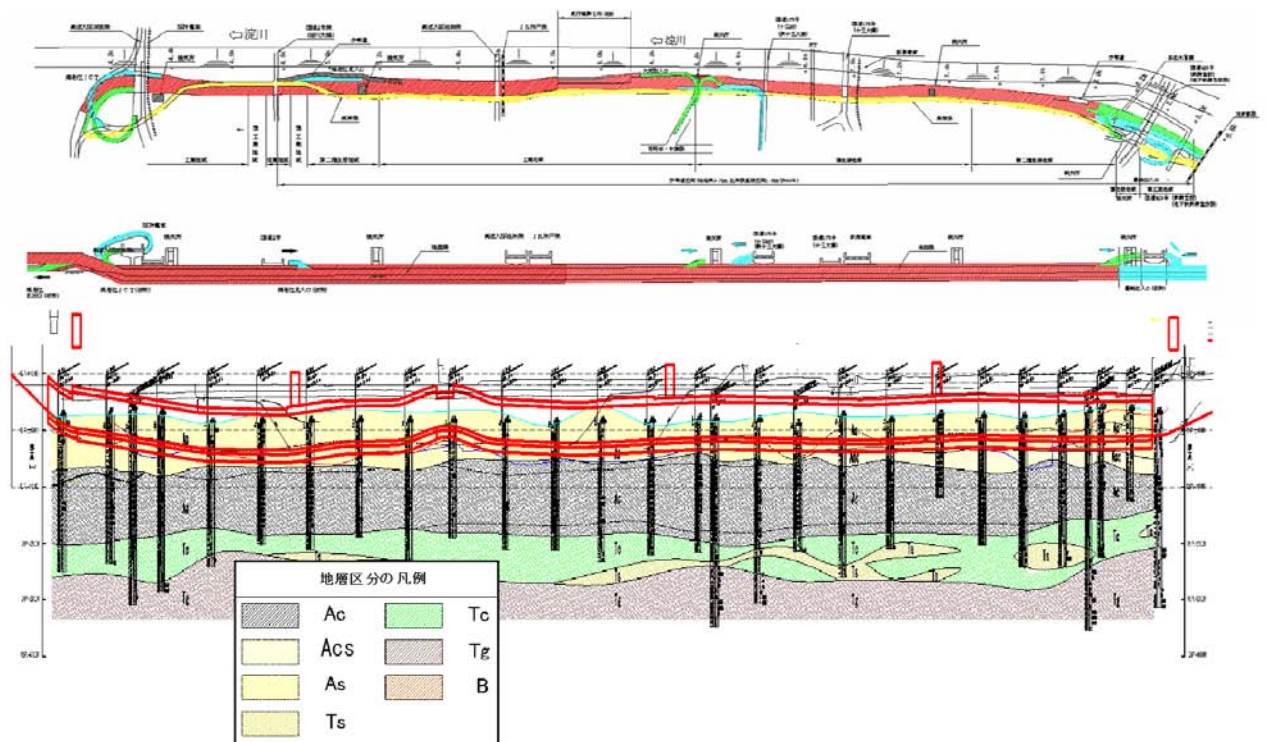
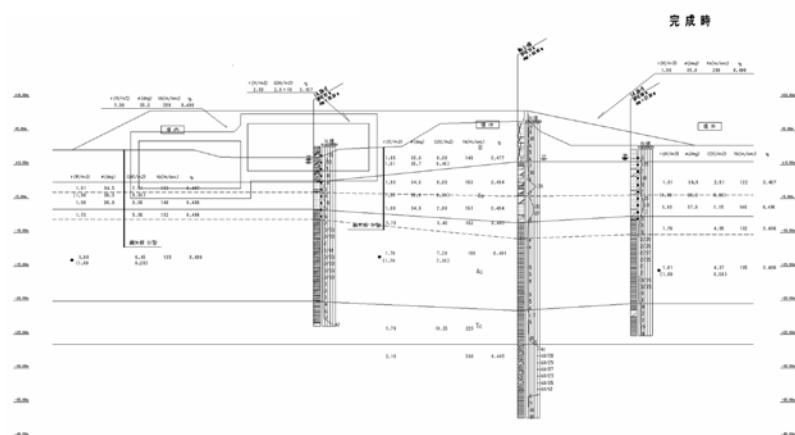


図 2.1.2 これまでの検討における地盤縦断面図

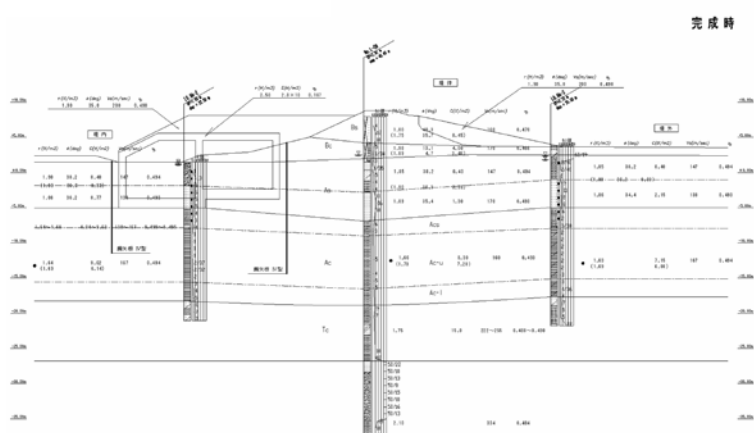
表 2.1.1.1 堤体の安定性検討に用いる土質定数

[illegible]

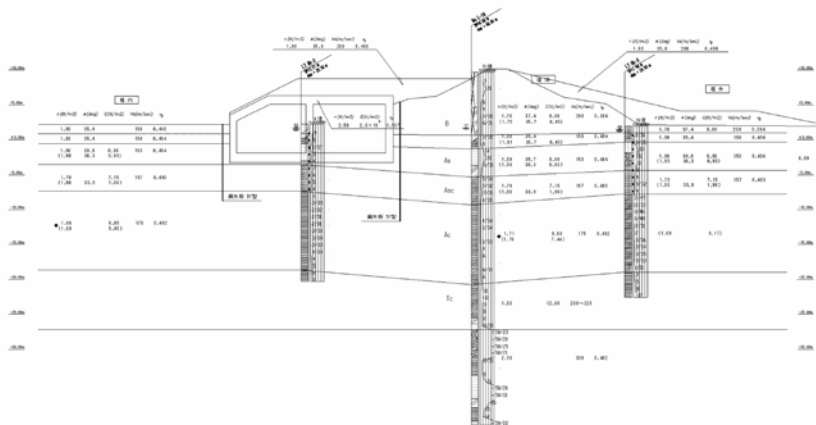
検討対象断面(L4. 4k : 完成時)



検討対象断面(L5. 8k : 完成時)



検討対象断面(L7. 8k : 完成時)



		単位体積重量		粘着力 C(tf/m ²)	内部摩擦角 φ(deg)
		γ t(tf/m ³)	γ sat(tf/m ³)		
		堤体	堤内外	堤体	堤内外
盛土層	Bs	1.75	1.91	0.45	35.7
	Bc	1.89	1.89	3.40	4.7
沖積粘性土層	Ac1	1.79	1.83	3.82	0.0
	Ac2	1.70	1.69	①	②
沖積砂質土層	As1	1.85	1.90	0.93	36.3
	As-c	1.86	1.90	1.96	33.9
沖積砂礫層	Ag	1.92	1.98	0.44	38.3
洪積粘性土層	Tc	1.79	1.80	15.61	0.0

① C(tf/m²) = -0.186Z + 4.872

② C(tf/m²) = -0.199Z + 3.507

図 2.1.3 完成時における浸透検討断面と土質定数

2.2 浸透に対する影響検討（完成時・施工時）

2.2.1 浸透に対する影響検討（完成時）

目的 道路完成後において、降雨および河川水の浸透による影響について浸透時すべり破壊、浸透破壊の照査を行っている。

内容 左岸 4.4k, 左岸 5.8k, 左岸 7.8k を検討対象断面として解析し、その後に200m毎の断面で簡易浸潤線を設定して検討している。

検討対象断面は各土質および河川堤防の構造形式によるゾーンの中で、縦断的に高く掘削量が少なくなるため荷重増加が大きく、堤体の安定性上最もクリティカルとなると考えられる断面を選定している。

解析の手法は、（道路構造物）完成時が「高規格堤防盛土設計・施工マニュアル」（以下、「SP マニュアル」）に、準拠している。

完成時については、河川堤体は鋼矢板残置を前提としたケースを検討対象としている。

完成時の浸透によるすべり破壊に対する安定性の評価は、SP マニュアルに基づき、下記により安全率 F_s が 1.2 以上を満足していることを確認し、浸透破壊（パイピング）に対する安定性はレーンの加重クリープ比により評価している。

- ・非定常浸透流解析時に、計画降雨(302mm)を考慮する。
- ・平水位時における設計水平震度の 1/2 を考慮する。（震度:0.15/2=0.075）
- ・すべり面は、鋼矢板を通らない。

○フロー

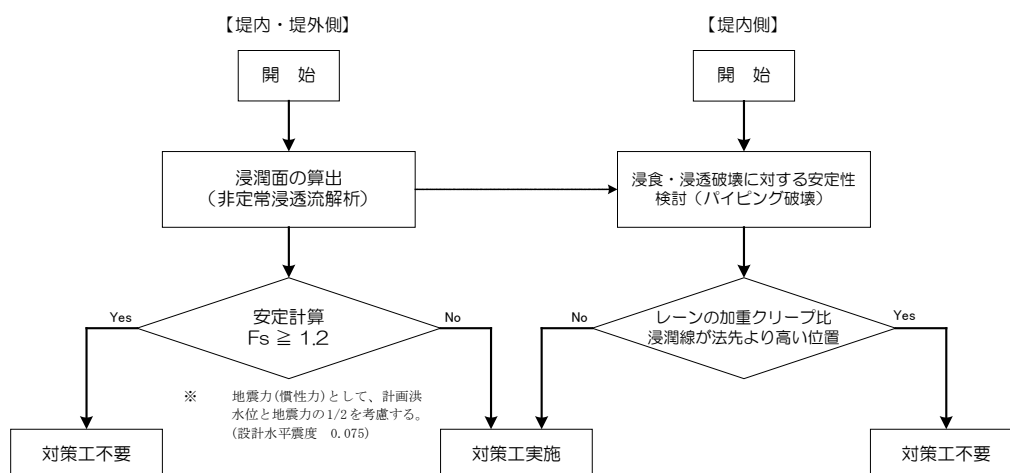


図 2.2.1 完成時における浸透に対する照査フロー

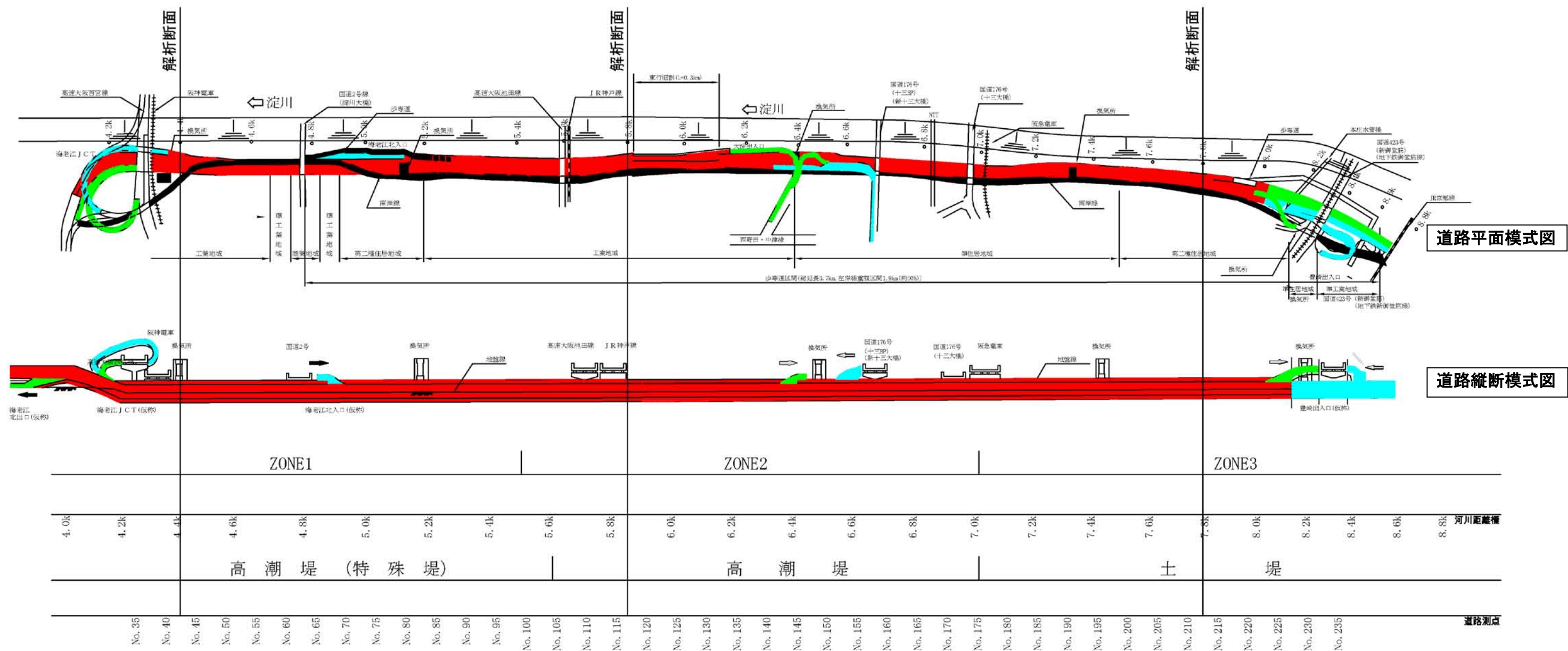


图 2.2.2 検討断面位置图

○照査手法・基準

浸透によるすべり破壊に対する安定性の評価は、堤防検討の手引きに基づき、簡便法を用いている。照査基準は、堤外側： $F_s \geq 1.2$ 、堤内側： $F_s \geq 1.2$ を満足していることを確認している。

○降雨条件

・計画高水位に対する降雨

基準点（枚方地点 26.0k）の地点の洪水防御計画で対象とする計画降雨量を用いる。降雨強度 1mm/hr を 2 時間作用させ、引き続き降雨強度 10mm/hr を 30 時間作用させることとしている。

・高規格堤防設計水位に対する降雨

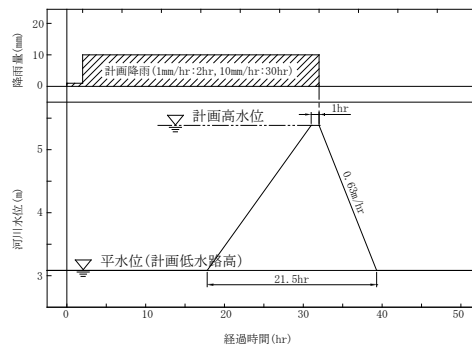
基準点（枚方地点 26.0k）の地点の DAD 解析結果は、493mm である。そこで、この降雨条件の設定は、降雨強度 1mm/hr を 3 時間作用させ、引き続き降雨強度 10mm/hr を 49 時間作用させることとしている。

○外水位条件

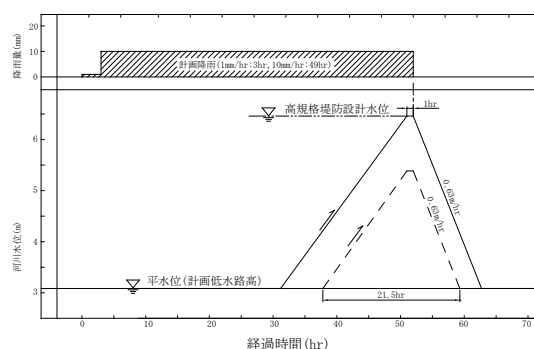
淀川における基本水位波形の設定にあたり、淀川工事実施基本計画※に枚方地点（河口からの距離 25.9km）が主要な地点として挙げられていることから、基準地点を枚方地点（26.0k 標地点）と考える。これより、計画高水位に対応した外水波形を設定している。

※ 淀川工事実施基本計画は、現在は淀川水系河川整備基本方針

なお、高規格堤防設計水位に対応した外水波形は、ピーク水位の継続時間と水位上昇、下降勾配が同じになるように計画高水位の外水波形を高規格堤防設計水位までスライドさせて設定している。



計画高水位に対応した外水条件



高規格堤防設計水位に対応した外水条件

図 2.2.3 外水位条件

○土質定数

		単位体積重量				粘着力		内部摩擦角	
		γ (tf/m ³)		γ sat(tf/m ³)		C(tf/m ²)		ϕ (deg)	
		堤体	堤内外	堤体	堤内外	堤体	堤内外	堤体	堤内外
盛土層	Bs	1.75		1.91		0.45		35.7	
	Bc	1.89		1.89		3.40		4.7	
沖積粘性土層	Ac1	1.79		1.83		3.82		0.0	
	Ac2	1.70	1.69	1.70	1.69	①	②	0.0	
沖積砂質土層	As1	1.85		1.90		0.93		36.3	
	As-c	1.86		1.90		1.96		33.9	
沖積砂礫層	Ag	1.92		1.98		0.44		38.3	
洪積粘性土層	Tc	1.79		1.80		15.61		0.0	

① $C(\text{tf/m}^2) = -0.186Z + 4.872$

② $C(\text{tf/m}^2) = -0.199Z + 3.507$

(※ $1.0\text{tf/m}^3 = 9.8\text{kN/m}^3$)

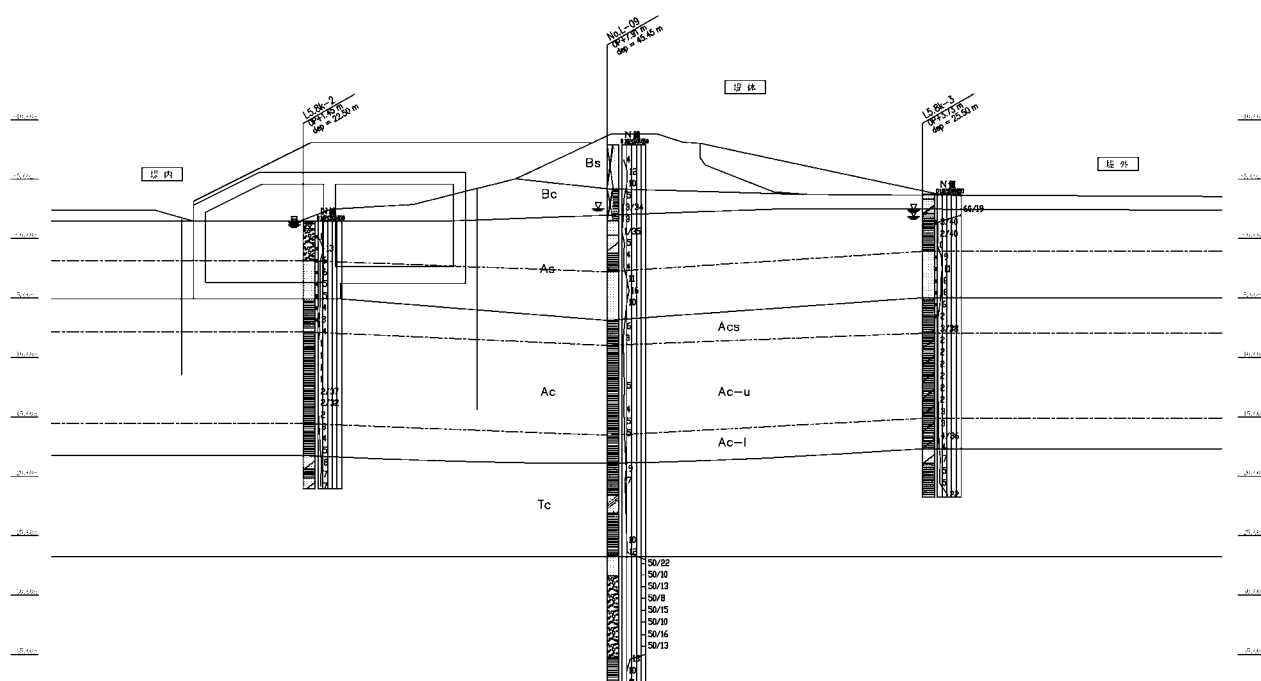


図 2.2.4 検討対象断面の土層構成例 (L5.8k 完成時断面)

○結果と評価

・浸透破壊

道路構造物設置と土留鋼矢板の設置により構造物近傍付近において最大で1.2～1.7m程度の水位上昇（土留鋼矢板の設置により0.2m程度の水位上昇）が生じる。しかし、浸潤面の上昇は道路構造物直近で発生しており、堤外側における飽和域の増大はほとんどみられない結果となっている。飽和域の増大により、堤外側のすべり破壊に与える影響を把握するため、堤外側についても浸透によるすべり破壊の照査を行った結果、最小すべり面が道路構造物設置により川表側となることから、その影響はほとんどなく、すべての断面で安定性を確認した。

パイピング破壊が生じないためにはレーンの加重クリープ比 C の値が表2.2.1に示した値以上でなければならない。淀川左岸線2期計画区間における沖積砂質土層は、土質調査によりほぼ中砂と判断できることから、加重クリープ比 C の値は6.0として評価している。道路構造物+暫定スーパー堤防+鋼矢板残置のモデルを対象とした検討の結果、各検討断面ともレーンの加重クリープ比は10以上であり、必要な加重クリープ比6.0を上回っており、浸透破壊に対する安定性を確認している。

道路構造物設置と土留鋼矢板の設置により、最大で1.2～1.7m程度の水位上昇

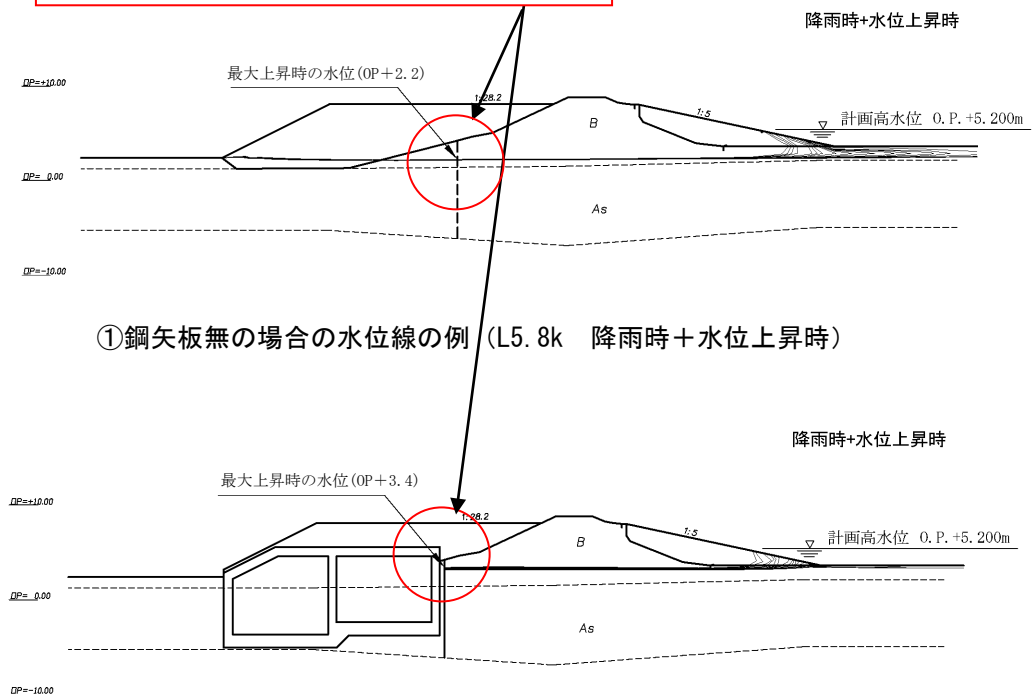


図 2.2.5 鋼矢板の設置の有無による水位上昇の比較 (L5.8k 降雨時+水位上昇時)

レーンの加重クリープ比 C は以下の式で計算する。

$$C = (Le + \sum l) / \Delta H = (L_1 + L_2 / 3 + \sum l) / \Delta H$$

ここに、

Le : 水平方向の有効浸透路長

L_1 : 水平方向の堤防と堤防の地盤の接触長さ

L_2 : 水平方向の堤防の地盤と地下構造物の接触長さ

$\sum l$: 鉛直方向の地盤と構造物の接触長さ(通常 0 とする)

ΔH : 水位差

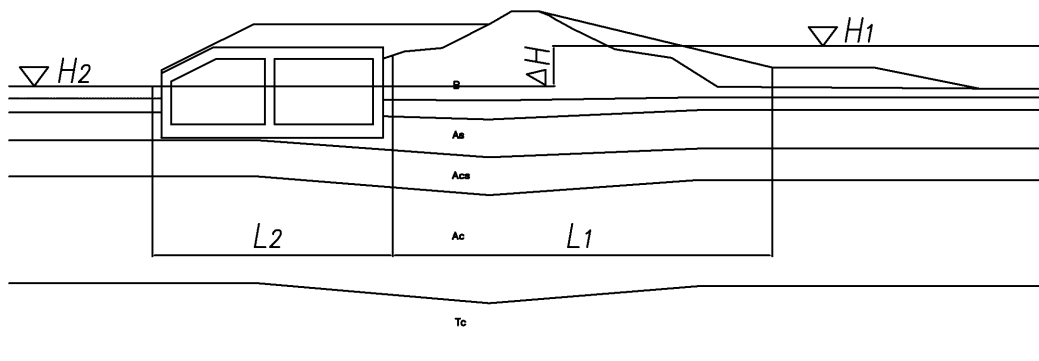


図 2.2.6 レーンの加重クリープ比の説明図

表 2.2.1 レーンの加重クリープ比

地盤の土質区分	C	地盤の土質区分	C
極めて細かい砂またはシルト	8.5	粗 砂 利	4.0
細 砂	7.0	中 砂 利	4.0
中 砂	6.0	栗石を含む粗砂利	3.0
粗 砂	5.0	栗石と砂利を含む	2.5

表 2.2.2 浸透（パイピング）破壊検討結果

河 川 距離標	水位差			浸透路長			レーンの加重 クリープ比
	H ₁	H ₂	ΔH	L ₁		L ₂	C
(k)	(O.P.m)	(O.P.m)	(m)	(m)	(m)	(m)	
4.4	5.20	2.30	2.90	46.01	7.60	38.35	22.89
4.6	5.20	2.34	2.86	53.58	—	24.90	21.64
4.8	5.20	2.43	2.77	61.07	—	24.90	25.04
5.0	5.20	2.38	2.82	39.49	—	34.75	18.11
5.2	5.20	2.56	2.64	28.85	—	39.72	15.94
5.4	5.20	1.41	3.79	27.40	—	40.02	10.75
5.6	5.25	2.45	2.80	41.64	—	—	14.85
5.8	5.36	1.47	3.89	39.19	—	24.90	12.21
6.0	5.47	1.29	3.89	31.12	—	31.86	10.73
6.2	5.57	1.56	4.01	34.25	—	28.85	10.93
6.4	5.68	1.98	3.70	31.12	—	24.90	10.65
6.6	5.79	2.48	3.31	36.58	—	24.90	13.58
6.8	5.89	2.09	3.80	35.09	—	27.40	11.63
7.0	6.00	2.31	3.69	61.30	—	34.36	19.72
7.2	6.11	2.49	3.62	39.15	—	24.90	13.13
7.4	6.21	2.12	4.09	33.33	—	27.40	10.38
7.6	6.32	2.45	3.87	40.50	—	24.90	12.62
7.8	6.43	2.19	4.24	40.14	—	25.45	11.47
8.0	6.53	2.72	3.81	35.00	—	34.95	12.24
8.2	6.64	2.84	3.80	56.71	—	—	14.93

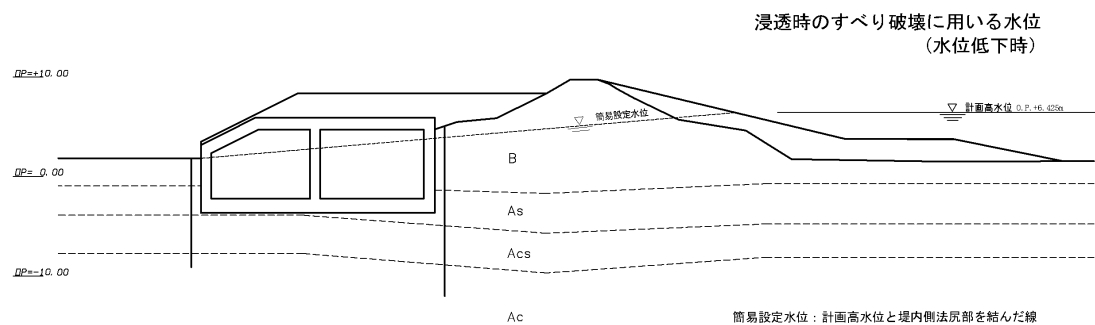
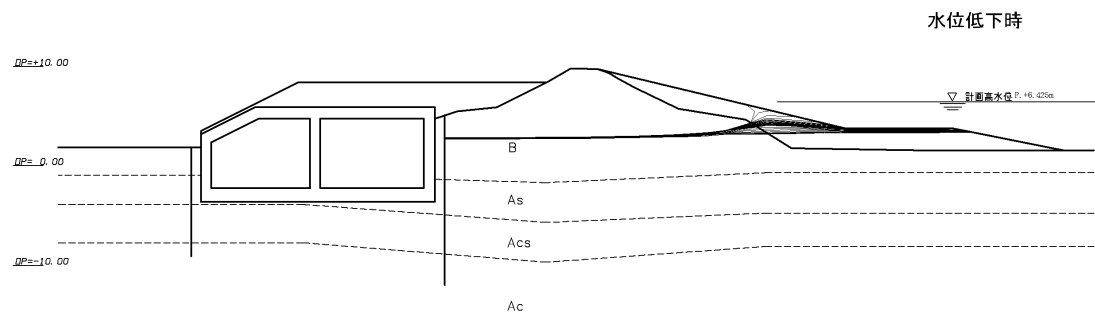
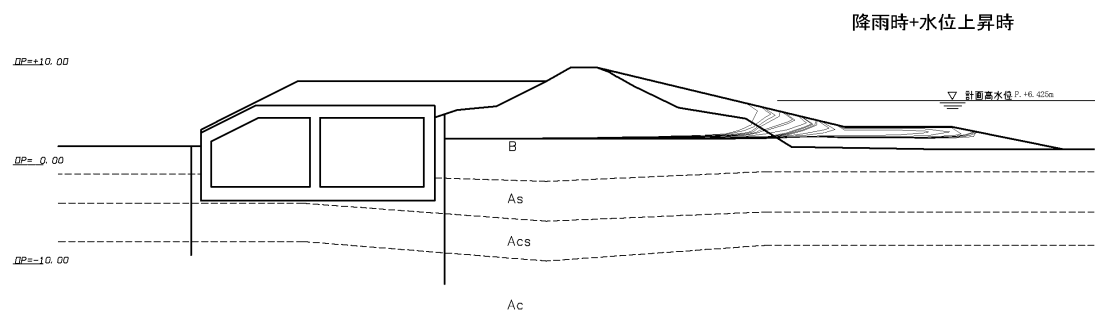
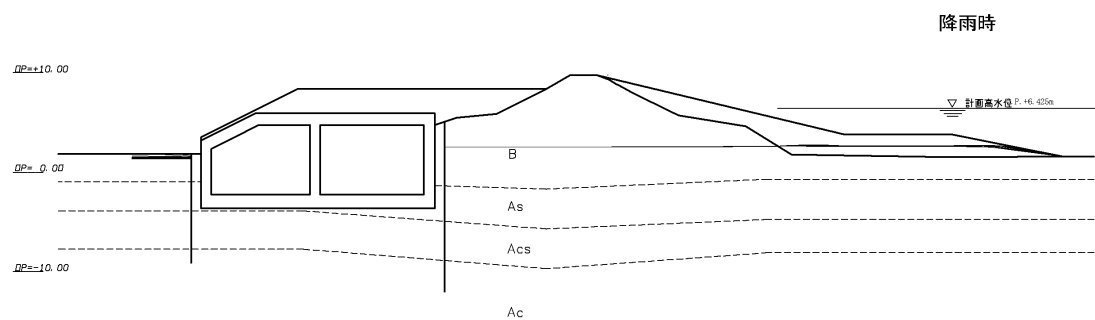
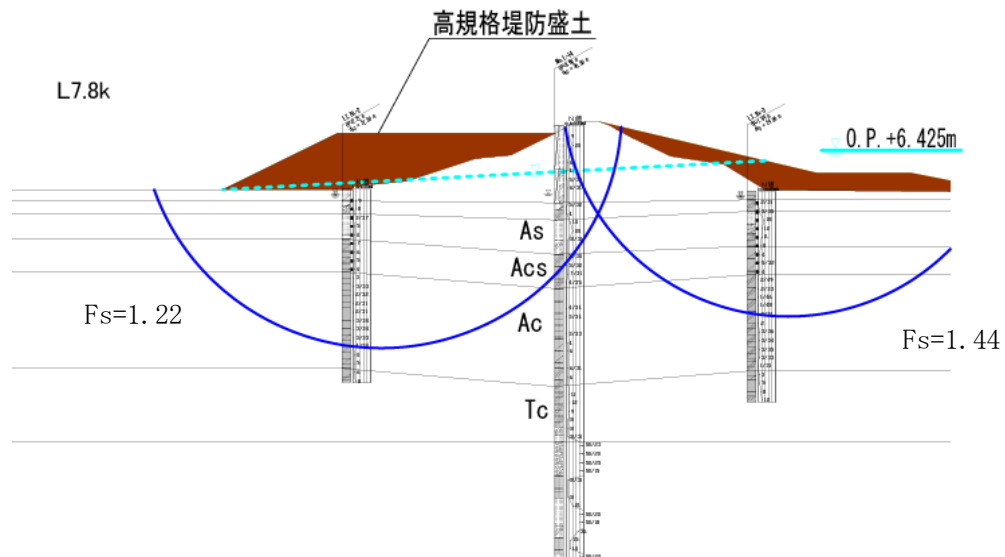


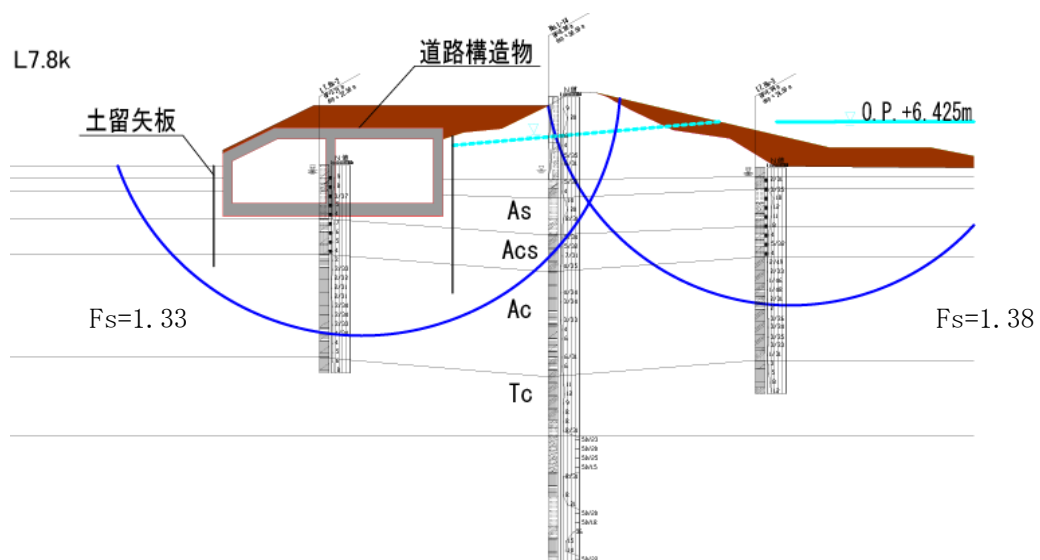
図 2.2.7 浸潤面の経時変化と簡易水位設定の例

・浸透によるすべり破壊

浸透に対するすべり破壊に対する安全率(F_s)は、道路構造物により、堤体内水位が上がり、若干安全率は低下するものの、所要の安全率 (1.2) を満足することを確認している。



①道路構造物が無い場合



②道路構造物がある場合

図 2.2.8 完成時すべり破壊解析結果図例 (L7.8k)

表 2.2.3 浸透時すべり破壊に対する検討結果

		阪神本線		淀川大橋		JR東海道線		阪神高速空港線		新十三区		NTT橋		十三大橋		阪急本線		地下鉄御堂筋線		新淀川大橋		JR東海道線					
		淀川左岸線(2期) BOX区間																									
左岸堤外	浸透	MODEL A	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—				
		MODEL C	1.58	—	1.57	1.56	1.57	—	1.63	1.61	1.68	1.71	換気所	1.72	—	1.50	—	1.47	—	1.44	1.43	1.41	—				
		MODEL D	1.52	—	1.51	1.52	1.52	—	1.60	1.70	1.92	1.58	1.63	—	1.49	—	1.44	—	1.38	1.38	1.37	—	—				
	地盤対策工(SOP)																										
左岸堤内	耐震対策箇所名																										
	評価基準水位(O.P.m)	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2				
堤防形式		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
距離標		4.0	4.2	4.4	4.6	4.8	5.0	5.2	5.4	5.6	5.8	6.0	6.2	6.4	6.6	6.8	7.0	7.2	7.4	7.6	7.8	8.0	8.2	8.4	8.6	8.8	9.0
左岸堤内	耐震対策箇所名																										
	浸透	MODEL A	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	換気所	大淀	大淀	大淀	大淀	大淀	大淀	大淀	大淀	大淀	大淀	大淀	大淀	大淀
		MODEL C	1.30	—	1.24	1.36	1.32	—	1.35	1.22	1.44	1.42	換気所	大淀	大淀	大淀	大淀	大淀	大淀	大淀	大淀	大淀	大淀	大淀	大淀	大淀	大淀
		MODEL D	1.41	—	1.41	1.54	1.87	—	1.78	1.70	2.23	2.11	換気所	大淀	大淀	大淀	大淀	大淀	大淀	大淀	大淀	大淀	大淀	大淀	大淀	大淀	大淀
地盤対策工(SOP)																											
MODEL A		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL C		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL D		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL A		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL C		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL D		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL A		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL C		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL D		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL A		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL C		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL D		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL A		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL C		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL D		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL A		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL C		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL D		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL A		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL C		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL D		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL A		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL C		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL D		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL A		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL C		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL D		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL A		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL C		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL D		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL A		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL C		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL D		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL A		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL C		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL D		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL A		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL C		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL D		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL A		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL C		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL D		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL A		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL C		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL D		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL A		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL C		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL D		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL A		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL C		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL D		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL A		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL C		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL D		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL A		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL C		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL D		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL A		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL C		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL D		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL A		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL C		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL D		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL A		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL C		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL D		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL A		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL C		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL D		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL A		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL C		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL D		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL A		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL C		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL D		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL A		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL C		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL D		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL A		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL C		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL D		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL A		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL C		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL D		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL A		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL C		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL D		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL A		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL C		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL D		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL A		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL C		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL D		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL A		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL C		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL D		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL A		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL C		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL D		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL A		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL C		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL D		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL A		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL C		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL D		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL A		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL C		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL D		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL A		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL C		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL D		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL A		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL C		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL D		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL A		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL C		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL D		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL A		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL C		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL D		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL A		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL C		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL D		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL A		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL C		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL D		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL A		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL C		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL D		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL A		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL C		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL D		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL A		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL C		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL D		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL A		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL C		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL D		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL A		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL C		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL D		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL A		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL C		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL D		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL A		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL C		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL D		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL A		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL C		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL D		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL A		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL C		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL D		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL A		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL C		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL D		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL A		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL C		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL D		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL A		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL C		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL D		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL A		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL C		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL D		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL A		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL C		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL D		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL A		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL C		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL D		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL A		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL C		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL D		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL A		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL C		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL D		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL A		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL C		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL D		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL A		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL C		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL D		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL A		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL C		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL D		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL A		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL C		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL D		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL A		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL C		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL D		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL A		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL C		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL D		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL A		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL C		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL D		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					
MODEL A		高瀬堤(特殊堤)										高瀬堤										土堤					

2.2.2 浸透に対する影響検討（施工時）

目的 道路施工中において、降雨および河川水の浸透による影響について浸透時すべり破壊、浸透破壊の照査を行っている。

内容 各土質および河川堤防の構造形式によるゾーンの中で、縦断的に高く、掘削量が少なくなるため、荷重増加が大きく、堤体の安定性上で最もクリティカルとなると考えられる断面（左岸 4.4k, 左岸 5.8k）を検討対象断面として解析し、その後 200m 毎の断面で簡易浸潤線を設定して検討している。施工時にはヨシ原地区の施工方法が協議中であったことから左岸 7.8k については施工時検討から除外している。

代表 2 断面（4.4k, 5.8k）を対象に、河川堤防形状が最も不安定と考えられる掘削時の断面において事前降雨・計画降雨に対する外力、計画高水位に対する外水波形による浸透流解析を行っている。この解析結果を用いて、解析から得られた堤体内浸潤面を包括するような簡易水位設定を行い、設定した簡易水位設定を用い、検討対象区間において河川距離標毎に円弧すべり計算を行い、最小すべり安全率を算出している。

解析の手法は、施工時は「河川堤防の構造検討の手引き（以下、手引き）」に準拠している。浸透によるすべり破壊に対する安定性の評価は、堤防検討の手引きに基づき、簡便法を用いている。

浸透破壊（パイピング）に対する安定性検討は、河川堤防と仮設工全体系としての照査を行っている。

○フロー

完成時の浸透によるすべり破壊に対する安定性の評価は、SP マニュアルに基づき、下記により安全率 F_s が 1.2 以上を満足していることを確認する。浸透破壊（パイピング）に対する安定性はレーンの加重クリープ比により評価している。

- ・非定常浸透流解析時に、事前降雨(200mm)+計画降雨(302mm)を考慮する。
- ・洪水と地震の同時生起は考慮しない。
- ・すべり面は、鋼矢板を通らない。

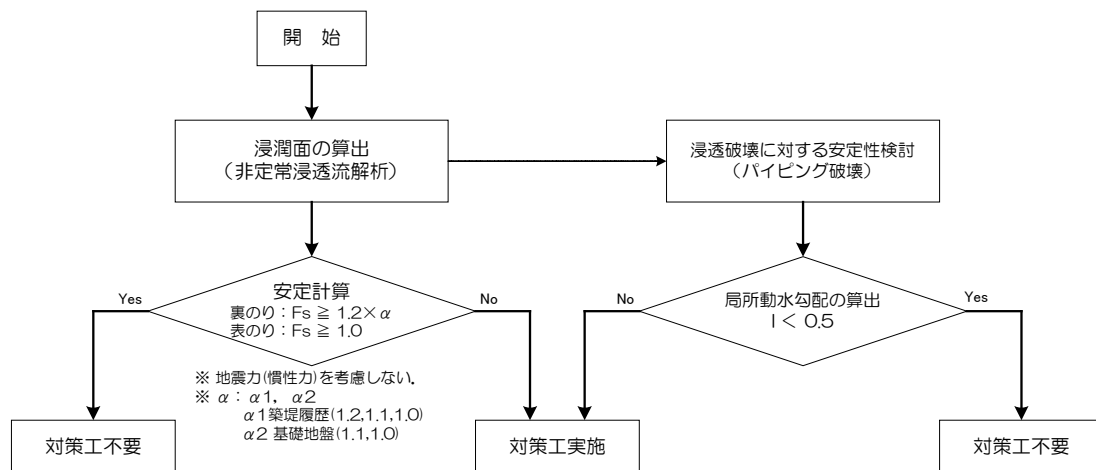


図 2.2.9 施工時における河川堤防の浸透安定検討フロー

○照査手法・基準

浸透によるすべり破壊に対する安定性の評価は、堤防検討の手引きに基づき、簡便法を用いている。

照査基準は、堤外側: $F_s \geq 1.0$ 、堤内側: $F_s \geq 1.2 \times \alpha 1 \times \alpha 2 = 1.44$ を満足していることを確認している。

(ただし、 $\alpha 1$: 築堤履歴の複雑さに対する割増係数 $\alpha 1 = 1.2$ (築堤履歴が複雑な場合)、 $\alpha 2$: 基礎地盤の複雑さに対する割増係数 $\alpha 2 = 1.0$ (被災履歴あるいは要注意地形がない場合))

浸透破壊 (パイピング) に対する安定性検討は、土留め残置の場合は浸透が遮断されるため、河川堤防と仮設工全体系としての照査を行っている。

○降雨条件

基準点 (枚方地点 26.0k) の地点の洪水防御計画で対象とする計画降雨量を用いる。降雨強度 1mm/hr を 2 時間作用させ、引き続き降雨強度 10mm/hr を 30 時間作用させることとしている。

○外水位条件

淀川における基本水位波形の設定にあたり、淀川工事実施基本計画※に枚方地点 (河口からの距離 25.9km) が主要な地点として挙げられていることから、基準地点を枚方地点 (26.0k 標地点) と考える。これより、計画高水位に対応した外水波形を設定している。

※ 淀川工事実施基本計画は、現在は淀川水系河川整備基本方針

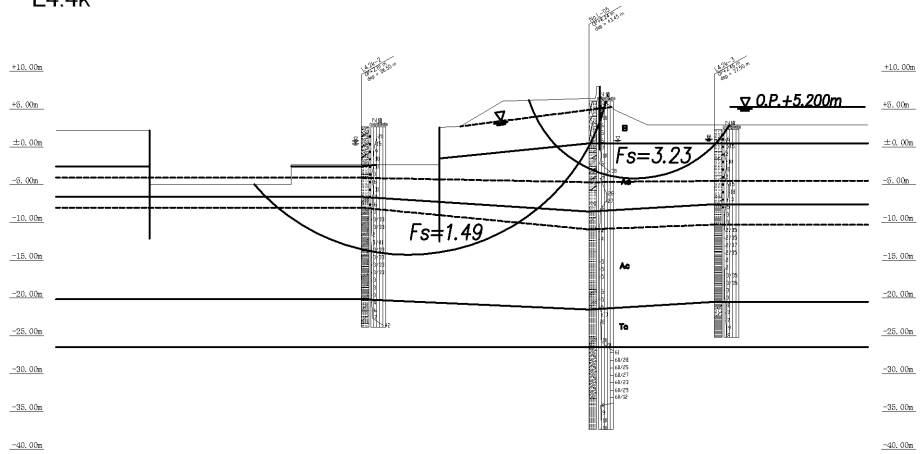
○結果と評価

代表 2 断面の浸透流解析結果から得られた堤体内浸潤面を包括するように設定した簡易水位を用い、河川距離標毎に円弧すべり計算を行い、最小すべり安全率を算出している。

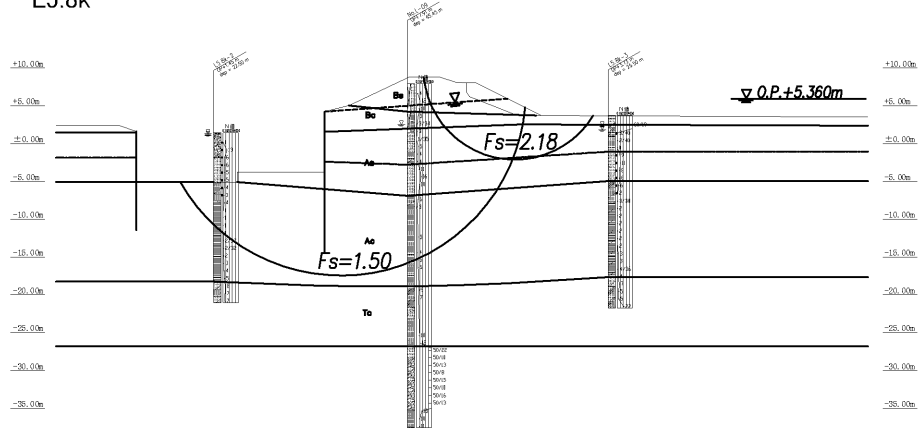
河川距離標でほぼ 200m ごとの断面で照査を行った結果、すべての断面で安定性を確認している。飽和・不飽和浸透流解析結果では、道路構造物完成時と同様、鋼矢板による堤外側における飽和域の増大はほとんどみられない結果となっている。

飽和域の変化により、堤外側のすべり破壊に与える影響を把握するため、堤外側についても浸透によるすべり破壊の照査を行っている。その結果、影響はほとんどなく、200m ごとのすべての断面で安定性を確認している。

L4.4k



L5.8k



L7.8k

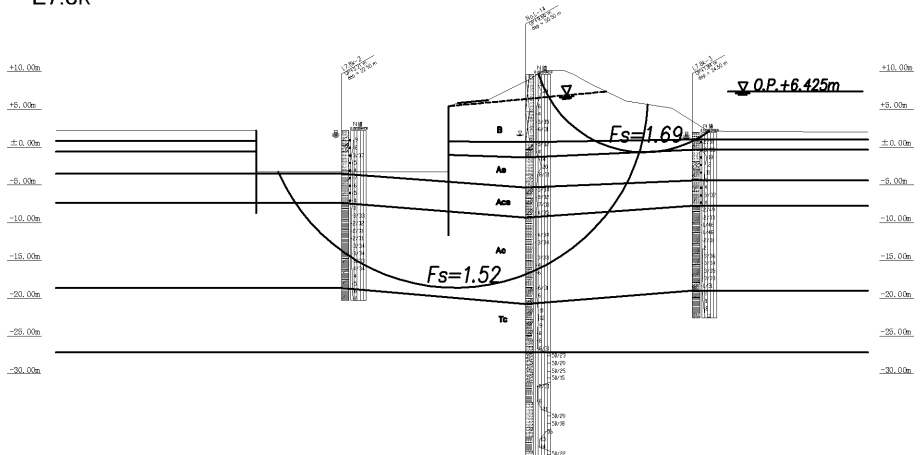


図 2.2.10 浸透時すべり破壊に対する施工時検討結果の例 (L7.8k)

2.3 地震に対する影響検討（完成時・施工時）

2.3.1 地震に対する影響検討（完成時）

目的 道路完成時において、堤体安定性、堤防機能の確保に及ぼす地震による影響を検討する。

内容 照査手法は、「SP マニュアル」に準拠して、地震時液状化による円弧すべり安定計算（Kh 法）、地震時慣性力による円弧すべり安定計算（ ΔU 法）を行い、地震時慣性力による安定性が確保されない場合は、動的変形解析による照査を行っている。照査手順を図 2.3.1 に示す。

液状化地層の判定は「SP マニュアル」に準拠して、液状化計算結果から液状化に対する抵抗率 FL が 1.0 以上なら液状化しないと判断している。

検討断面は、河川距離標 (200m ピッチ、完成時は特殊部除く) の全断面としている。検討モデルは、完成時は、河川堤体は鋼矢板残置を前提としたケース、施工時は、最終掘削時を想定したケースとしている。

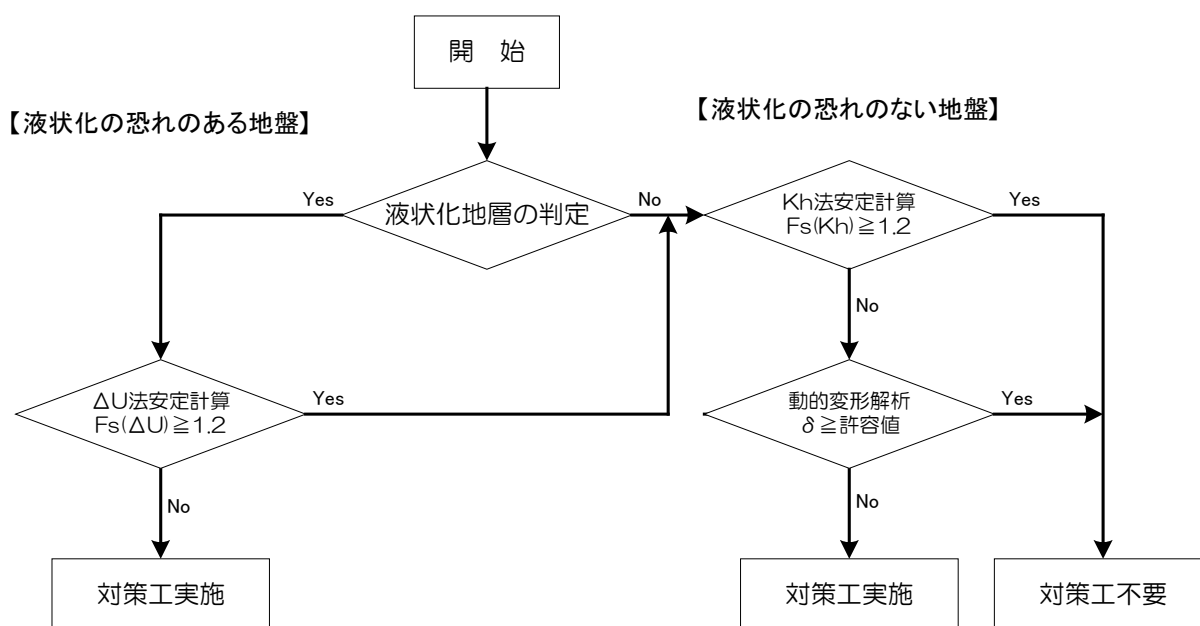


図 2.3.1 地震時すべり破壊に対する照査フロー

「SP マニュアル」では、地震時慣性力を考慮した円弧すべり計算による最小安全率 F_s が 1.2 未満となる場合、動的変形解析により地震時の安定性を検討するものとし、算出された地震後の残留変位量を用いて評価する。許容残留変位量は、堤防天端、堤外側地表面で 50cm、高規格堤防特別区域で 20cm を目安とする。

動的変形解析の計算手法は、二次元動的 FEM 解析による時刻歴応答解析（全応力法）としている。

評価

○完成時

代表 3 断面（4. 4k, 5. 8k, 7. 8k）の円弧すべり安定計算結果、動的解析結果を次に示す。

- ・ 図 2. 3. 2 : 地震時すべり破壊に対する検討結果図（道路構造物なし）
- ・ 図 2. 3. 3 : 地震時すべり破壊に対する検討結果図（道路構造物あり、土留鋼矢板残置）
- ・ 図 2. 3. 4 : 堤防天端における時刻歴応答変位図

各検討断面における液状化に対する抵抗率と地震時の最小すべり安全率を表 2. 3. 1 に示す。

【安定性の照査結果】

地震時液状化による安定性検討結果は、道路構造物の土留鋼矢板を残置することで、鋼矢板が液状化層を遮断するため、許容安全率を満足することとなっている。

地震時慣性力による安定性検討結果は、構造物の有無に係わらず、一部の断面で許容安全率を下回る結果となっている。

これらの断面については、動的変形解析により地震時の安定性を確保することを確認している。代表断面での変形量は、L4. 4k で 0. 50cm 程度、L5. 8k で 0. 25cm 程度、L7. 8k で 0. 06cm 程度と下流域で最も大きな沈下量が発生するが、最終沈下量は 1cm にも満たない値であり、十分に堤体の安定性は確保できるものと考えられる。

表 2.3.1 地震時すべり破壊に対する検討結果

		阪神本線		淀川大橋		阪神高速空港線		JR東海道線		新十三BP		N T T 橋		十三大橋		阪急本線		地下鉄御堂筋線		新淀川大橋		JR東海道線						
		淀川左岸線（2期）BOX区間																										
液状化に対する抵抗率 F_L	堤体	B	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—					
		As(1)	1.14	—	0.73	1.03	0.97	—	0.91	0.57	1.00	0.89	大淀ランプ移行区間		—	1.00	—	1.17	—	1.00	0.95	—	—					
	As(2)	2.00	—	1.08	1.44	1.27	—	1.07	1.17	1.00	—	—			1.23	—	1.28	—	1.20	1.21	—	—						
	堤内	B	0.68	—	—	—	—	—	—	—	—	0.98	換気所		—	—	—	0.81	—	1.48	1.09	—	—					
		As(1)	1.13	—	0.43	1.02	0.71	—	2.00	0.91	0.75	0.69			—	0.57	—	2.00	—	0.54	1.42	1.13	—	—				
	As(2)	1.41	—	0.95	0.66	0.81	—	0.92	0.64	0.81	—	—	大淀	—	—	—	—	—	—	—	—	—						
耐震対策箇所名		海老江		海老江		海老江		海老江						大淀		中津		中津				本庄						
評価基準水位 (O.P.m)		3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2						
堤防形式		高潮堤(特殊堤)																										
距離標		4.0	4.2	4.4	4.6	4.8	5.0	5.2	5.4	5.6	5.8	6.0	6.2	6.4	6.6	6.8	7.0	7.2	7.4	7.6	7.8	8.0	8.2	8.4	8.6	8.8	9.0	
耐震対策箇所名		海老江		海老江		海老江		海老江						大淀		大淀		中津		中津				本庄		本庄		
左岸堤内	慣性力	MODEL A	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	大淀ランプ移行区間		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		MODEL C	0.90	—	0.99	1.01	0.97	—	0.94	0.96	1.00	0.99	—	0.93			—	0.98	—	0.99	0.98	0.95	—	—	—	—	—	—
		MODEL D	1.01	—	1.08	1.18	1.09	—	1.09	1.09	1.62	1.14	—	0.98			—	1.07	—	1.06	1.08	1.61	—	—	—	—	—	—
	液化化	MODEL A	0.25	—	0.62	0.88	1.80	—	2.61	1.04	0.62	0.60	換気所		—	0.28	—	1.17	—	0.80	0.78	1.71	—	—	—	—	—	
		MODEL C	0.61	—	0.32	0.30	0.57	—	1.62	0.46	0.55	0.31			—	0.62	—	0.66	—	0.42	1.00	0.95	—	—	—	—	—	—
	MODEL D	2.80	—	2.42	2.88	2.35	—	2.39	2.23	4.12	2.66	換気所		—	1.64	—	2.54	—	2.58	2.87	3.57	—	—	—	—	—		
MODEL C		MODEL D																										
MODEL A		MODEL A																										

$F_L \geq 2.00$ の場合, $F_L = 2.00$

MODEL C/D

$F_s \geq 1.2$

許容安全率を満足できない箇所

淀川本山下流域における耐震対策として、堤外側に地盤改良、堤内側に矢板が施されており検討から除外した

構造物がなく、土堤とした場合

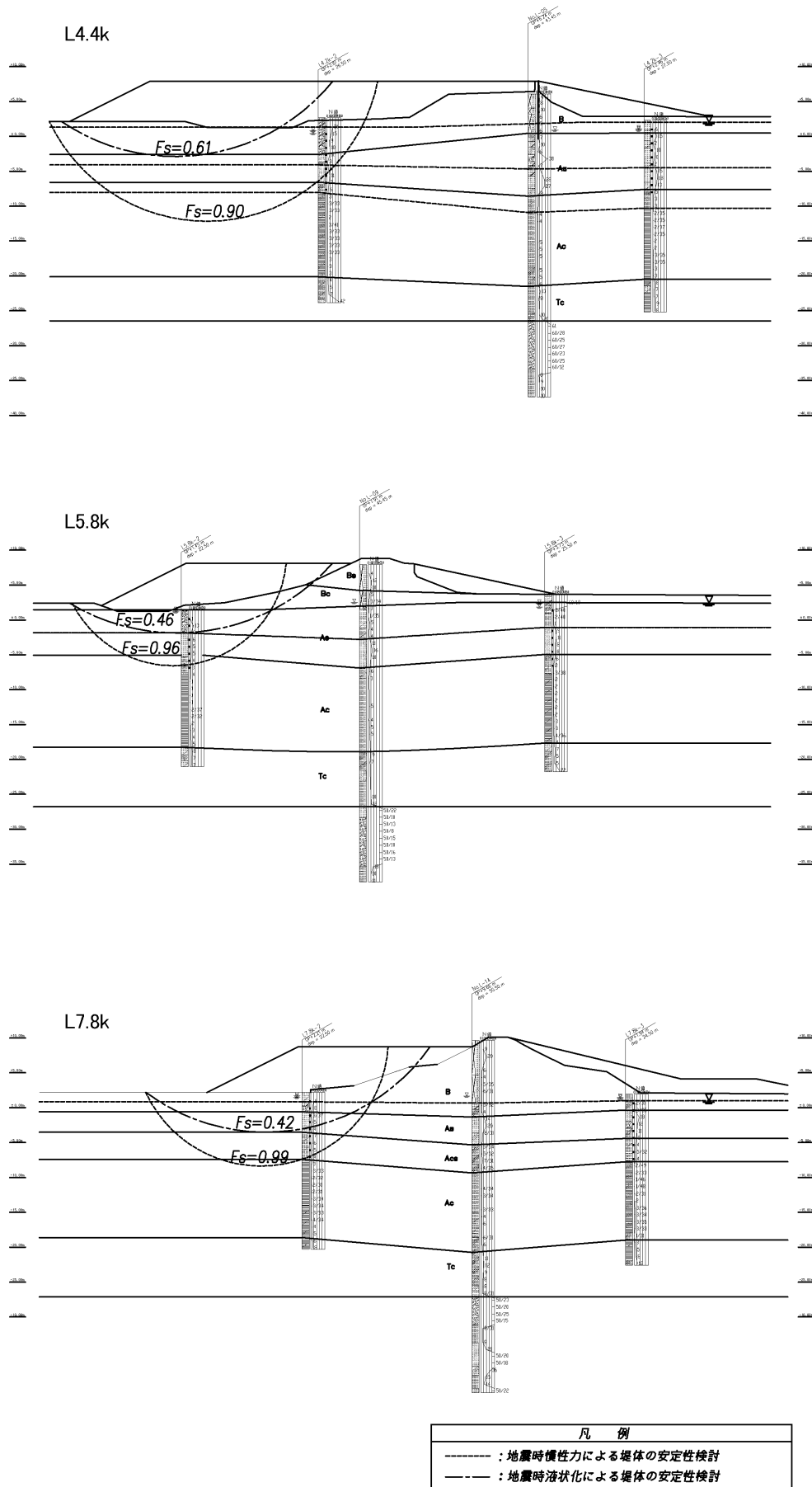


図 2.3.2 地震時すべり破壊に対する検討結果（道路構造物なし：MODEL C）

構造物あり、土留鋼矢板残置とした場合

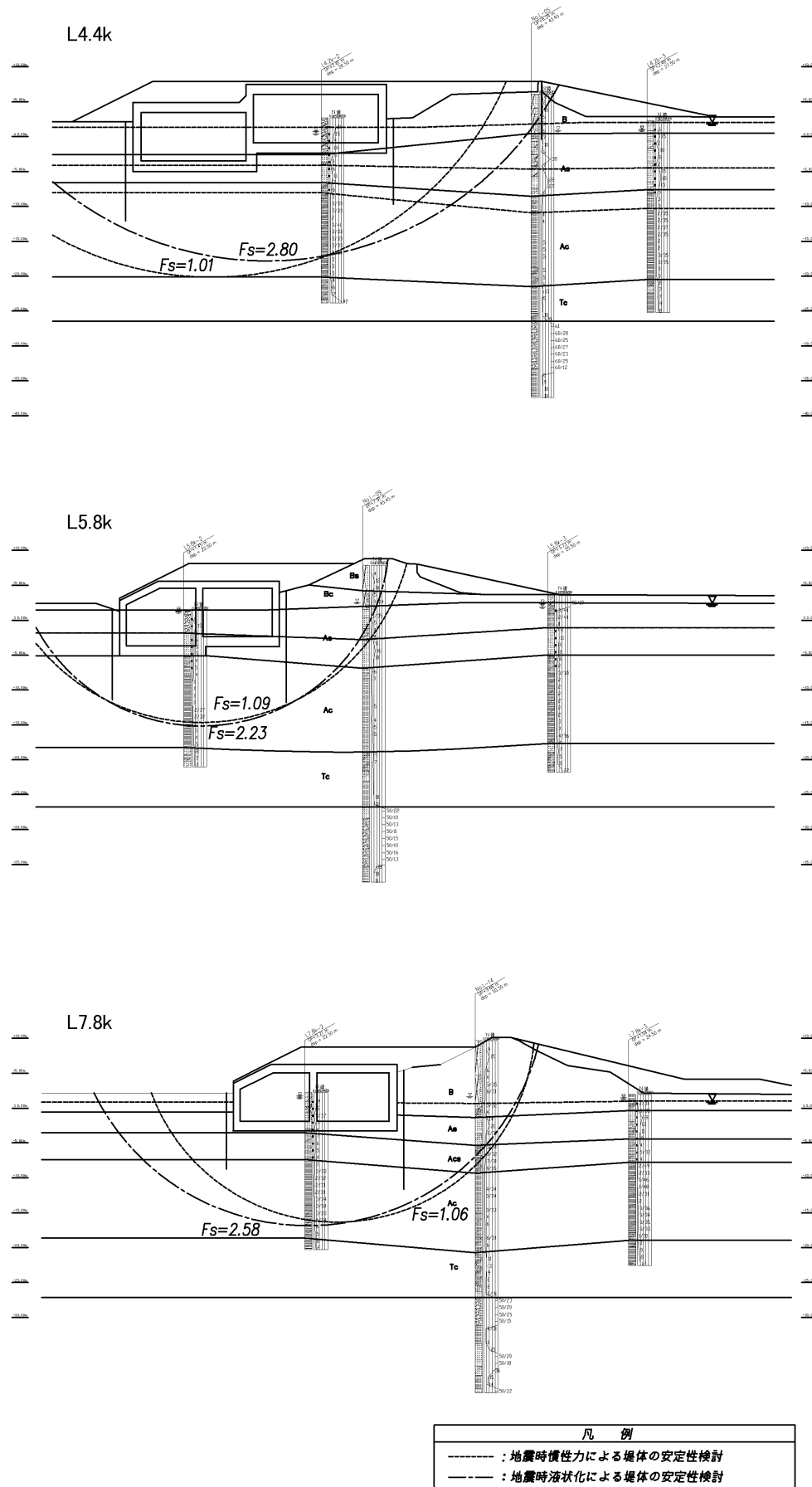


図 2.3.3 地震時すべり破壊に対する検討結果（道路構造物あり、土留鋼矢板残置：MODEL D）

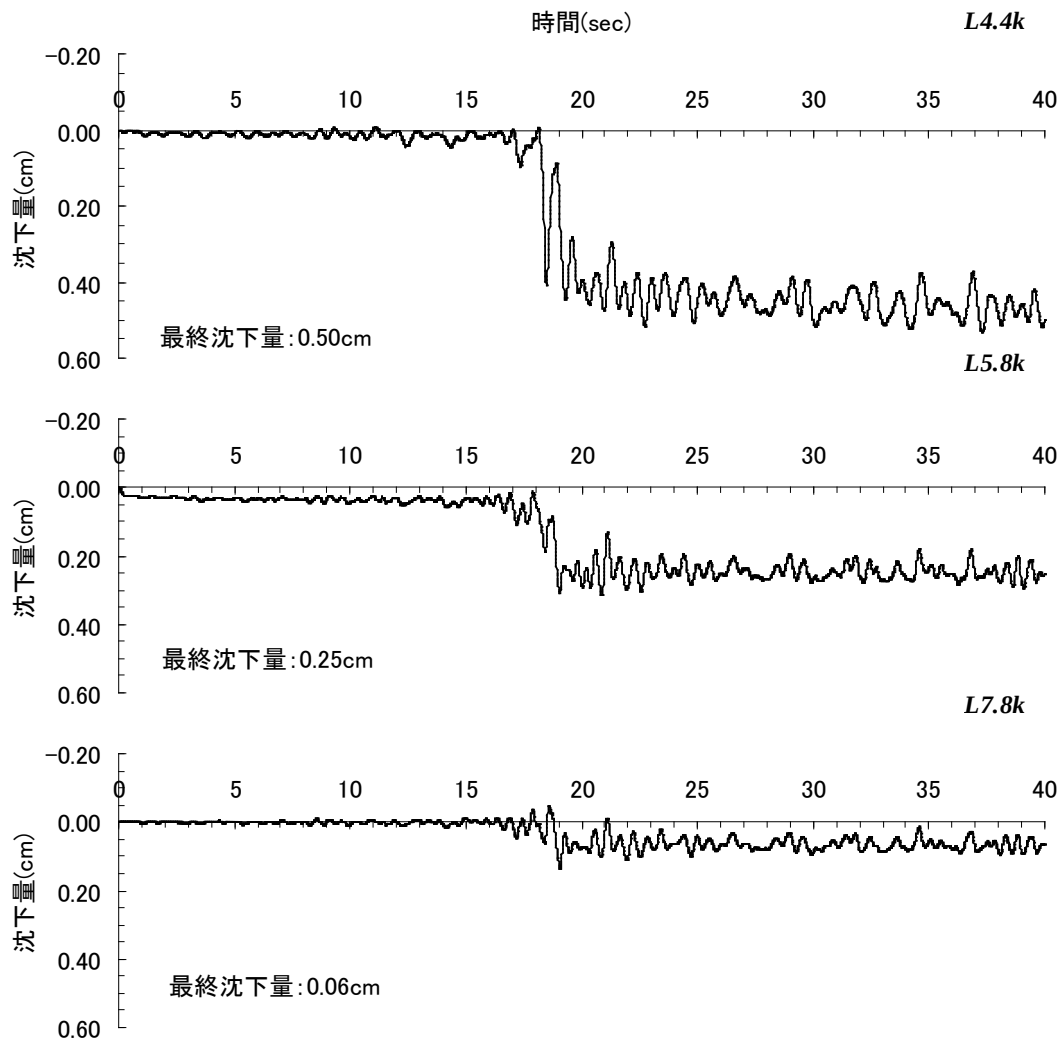


図 2.3.4 堤防天端における時刻歴応答変位

(SP 波による動的解析結果の各堤防天端の鉛直変位時刻歴図)

2.3.2 地震に対する影響検討（施工時）

目的 道路施工時において、堤体安定性、堤防機能の確保に及ぼす地震による影響を検討する。

内容 施工時における地震に対する影響検討は、「堤防検討の手引き」に示されている、地震時のすべり破壊に対する安定性（図 2.3.5 参照）と、河川堤防（土構造物）と仮設工との動的相互作用に関する検討を行っている。

照査方法は、円弧すべり法による安定計算を行って地震時安全率を求め、既往の河川堤防の地震被害（天端の沈下量）と安全率の関係を利用して天端の沈下量を推定している。地震時の堤防の沈下量は、堤外、堤内に対して得られた地震時安全率に対応した沈下比率（堤防の高さに対する沈下量の比）を用いて推定している。表 2.3.2 に地震時安全率に対応した沈下比率（堤防の高さに対する沈下量の比）を、図 2.3.6 に施工時における河川堤防の照査方法を示す。

本計画路線区間である淀川下流部においては、**評価基準水位＝朔望平均満潮位＋1.0m＝O.P.＋2.2m＋1.0m＝O.P.＋3.2m** と設定されている。

また、東南海・南海地震の津波高（朔望平均満潮位に対し、2.0～2.5m 程度の津波高を考慮）を評価基準水位とした場合の照査も実施している。

検討モデルは、最終掘削時を想定したケースとしている。

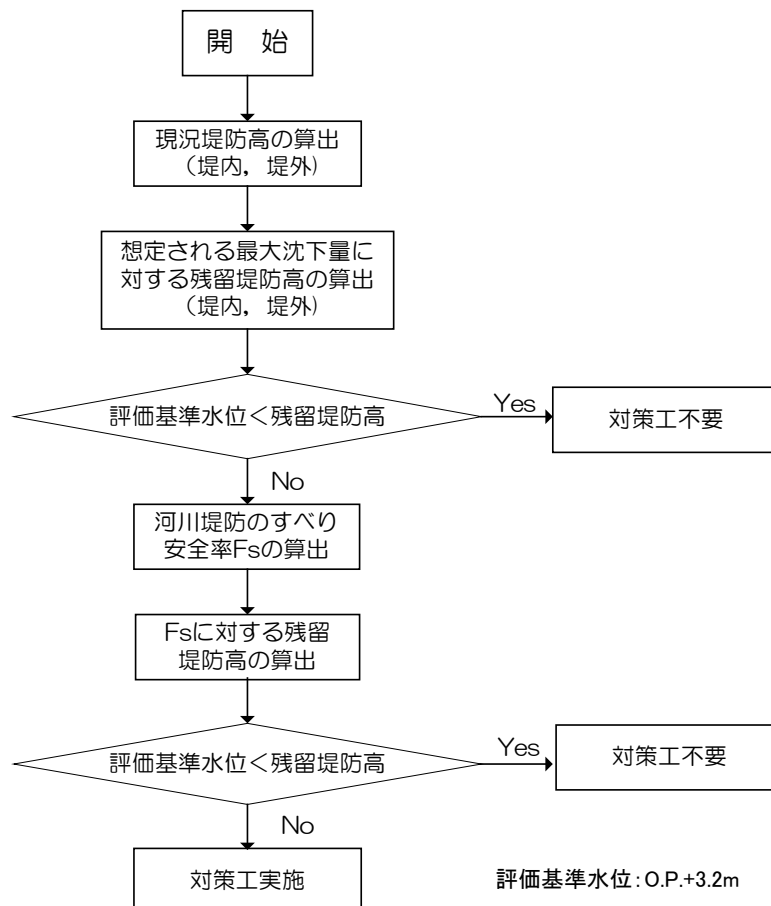


図 2.3.5 動的影響（地震時すべり破壊）に対する河川堤防の検討手法

表 2.3.2 堤防天端の沈下量と地震時安全率の関係

地震時安全率 Fsd		沈下量(上限値)
$Fsd(kh)$	$Fsd(\Delta u)$	
$1.0 < Fsd$		0
$0.8 < Fsd \leq 1.0$		(堤高) $\times$ 0.25
$Fsd \leq 0.8$	$0.6 \leq Fsd \leq 0.8$	(堤高) $\times$ 0.50
—	$Fsd \leq 0.6$	(堤高) $\times$ 0.75

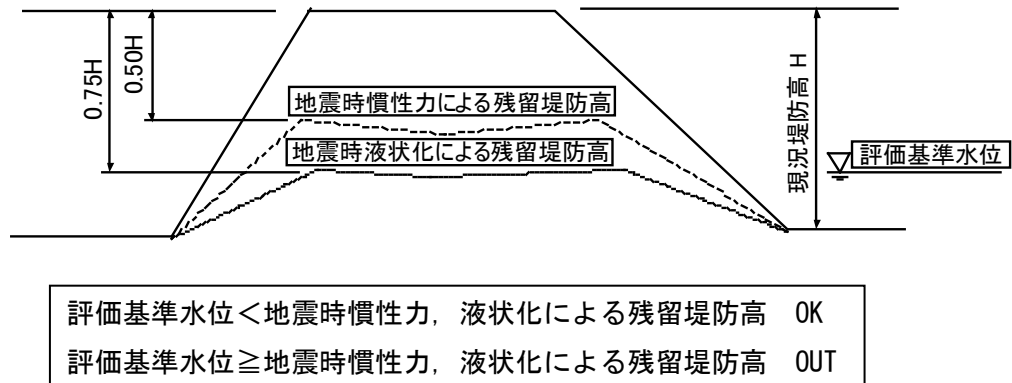


図 2.3.6 施工時における河川堤防の照査方法

評価 河川距離標 200m 毎の断面における評価基準水位およびする河川堤防の一次判定結果を表 2.3.3 に示す。この一次判定は、すべり安全率 0.6 以下（地震時慣性力時は 0.8 以下）と仮定した場合における沈下量であり、結果が OUT となる断面については、すべり計算を実施する。

施工時における河川堤防の残留堤防高は、一部を除きほぼ全断面で評価基準水位（O.P. +3.2m）を上回る。評価基準水位を下回る L5.4k は、すべり計算を実施した結果、液状化による堤防天端の沈下量は堤防高の 50% となり、評価基準水位を上回る結果となる。

東南海・南海地震の津波高に対しては、地震時慣性力においては一部を除きほぼ全断面で津波高を上回る結果となっている。地震時液状化に着目すると、全断面で残留堤防高が津波高を下回る結果となっている。一次判定で OUT となる断面のすべり安全率計算結果と残留堤防高による評価を表 2.3.4 に示す。一部の箇所を除き最小安全率が 1.0 以上となるため、河川堤防の沈下は発生しない結果となっている。最小安全率が 1.0 を下回る断面においても 0.8 以上となり、堤防高の 25% 沈下量となるため、津波に対する堤体の安定性は確保される。

地震時すべり破壊に対する検討結果図を図 2.3.7 に示す。

【安定性の照査結果】

河川距離標でほぼ 200m ごとの断面で照査を行った結果、安全率が 1.0 を下回る箇所についても、残留堤防高が評価基準水位を下回らないことにより、すべての断面で安定性を確認した。

東南海・南海地震の津波による施工時の地震時すべり破壊に対する検討により、全断面で残留堤防高が津波高を上回ったため、堤体の安定性は確保できると考えられる。

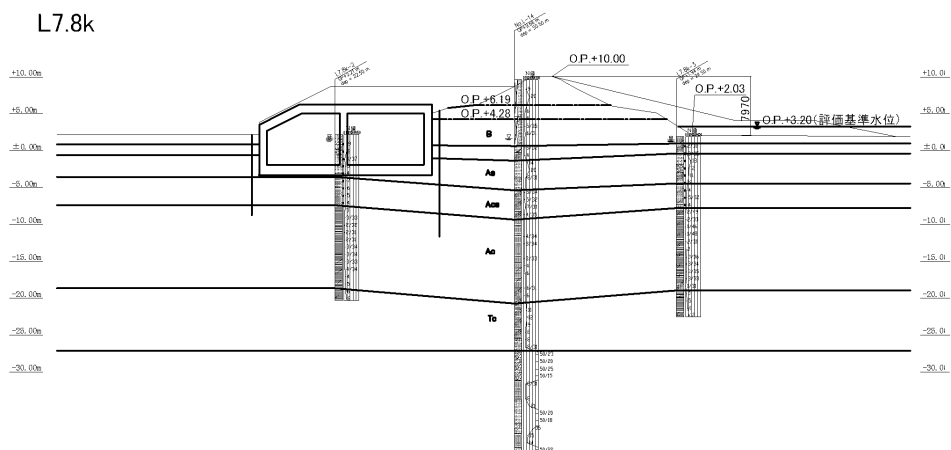
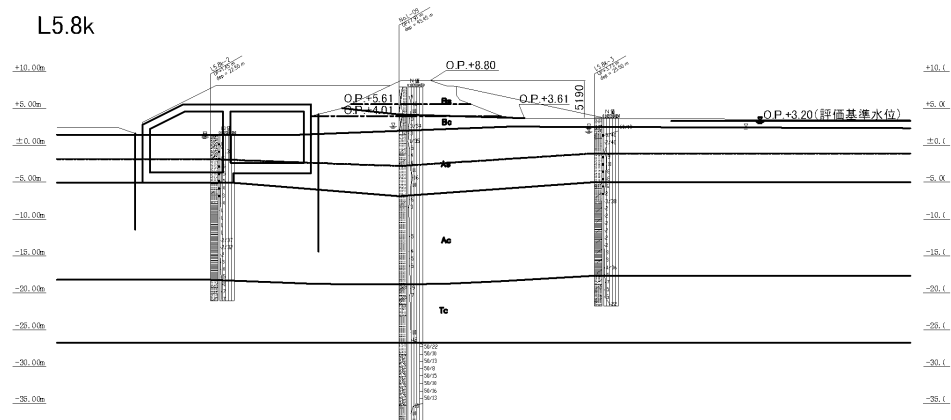
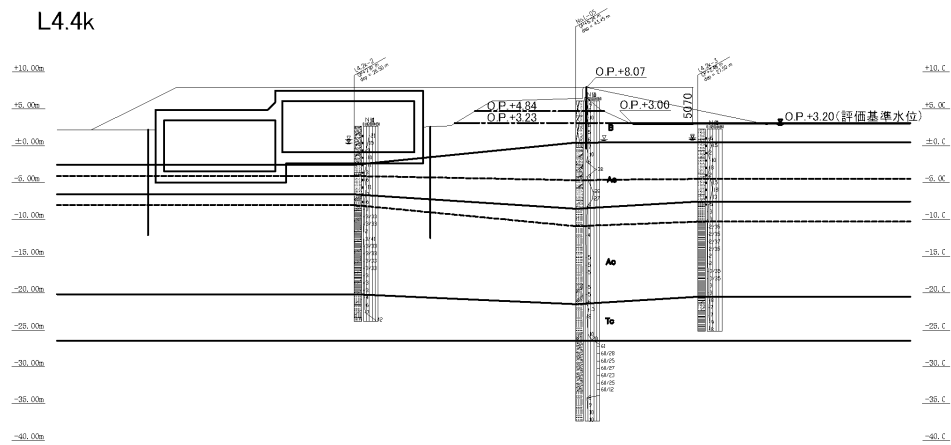
表 2.3.3 堤内側におけるすべり破壊に対する安定性結果

距離標	堤防 天端高	法尻標高	堤防高	最大沈下量		沈下後の標高		評価基準水位			東南海・南海地震		
	(O.P.m)	(O.P.m)	(m)	慣性力 (50%)	液状化 (75%)	慣性力 (50%)	液状化 (75%)	水位 (O.P.m)	判定		津波高 (O.P.m)	判定	
				(m)	(m)	(O.P.m)	(O.P.m)		慣性力	液状化		慣性力	液状化
4.4k	8.07	1.61	6.46	3.23	4.85	4.84	3.23	3.20	OK	OK	4.34	OK	OUT
4.6k	8.07	2.34	5.73	2.87	4.30	5.21	3.77	3.20	OK	OK	4.37	OK	OUT
4.8k	8.13	2.43	5.70	2.85	4.28	5.28	3.86	3.20	OK	OK	4.40	OK	OUT
4.0k	8.10	2.38	5.72	2.86	4.29	5.24	3.81	3.20	OK	OK	4.43	OK	OUT
5.2k	7.98	2.56	5.42	2.71	4.07	5.27	3.92	3.20	OK	OK	4.46	OK	OUT
5.4k	8.09	1.41	6.68	3.34	5.01	4.75	3.08	3.20	OK	OUT	4.49	OK	OUT
5.6k	8.10	2.45	5.65	2.83	4.24	5.28	3.86	3.20	OK	OK	4.54	OK	OUT
5.8k	8.80	2.41	6.39	3.20	4.79	5.61	4.01	3.20	OK	OK	4.57	OK	OUT
6.0k	8.99	1.29	7.70	3.85	5.78	5.14	3.22	3.20	OK	OK	4.58	OK	OUT
6.2k	8.99	1.56	7.43	3.72	5.57	5.28	3.42	3.20	OK	OK	4.58	OK	OUT
6.4k	9.02	1.98	7.04	3.52	5.28	5.50	3.74	3.20	OK	OK	4.59	OK	OUT
6.6k	8.96	2.48	6.48	3.24	4.86	5.72	4.10	3.20	OK	OK	4.59	OK	OUT
6.8k	9.26	2.09	7.17	3.59	5.38	5.68	3.88	3.20	OK	OK	4.59	OK	OUT
7.0k	8.34	2.31	6.03	3.02	4.52	5.33	3.82	3.20	OK	OK	4.60	OK	OUT
7.2k	9.43	2.49	6.94	3.47	5.21	5.96	4.23	3.20	OK	OK	4.60	OK	OUT
7.4k	9.55	2.12	7.43	3.72	5.57	5.84	3.98	3.20	OK	OK	4.61	OK	OUT
7.6k	9.78	2.45	7.33	3.67	5.50	6.12	4.28	3.20	OK	OK	4.61	OK	OUT
7.8k	10.00	2.37	7.63	3.82	5.72	6.19	4.28	3.20	OK	OK	4.61	OK	OUT
8.0k	10.19	2.72	7.47	3.74	5.60	6.46	4.59	3.20	OK	OK	4.62	OK	OUT
8.2k	6.34	2.76	3.58	1.79	2.69	4.55	3.66	3.20	OK	OK	4.62	OUT	OUT

表 2.3.4 最小すべり安全率計算結果と残留堤防高による評価

距離標	すべり 安全率		最大沈下量		沈下後の標高		東南海・南海 津波高さ (O.P.m)	判定		備 考
	慣性力	液状化	慣性力 (m)	液状化 (m)	慣性力 (O.P.m)	液状化 (O.P.m)		慣性力	液状化	
4.4k	—	1.10	0.00	0.00	8.07	8.07	4.34	OK	OK	5%
4.6k	—	1.33	0.00	0.00	8.07	8.07	4.37	OK	OK	25%
4.8k	—	1.35	0.00	0.00	8.13	8.13	4.40	OK	OK	15%
5.0k	—	1.38	0.00	0.00	8.10	8.10	4.43	OK	OK	
5.2k	—	1.29	0.00	0.00	7.98	7.98	4.46	OK	OK	
5.4k	—	1.14	0.00	0.00	8.09	8.09	4.49	OK	OK	
5.6k	—	1.75	0.00	0.00	8.10	8.10	4.54	OK	OK	5%
5.8k	—	1.36	0.00	0.00	8.80	8.80	4.57	OK	OK	
6.0k	—	1.30	0.00	0.00	8.99	8.99	4.58	OK	OK	
6.2k	—	1.19	0.00	0.00	8.99	8.99	4.58	OK	OK	
6.4k	—	1.26	0.00	0.00	9.02	9.02	4.59	OK	OK	
6.6k	—	1.34	0.00	0.00	8.96	8.96	4.59	OK	OK	
6.8k	—	1.23	0.00	0.00	9.26	9.26	4.59	OK	OK	
7.0k	—	1.10	0.00	0.00	8.34	8.34	4.60	OK	OK	
7.2k	—	1.38	0.00	0.00	9.43	9.43	4.60	OK	OK	
7.4k	—	1.57	0.00	0.00	9.55	9.55	4.61	OK	OK	
7.6k	—	1.25	0.00	0.00	9.78	9.78	4.61	OK	OK	
7.8k	—	1.29	0.00	0.00	10.00	10.00	4.61	OK	OK	
8.0k	—	1.42	0.00	0.00	10.19	10.19	4.62	OK	OK	
8.2k	0.83	1.43	0.90	0.00	5.45	6.34	4.62	OK	OK	

※ 備考欄の数値は軟弱地盤対策工（SCP 工法）で算出した改良率を示すが、施工時には掘削底面以深の強度増加は期待できないため、安全率の増加はほとんどない。



河川距離標	残留堤防高 (O. P. m)		評価基準水位 (O. P. m)	評 価	
	慣性力	液状化		慣性力	液状化
L4. 4k	4. 84	3. 23	3. 20	0 K	0 K
L5. 8k	5. 61	4. 01	3. 20	0 K	0 K
L7. 8k	6. 19	4. 28	3. 20	0 K	0 K

図 2.3.7 地震時における残留堤防高による河川堤防の安全性の照査

2.3.3 構造物と地盤の剥離の照査

目的 地震時より構造物と地盤に残留剥離が生じた場合は剥離箇所が将来の水みちの形成につながることを懸念されることから、剥離箇所と剥離量の評価を行っている。

内容 構造物と地盤との剥離の照査を目的として、動的応答性状評価で求めた結果代表3断面（4.4k, 5.8k, 7.8k）における2次元非線形動的応答解析結果より、道路構造物周辺での剥離箇所と最大剥離箇所に着目して整理している。

評価 構造物と地盤の間の剥離量の累積について、2次元FEM動的解析により検討した結果、最大剥離箇所における剥離量の時刻歴とこの剥離箇所における時刻歴応答変位は河川距離標4.4kにおいて2mm程度、5.8kで6mm程度、7.8kで0.5mm程度の剥離が確認されたが、構造物全周に剥離が進展することはないため、堤防に及ぼす影響については少ないと考えられる。

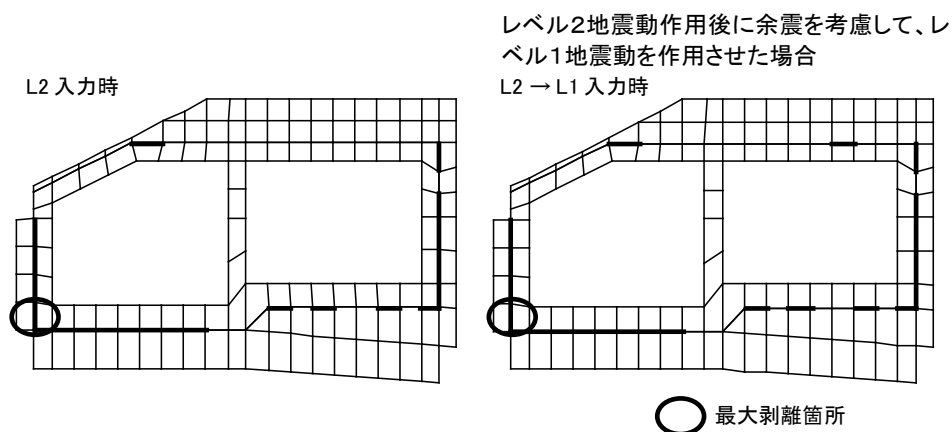


図 2.3.8 地盤-構造物間の剥離が生じる箇所（L5.8k）

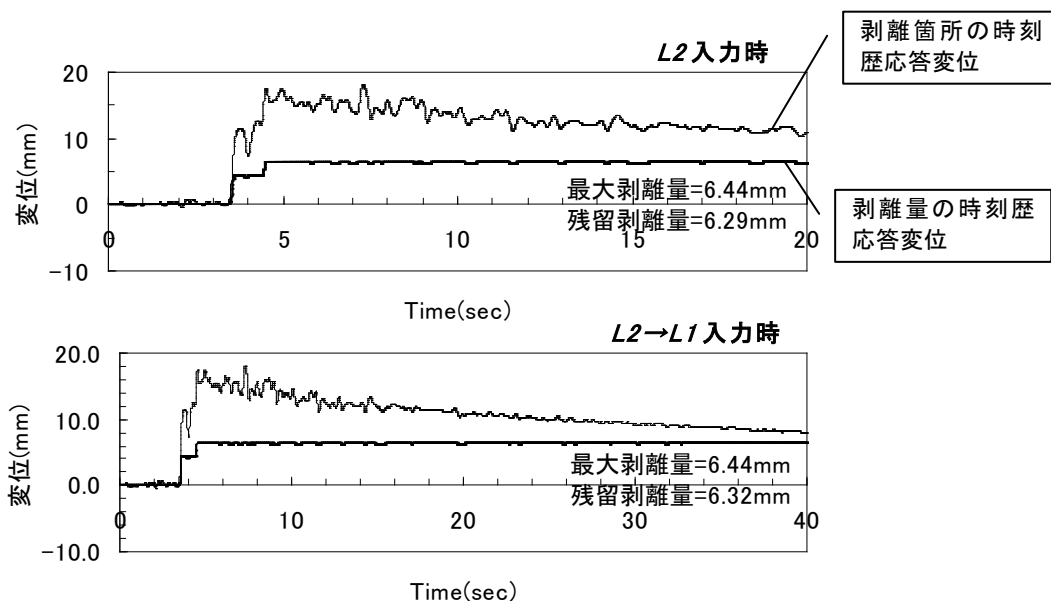


図 2.3.9 最大剥離箇所における時刻歴応答（L5.8k）

2.4 地盤変状に対する影響検討

目的 道路施工中～完成後における、構造物周辺の盛土による基礎地盤、河川堤防の沈下の照査を行っている。

内容 SP マニュアルに基づき、地表面での許容沈下量を 10cm 以下とし、併せて、河川距離標:200m に対する道路躯体どうしの許容相対変位量として 5 cm を設定している。当時は交差部が基礎形式として杭基礎で計画されているため、軟弱地盤対策範囲から除外している。

淀川左岸線 2 期計画区間の約 4.3km のうち、盛土化する BOX 区間に対して、一次元圧密沈下計算を河川距離標毎に実施している。ただし、問題点として、土留鋼矢板による応力遮断・除荷・Box 構造物を介した荷重分散を考慮できないため、代表 3 断面 (4.4k, 5.6k, 5.8k) で弾性 FEM 解析を行い一次元圧密量との比から河川距離標 200m 毎の沈下量の算出を行っている。

○フロー

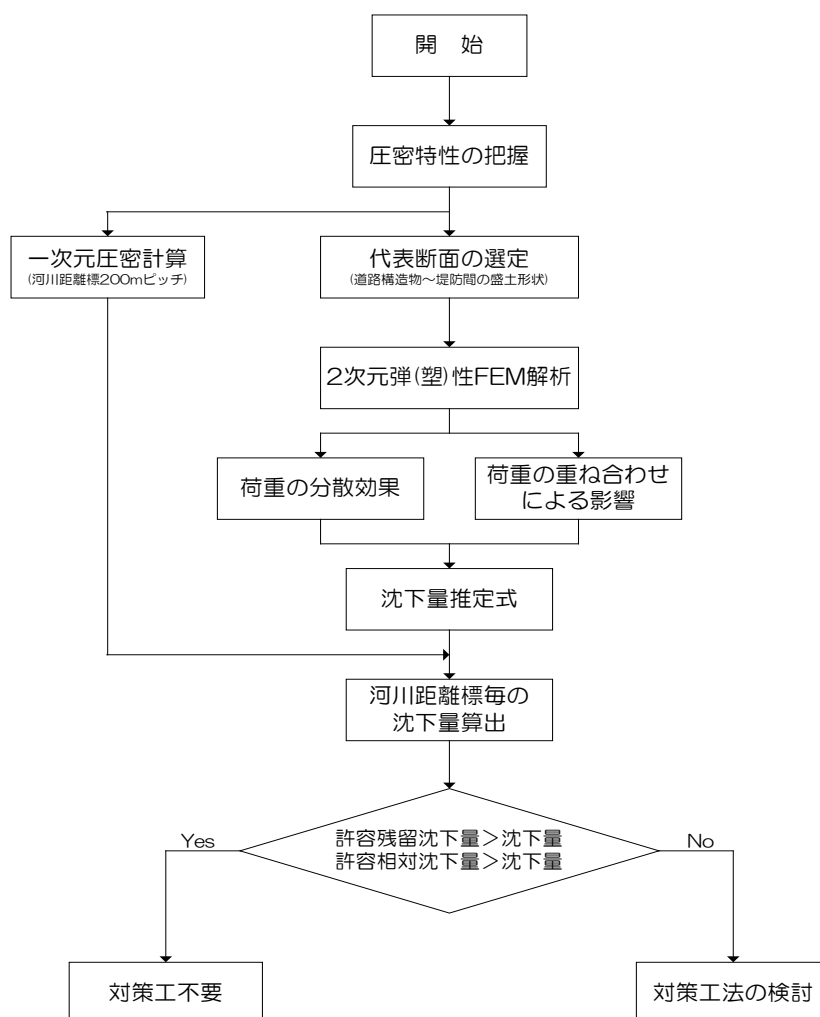
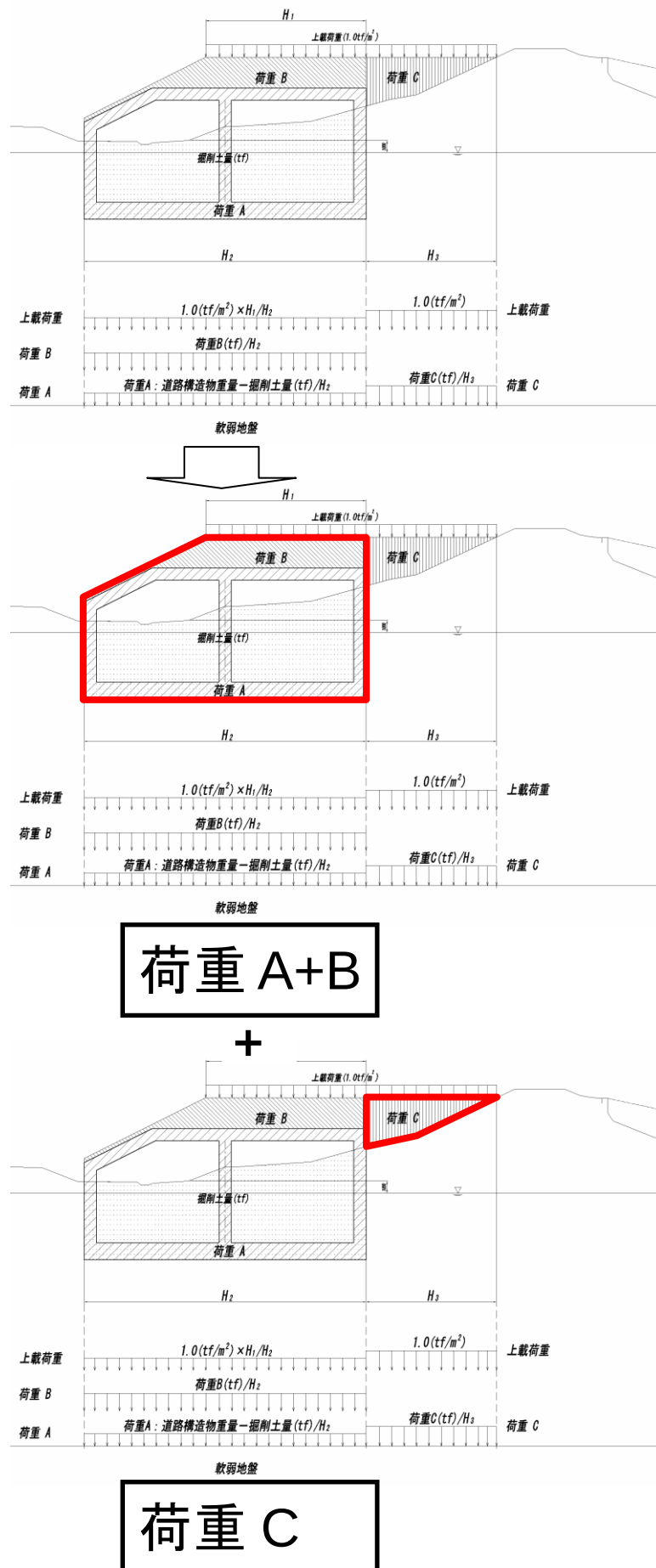


図 2.4.1 沈下量推定式の検討フロー

○推定評価式の考え方



①荷重 A+B を載荷重として弾性 FEM 解析を行う。あわせて、荷重 A+B を上載荷重として、一次元圧密計算（e0 法）による粘性土層の圧密沈下量を算出する。これら解析結果の比より、荷重分散係数 α_{AB} を設定する。

②荷重 C を載荷重として弾性 FEM 解析を行う。あわせて、荷重 C を上載荷重として、一次元圧密計算（e0 法）による粘性土層の圧密沈下量を算出する。これら解析結果の比より、荷重 C の区分における荷重分散係数 α_{Ci} を設定する。

③隣接盛土荷重（荷重 A+B と荷重 C）の相互の影響検討として、②で対象とした断面において施工ステップを考慮した 2 次元弾塑性 FEM 解析を行い、それぞれの荷重 C の区分における照査箇所における重ね合わせ影響係数 β_i を設定する。

④河川距離標毎に一次元圧密計算（e0 法）による粘性土層の圧密沈下量を算出し、前述した荷重分散係数（ α_{AB} 、 α_{Ci} ）、重ね合わせ影響係数（ β_i ）を考慮した沈下量推定式を用い沈下量を得て評価する。

淀川左岸線（2 期）計画区間における沈下量の評価

➤ 道路構造物の沈下量推定式 S_{eq-BOX}

$$S_{eq-BOX} = \alpha_{AB} \cdot S_{AB} + \alpha_{C-i} \cdot S_C - \beta_{AB-i} (\alpha_{AB} \cdot S_{AB} + \alpha_{C-i} \cdot S_C)$$

ここに、

道路構造物～堤防間の盛土形状が①の場合、

$$\alpha_{AB} = 0.60, \quad \alpha_{C-1} = 0.30, \quad \beta_{AB-1} = 0.40$$

道路構造物～堤防間の盛土形状が②の場合、

$$\alpha_{AB} = 0.60, \quad \alpha_{C-2} = 0.30, \quad \beta_{AB-2} = 0.00$$

道路構造物～堤防間の盛土形状が③の場合、

$$\alpha_{AB} = 0.60, \quad \alpha_{C-3} = 0.55, \quad \beta_{AB-3} = 0.20$$

➤ 道路構造物～堤防間の沈下量推定式 S_{eq-SUP}

$$S_{eq-BOX} = \alpha_{AB} \cdot S_{AB} + \alpha_{C-i} \cdot S_C - \beta_{C-i} (\alpha_{AB} \cdot S_{AB} + \alpha_{C-i} \cdot S_C)$$

ここに、

道路構造物～堤防間の盛土形状が①の場合、

$$\alpha_{AB} = 0.60, \quad \alpha_{C-1} = 0.30, \quad \beta_{C-1} = 0.45$$

道路構造物～堤防間の盛土形状が②の場合、

$$\alpha_{AB} = 0.60, \quad \alpha_{C-2} = 0.30, \quad \beta_{C-2} = 0.00$$

道路構造物～堤防間の盛土形状が③の場合、

$$\alpha_{AB} = 0.60, \quad \alpha_{C-3} = 0.55, \quad \beta_{C-3} = 0.05$$

○土質定数

表 2.4.1 土質定数

圧密特性値（一次元圧密）

ゾーン区分	土質区分	箇所	膨張指数	過圧密比	圧密降伏応力	圧縮指数	間隙比
			C_a	OCR_{-eq}	$P_{c_{-eq}}$	C_c	ec_{-eq}
ZONE1	Acs	堤内	0.126	1.66	18.37	0.510	1.213
		堤体	0.143	1.15	22.07	0.621	1.320
		堤外	0.134	1.70	19.48	0.480	1.384
	Ac	堤内	0.110	1.33	21.35	0.778	1.411
		堤体	0.093	1.23	25.42	0.744	1.410
		堤外	0.250	1.31	20.57	0.827	1.502
ZONE2	Acs	堤内	0.129	2.03	18.25	0.405	1.176
		堤体	0.124	1.36	27.56	0.535	1.194
		堤外	0.227	1.77	16.73	0.690	1.512
	Ac-u	堤内	0.175	1.62	17.22	0.798	1.498
		堤体	0.144	1.23	28.49	0.798	1.402
		堤外	0.168	1.63	18.92	0.825	1.484
	Ac-l	堤内	0.196	2.20	31.11	0.990	1.517
		堤体	0.126	1.64	43.00	0.606	1.092
		堤外	0.196	2.20	31.11	0.990	1.517
ZONE3	Ac-u	堤内	0.089	1.54	18.91	0.589	1.305
		堤体	0.132	1.19	29.48	0.612	1.167
		堤外	0.154	1.80	19.60	0.570	1.272
	Ac-l	堤内	0.128	2.03	32.83	0.419	0.968
		堤体	0.140	1.16	32.58	0.557	1.171
		堤外	0.128	2.03	32.83	0.419	0.968
Tc			0.147	1.80	55.10	0.473	0.985

圧密特性値（二次元弾塑性 FEM 解析）例（L5.6k）

堤体									
土層	材料種類	γ (tf/m ³)	k_o (cm/sec)	ν'	K_o	λ	κ	M	OCR
B	弾性体	1.91(1.75)	1.48E-03	0.330	0.500	—	—	—	—
As(1)		1.89	1.62E-04	0.330	0.500	—	—	—	—
As(2)		1.90	2.57E-03	0.330	0.500	—	—	—	—
Acs	弾塑性体	1.70	1.00E-07	0.363	0.537	0.232	0.054	1.094	1.360
Ac-u		1.70	5.00E-08	0.379	0.569	0.346	0.062	1.005	1.230
Ac-l		1.70	5.00E-08	0.376	0.547	0.263	0.055	1.066	1.640
Tc		1.80	1.00E-08	0.360	0.563	0.205	0.064	1.192	1.800
Tg	弾性体	2.10	1.00E-01	0.330	0.500	—	—	—	—
堤内									
土層	材料種類	γ_{sat} (tf/m ³)	k_o (cm/sec)	ν'	K_o	λ	κ	M	OCR
As(1)	弾性体	1.89	1.62E-04	0.330	0.500	—	—	—	—
As(2)		1.90	4.84E-03	0.330	0.500	—	—	—	—
SCP		1.80	1.00E-03	0.330	0.500	—	—	—	—
Acs	弾塑性体	1.69	1.00E-07	0.382	0.619	0.176	0.056	1.155	2.030
Ac-u		1.69	5.00E-08	0.376	0.604	0.346	0.076	1.086	1.620
Ac-l		1.69	5.00E-08	0.389	0.637	0.430	0.085	1.066	2.200
Tc		1.80	1.00E-08	0.360	0.563	0.205	0.064	1.192	1.800
Tg	弾性体	2.10	1.00E-01	0.330	0.500	—	—	—	—
堤外									
土層	材料種類	γ_{sat} (tf/m ³)	k_o (cm/sec)	ν'	K_o	λ	κ	M	OCR
As(1)	弾性体	1.89	1.62E-04	0.330	0.500	—	—	—	—
As(2)		1.90	4.84E-03	0.330	0.500	—	—	—	—
Acs		1.69	1.00E-07	0.361	0.565	0.299	0.099	1.161	1.770
Ac-u	弾塑性体	1.69	5.00E-08	0.391	0.641	0.358	0.073	1.027	1.630
Ac-l		1.69	5.00E-08	0.389	0.637	0.430	0.085	1.066	2.200
Tc		1.80	1.00E-08	0.360	0.563	0.205	0.064	1.192	1.800
Tg	弾性体	2.10	1.00E-01	0.330	0.500	—	—	—	—

○結果と評価

下流域の一部区間において、SP マニュアルの許容残留沈下量 10cm、もしくは、道路の許容相対沈下量 5cm を満足しない結果となったため、サンドコンパクションパイル工法(以下、「SCP 工法」という)による改良を行い、許容値を満足させている。

本計画区間における沈下量推定式により、国道 2 号 (4.4~5.0k)、阪神高速池田線・JR 東海道線交差部 (5.8k) 付近において道路構造物縦断方向の許容相対沈下量を満足しない断面があった。その箇所は、SCP 工法による改良を行い、許容値を満足させている。

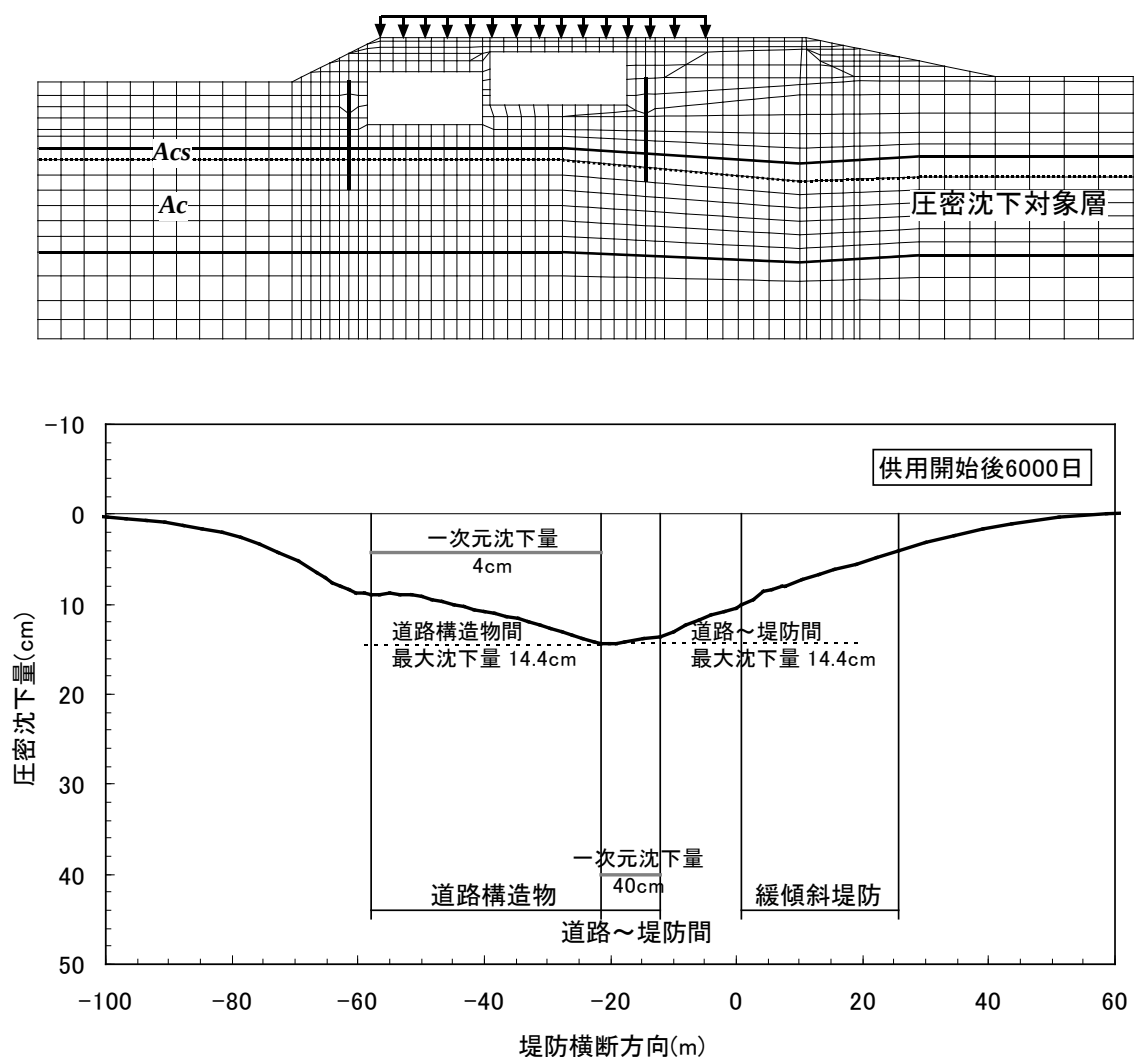


図 2.4.2 最終沈下量計算結果例 (L4.4k)

表 2.4.2 河川管理上の許容沈下量を満足しない箇所

河 川 距離標	一次元圧密沈下量		評価式により算出した沈下量(cm)		備 考
	道路構造物間	道路～堤防間	道路構造物間	道路～堤防間	
4.4	3	37	13	13	
4.6	7	19	12	14	
4.8	5	47	17	17	交差部
5.6	7	19	12	14	交差部
7.0	14	19	14	14	交差部

表 2.4.3 道路躯体の許容相対沈下量を満足しない箇所

河 川 距離標	一次元圧密沈下量		評価式により算出した沈下量(cm)	
	道路構造物間	道路～堤防間	道路構造物間	道路～堤防間
4.6	7	19	12	14
4.8	交 差 部			
5.0	0	24	7	7
5.6	交 差 部			
5.8	9	14	6	5

表 2.4.4 軟弱地盤対策必要箇所と地盤改良率算定結果

		阪神本線		淀川大橋		阪神高速空港線		JR東海道線		新十三BP		NTT橋		十三大橋		阪急本線		地下鉄御堂筋線		新淀川大橋		JR東海道線					
距離標		4.0	4.2	4.4	4.6	4.8	5.0	5.2	5.4	5.6	5.8	6.0	6.2	6.4	6.6	6.8	7.0	7.2	7.4	7.6	7.8	8.0	8.2	8.4	8.6	8.8	9.0
堤防形式		高潮堤 (特殊堤)										高潮堤										土堤					
		河川管理上の軟弱地盤における沈下量の評価 *1)																									
未改良時沈下量 (cm)	改良率 (%)	-	-	-	13	12	17	7	4	4	12	6	3	0	1	5	5	14	4	2	3	4	3	1	-	-	-
		-	-	-	5	5	交差部	-	-	-	交差部	-	-	-	-	-	-	交差部	-	-	-	-	-	-	-	-	
		-	-	-	9.10	8.20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
軟弱地盤対策工必要箇所																											
		道路躯体の軟弱地盤における沈下量の評価 *2)																									
未改良時沈下量 (cm)	改良率 (%)	-	-	-	-	12	0	7	-	4	0	6	-	-	-	5	0	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		-	-	-	-	25	交差部	15	-	-	交差部	5	-	-	-	-	交差部	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		-	-	-	-	4.70	-	4.70	-	-	-	3.60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
軟弱地盤対策工必要箇所																											
		*1) 許容沈下量 10cm *2) 許容相対沈下量 5cm																									

注1) 交差部は杭基礎として、軟弱地盤対策対象から除外 (前委員会当時)
注2) 交差部のうち、新十三BP・NTT 橋は道路構造物および堤防に近接しないため交差部として扱っていない

2.5 交通振動に対する影響検討

目的 交通振動による地盤～構造物間の剥離の照査を行い、この剥離が発生した際に構造物周囲の土砂が流れ出すことによる水みちの発生の有無を検討している。

内容 阪神高速道路環状線の橋面で測定された鉛直交通振動波形を設計外力として道路路面に入力し、二次元非線形動的応答解析を行い、剥離について照査している。

剥離による水みち発生への検討は、対象土層の限界動水勾配を算定し、飽和・不飽和浸透流解析から得られる動水勾配が限界動水勾配以下であることを照査している。

水みちの発生に対する安全性の評価対象土層は、砂質土・礫質土であり、これら土質における限界動水勾配 i_c は下式で求めることができる。

$$i_c = \frac{G_s - 1}{1 + e}$$

i_c : 限界動水勾配 , G_s : 土粒子の密度 , e : 間隙比

なお、一般的な値として、土粒子の密度 $G_s=2.6\sim2.8$ 、間隙比 $e=0.7\sim1.0$ を与えると、限界動水勾配は $i_c=0.8\sim1.0$ 程度となる。

評価 交通振動による河川堤防への影響を把握するために、交通振動による地盤～構造物間の剥離を検討した結果、地盤～構造物間のジョイント要素は弾性領域内で挙動する結果となっている。

飽和・不飽和浸透流解析より得られた流速により算出した動水勾配と通常の砂地盤の限界動水勾配を比較すると、水平、鉛直ともに限界動水勾配以下となり、水みちは発生しない結果となっている。

したがって、交通振動による地盤～構造物間の剥離は発生せず、剥離が発生した場合においても河川の浸透水による水みちは発生しないと考えられる。

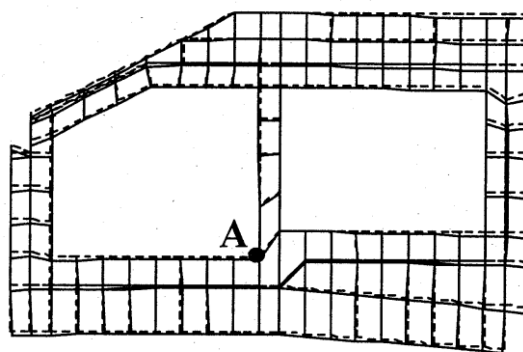


図 2.5.1 変形図

表 2.5.1 動水勾配算出結果

	流速 V (cm/sec)	透水係數 k (cm/sec)	動水勾配 i
x方向	7.70E-04	3.21E-03	0.24
y方向	2.05E-03	3.21E-03	0.64

2.6 河川環境に配慮した施工法の検討

2.6.1 施工計画の基本的な考え方

目的 道路構造物と堤防との一体整備として位置づける方針で計画されていることから、当該区間の施工計画の策定は、一体整備の趣旨を踏まえるとともに、河川環境に配慮して行っている。

(ヨシ原地区外における施工法)

内容 川表側に将来の堤防(緩傾斜堤)を兼ねることが可能な土堤(スライド堤防)による仮締切の設置により対応することを原則とし、道路開削による施工方法の検討を行っている。

評価 以下の事項を仮定して検討を進めるものとしている。

- 1) 川表側に設置する土堤による仮締切(スライド堤防)は、非洪水期に施工することを前提とする。
- 2) 栈橋工は施工性・経済性よりスポット栈橋とし、その支持杭及び中間杭は物理的に引抜き撤去が不可能なことから土中に残置を原則とした。
- 3) 地盤改良の工法は、原則としてSCP工法を採用することとする。

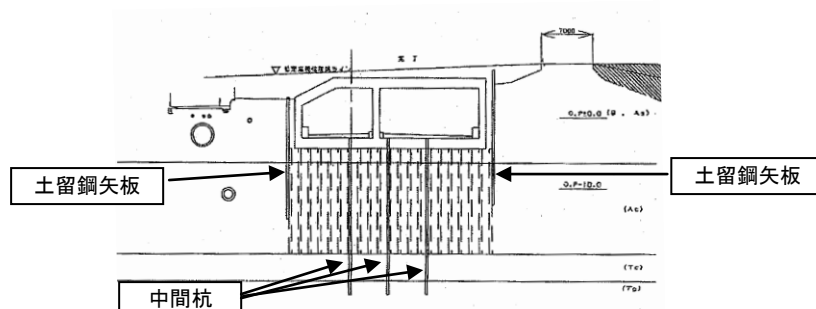


図 2.6.1 ヨシ原地区外完成断面図

(ヨシ原地区における施工法)

内容 ヨシ原地区における施工法は、ヨシ原を代表とする生態系に影響を与えないことを前提に以下の4案の比較検討を行っている。

- 1 案: 道路構造物兼用二重締切案
- 2 案: 川表二重締切案(土留矢板案)
- 3 案: 二重締切案(堤内側二重締切案)
- 4 案: 分割施工案(本体ボックス分割施工案)

評価 1 案は、二重締切の機能上の課題があり、2 案は、ヨシ原に影響を与える可能性があることから、ともに選定対象外としている。

3 案、4 案とも、ヨシ原への影響はないと結論を得ており、施工性が、4 案より優れている 3 案を最有力候補として、実施に向けての検討を進めていくこととしている。

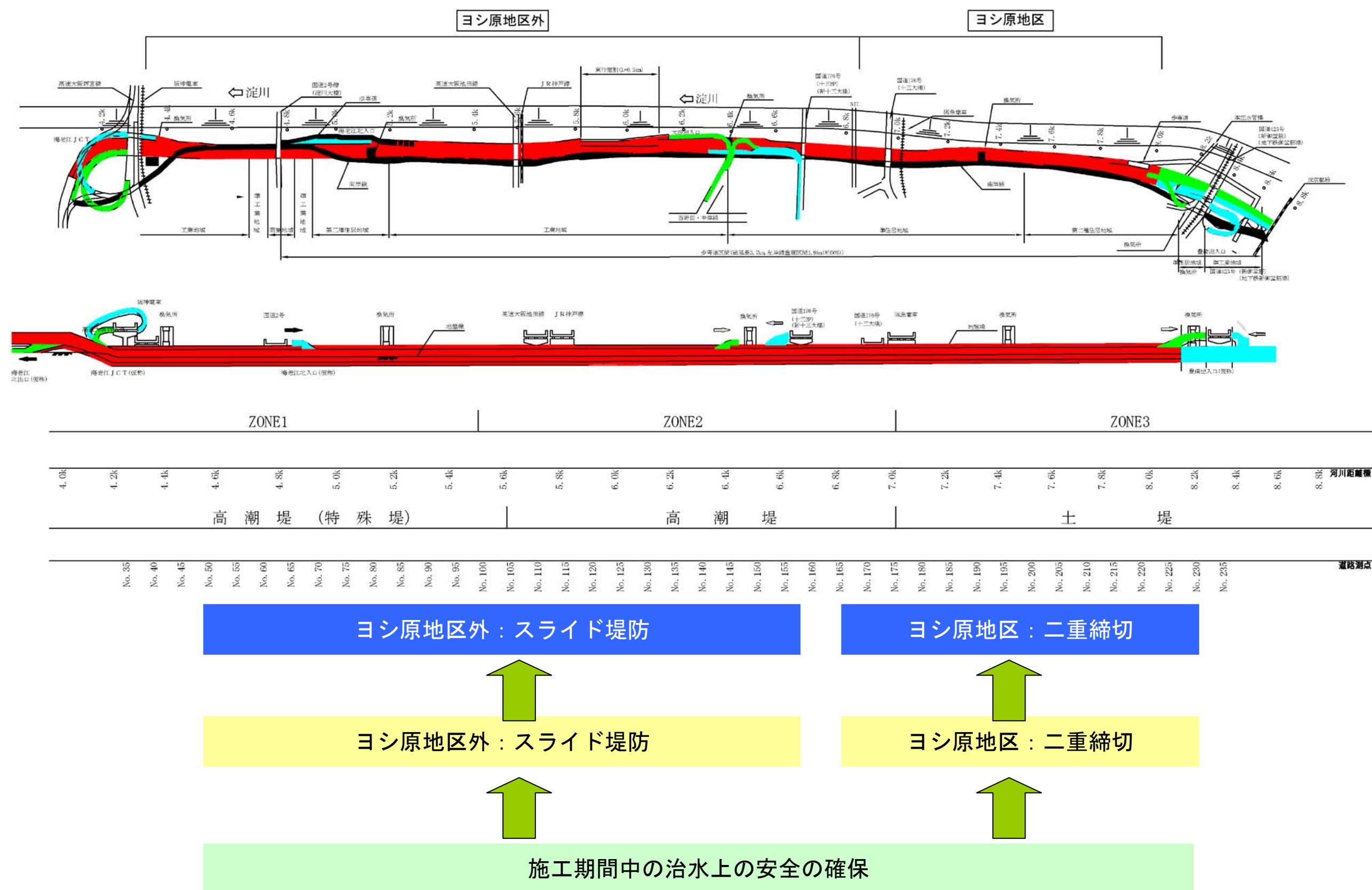
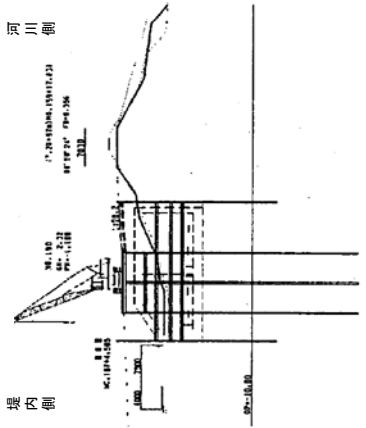
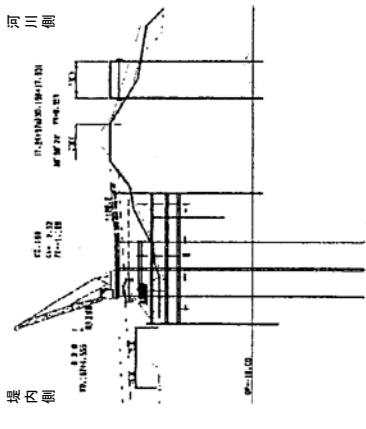
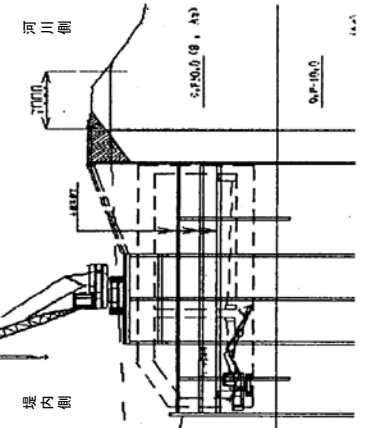
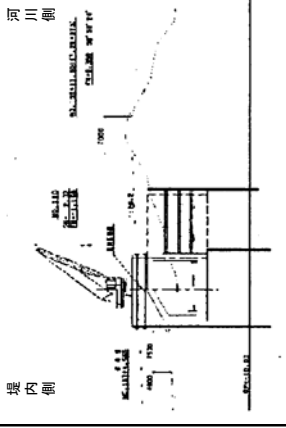


図 2.6.2 ヨシ原地区とヨシ原地区外の施工範囲図

表 2.6.1 ヨシ原地区の施工計画 (案)

	1案：道路構造物兼用二重締切案	2案：川表二重締切：土留矢板案	3案：二重締切案：堤内側幅狭二重締切案	4案：分離施工方案 本体ボックス分割施工方案
構造概要	 道路躯体側部の土留支保工の鋼矢板を二重締切と見なして、仮締切堤の機能確保する。	 ヨシ原から離れた位置に二重締切による仮締切堤を設置する。矢板打設位置は、張りコックリートに緩衝するため、あらかじめ撤去する。	 道路躯体側部の土留支保工の鋼矢板と、堤体天端の堤内側直近に打設した土留鋼矢板どうしをタイロッドで結び二重締切とみなして、仮締切堤の機能確保する。土留鋼矢板の間隔は5mを標準とする。ただし、堤体と道路とが接近する断面では、5mを確保すると、堤体天端（計画堤防幅W=7m）内に矢板が入る。入れないように堤体天端直近に矢板を打つと、土留鋼矢板の間隔は、最狭で4m程度となる。	 道路躯体を分割施工（西行き先行施工）し、西行き道路躯体を仮締切堤と見なして、東行き道路躯体施工時の堤防機能を確保する。
堤体機能	○現況堤防の一部を掘削するため、計画堤防を確保するよう、二重締切効果を期待する。 ○堤体中央部の鋼矢板打設による弛みを避けるため、矢板打設位置を堤体中央から離す。	○現況堤防の一部を掘削するため、計画堤防を確保するよう、二重締切を施す。 ○堤体中央部の鋼矢板打設による弛みを避けるため、矢板打設位置を堤体中央から離す。	○現況堤防の一部を掘削するため、計画堤防を確保するよう、二重締切を施す。 ○堤体中央部の鋼矢板打設による弛みを避けるため、矢板打設位置を堤体中央から離す。	○東行き道路躯体施工時に現況堤防の一部を掘削するため、西行き躯体に仮締切堤の機能を持たせる。 ○堤体中央部の鋼矢板打設による弛みを避けるため、矢板打設位置を堤体中央から離す。

2.6.2 土留鋼矢板の取り扱い

目的 施工後に土留鋼矢板を残置することによる優位性について、土留鋼矢板を撤去する場合と比較して、土留鋼矢板の取り扱いについて検討している。

堤体内の道路構造物の長期安定性に関しては、残置される土留鋼矢板の腐食についてのみ、照査を行っている。

(土留鋼矢板の取り扱い基本方針)

内容 土留鋼矢板を残置または撤去した場合の効果、発生する問題・課題について検討している。

- ・残置による堤体の安定性向上効果
- ・土留鋼矢板引き抜き撤去における問題点
- ・土留鋼矢板残置により生じる課題

評価

○残置による堤体の安定性向上効果

鋼矢板残置により、完成形のすべり安全率を満足して、特に地震時液状化のすべり安全率は大幅に向上しており、安定性は確保されている。

さらに、地震時の液状化、および、軟弱地盤(Ac 層)の沈下に対して、以下の効果がある。

- ・堤体盛土液状化時の流動化抑制
- ・道路構造物(開削トンネル)直下の層(As 層)の液状化時の土粒子の回り込み、流出の防止による地表面の変形抑制
- ・遮断(縁切り)壁効果による側方変形・引き込み沈下の軽減
- ・液状化に対する地盤改良不要によるコスト削減効果

○土留鋼矢板引き抜き撤去における問題点

土留鋼矢板は堤体本体に打設されることから、引き抜きに伴って、周辺地盤へのゆるみ、空隙の発生等の負荷が懸念される。

○土留鋼矢板残置により生じる課題

現状の地下水流況に対し、透水層である As 層を延長約 4km にわたり遮断することから、堤内地域における地下水変動による影響が考えられる。

(残置した土留鋼矢板の腐食検討)

内容 完成形における堤体のすべり安定性に影響する土留鋼矢板残置に関して、その前提条件となる土留鋼矢板の長期健全性(劣化損傷傾向)を考察している。

評価 当該区間において残置される鋼矢板の腐食進行は非常に遅く、長期的にも機能低下に及ぼす影響はほとんどないと評価している。

2.7 実施上の課題

委員会の審議を通じて、今後、事業を実施していく上で考えられる課題として、以下の事項を示している。

(1) 鋼矢板残置による地下水流道への影響調査等のモニタリングの実施

鋼矢板残置によって懸念される河川堤体の浸潤線の変化、地下水流道への影響を把握するため、モニタリングにより監視、検証を行う必要がある。

(2) 特殊部の構造検討

委員会では標準的な断面について審議を行ったが、今後、鉄道、道路等との交差部、換気所部等の特殊部について、詳細構造の検討を実施し、堤体安定性の照査を行う必要がある。

(3) 詳細設計への反映

道路構造物の詳細設計を堤体の安全性に反映していく必要がある。なお、その過程において、追加調査により詳細な定数が得られた場合は、適宜適切に照査、再検討を行うこととする。

(4) 施工法の詳細検討

委員会総括において示された施工法の基本的考え方にに基づき、今後、施工時におけるスライド堤防、二重締切構造などの詳細について、管理者協議を進めていく必要がある。

3 本委員会での審議内容

3.1 河川管理者の視点

3.1.1 基本方針

淀川左岸線 2 期事業の建設にあたり、道路構造物と堤防を一体とした場合において、以下の河川堤防としての機能を満足するために必要な照査項目を抽出し、適切な検討を行って判断していくこととする。

- 完成後の施設が堤防として要求される機能を満足すること、かつ現況堤防と同等以上の機能を有すること
- 施工時には仮設構造物が堤防として要求される機能を満足すること

淀川左岸線 2 期事業は、河川堤防の中に開削トンネルを主体とする道路構造物（約 4.3km）が設置される構造形式である。道路構造物の施工にあたっては、構造形式と位置との関係から堤防の一部を開削することが避けられず、完成後および施工時において技術的な諸問題が生じる。このため、阪神高速道路公団が平成 11 年～平成 15 年度に「淀川左岸線 2 期事業の建設に関する検討委員会」（以下、「前委員会」という）を開催し、諸問題の検討や審議がなされてきた。

本委員会では、同事業の道路線形が精査されたことに伴い、道路構造物と堤防が一体となる兼用工作物として、河川堤防の治水機能を維持するための技術的な指標を明確にし、堤防の安全性を検討する。また、前委員会の課題とされた施工方法、堤防耐震性能照査及びモニタリング手法等に対し、改めて技術的な検討を加える。

検討に際しては、前委員会の審議内容や、その後の検討を踏まえた照査項目を抽出し、解析等の結果に基づいて堤防の安全性を評価する。

3.1.2 堤防として要求する機能（照査項目案）

堤防の安全性を確認する立場から、完成後と施工時における照査項目（案）は以下のとおり。

- （１）完成後
 - 1) 耐浸透機能
 - 2) 耐震機能
 - 3) 構造的（長期）安定性
 - 4) 周辺影響の抑制・低減
 - 5) モニタリング方法及び管理基準
 - 6) 維持管理手法
 - 7) 災害時の緊急復旧および本復旧等の対応
- （２）施工時
 - 1) 耐浸透機能
 - 2) 耐震機能
 - 3) 施工時安全性
 - 4) 周辺影響の抑制・低減
 - 5) モニタリング方法及び管理基準

（１）完成後

1) 耐浸透機能

洪水時、道路構造物や土留鋼矢板設置に伴う透水層の阻害により、堤体内の浸潤面の上昇や堤防横断方向の動水勾配の増大も考えられるため、「浸透時のすべり破壊」と「浸透破壊（パイピング）」を検討する。

また、堤防縦断方向の浸透影響については、道路構造物や土留鋼矢板に沿った水みち発生による堤防への影響が考えられるため、地盤条件や河川水位・地下水位、道路構造物の形状変化（縦断線形や構造変化部）などを確認して、影響を判断する。

① 一体構造物の照査に関して、適用基準の妥当性を検討【新規課題】

手引きやSPマニュアルでは“すべり”で安全性を評価しているが、対象が構造物と土堤のため挙動が異なることが課題と考えられるため、適用基準の妥当性を検討する。

② ランプ部、橋梁交差部等の特殊部の照査【前委員会の課題】

前委員会では一般部の照査を実施しているため、未実施の特殊部を照査する。

③ 構造物の設置による湿潤面、浸透経路への影響の評価【新規課題】

前委員会では横断方向の照査を検討しているが、構造物の設置や土留鋼矢板残置時の縦断方向の浸透影響も考えられるため、影響の有無及び評価

方法を検討する。

④ 追加土質調査結果の反映、河川堤防点検と整合した地盤定数の見直し【新規課題】

前委員会の検討以降の土質調査結果が反映されておらず、その後に河川堤防点検が実施されているため、この点検手法と整合した地盤定数の見直しを行い検討に用いる。

2) 耐震機能

平水時に地震が生じた場合、液状化現象により堤防が沈下し、堤内地に河川水が進入し、浸水等の二次被害の発生が懸念される。このため、道路構造物と堤防が一体となる兼用工作物に対して、「液状化による流動変形を考慮できる静的解析」や「液状化を考慮した二次元有効応力解析などの動的解析」により検討する。

① L2 地震動に対する堤防部の耐震性能照査の方法、照査基準【新規課題】

前委員会では SP マニュアルに準じているが、前委員会以降に、『河川堤防の耐震性能照査指針(案)』が出され、一般堤防では耐震性能照査の方法・照査基準(L2 地震動)が変更(SP マニュアルは変更なし:L1 地震動のまま)となっている。したがって、当該指針に基づき、「液状化による流動変形を考慮できる静的解析」により耐震機能の評価を行うが、本検討手法の妥当性を検証するために、「液状化時の流動変形と過剰間隙水圧消散後の沈下も考慮できる二次元非線形動的解析(有効応力法)」により検討を行い、併せて「使用する入力地震動」の確認も行う。

② 構造物の設計を反映した再評価【前委員会の課題】

前委員会以降、道路線形の再精査により構造物の位置・形状が変更されていることから、これら構造物設計の内容を反映した評価を改めて行う。

③ 土留鋼矢板残置の取り扱い【新規課題】

耐震の基準変更や土留鋼矢板の残置に関するこれまでの検討内容を踏まえ、土留鋼矢板の有無と道路構造物との結合条件の得失から土留鋼矢板の取り扱い条件を設定する。

3) 構造的(長期)安定性

道路構造物が堤防内に設置されるに伴う道路の交通振動や仮設の土留鋼矢板を堤防に残置もしくは撤去した場合の河川堤防への影響など、道路構造物と堤防が一体となる兼用工作物の長期的な構造的安定性について検討する。

① 交通振動等による剥離の影響【新規課題】

道路構造物の交通振動による堤体と道路構造物の剥離による影響を検討する。

② 土留鋼矢板残置時の長期的影響(構造的安定性、腐食、劣化等)【前委員会の課題】

長期的な土留鋼矢板の構造的安定性、腐食、劣化等の面から河川堤防の安定性への影響を検討する。

③ 土留鋼矢板撤去時の安全性評価（堤体の緩みの発生）【前委員会の課題】

土留鋼矢板撤去時に発生する緩みによる堤体への影響を評価する。

4) 周辺影響の抑制・低減

道路構造物の設置や構造物周りの埋戻や盛土に伴う地盤変状が、堤体や近接構造物等へ及ぼす影響について検討する。

① 沈下の許容値等（土堤と同じ照査基準値でよいか）【新規課題】

SP マニュアルでは許容残留沈下量は 10 c m となっているが、対象が構造物と土堤のため挙動が異なることが課題と考えられる。このため、適用基準の妥当性を検討する。

② 橋梁交差部等の特殊部の照査方法（解析方法、照査基準）【前委員会の課題】

前委員会では道路の許容相対沈下量を 5cm として安全性を評価している。しかし、対象が構造物と土堤のために挙動が異なること、縦断方向の断面変化が著しい場合の影響が課題と考えられる。このため、適用基準の妥当性を検討する。

③ 構造物と地盤の間の沈下差の影響（水みち・緩み等の発生）【新規課題】

構造物と地盤の間の沈下差が堤体内の水みち・緩み等の原因となることが考えられるため、沈下差に起因する水みち・緩み等の発生を評価する検討手法および許容値について検討する。

④ 土留鋼矢板残置時の地下水流動阻害の影響の有無及び評価方法【新規課題】

土留鋼矢板残置の場合、地下水流動阻害に伴って長期的に堤内水位が変動し、周辺地盤の沈下などの影響が考えられるため、その検討を行う。

5) モニタリング方法及び管理基準【前委員会の課題】

土留鋼矢板残置の場合、構造物端部周辺の堤防変位、地下水流動阻害に伴って土留鋼矢板より堤内側で発生する地下水低下とこれに伴う圧密沈下、長期的に堤内水位の縦断方向の変動による水みちの発達等が懸念されるため、これらモニタリング方法及び管理基準の設定について検討する。

6) 維持管理手法【新規課題】

一体構造物（兼用工作物）の維持管理手法に関しては、以下の事項が課題となる。

- ・ 一体構造物を構成する個別構造物（土堤、道路構造物、土留鋼矢板、・・・）の中から維持管理の対象とする構造物を選定し、その調査点検・補修・更新などに関する維持管理の基本方針の策定が必要となる。
- ・ 個別構造物について類似の他事例などを収集整理し、対象とする構造物の特性に配慮した点検手法の確立が必要となる。

- ・想定される劣化・損傷に対して、管理水準ならびに補修対策工法を選定する必要があり、点検手法と併せて、維持管理のあり方を取りまとめる。

上記3点を審議して、基本方針策定・点検手法確立・管理水準ならびに補修対策工法の設定を行い、維持管理のあり方を取りまとめる。

7) 災害時の緊急復旧および本復旧等の対応【新規課題】

災害時に緊急に復旧を行える構造となっているか、抜本的な改修を必要とする構造となっていないか、について確認する必要がある。

(2) 施工時

1) 耐浸透機能

施工中であっても洪水時の降雨および河川水の浸透により、堤防（堤体及び基礎地盤）が不安定化することを防止する必要がある。「完成後」と同様に、「浸透時のすべり破壊」と「浸透破壊（パイピング）」について検討するとともに、土留鋼矢板や堤防掘削時の影響について検討する。

① 一体構造物の施工時の照査に関して、適用基準の妥当性を検討【新規課題】

手引きやSPマニュアルでは“すべり”で安全性を評価しているが、施工時の土留鋼矢板の影響や掘削時の堤体への影響が課題と考えられるため、適用基準の妥当性を検討する。

② ランプ部、橋梁交差部等の特殊部の照査【前委員会の課題】

前委員会では一般部の照査を実施しているため、未実施の特殊部を照査する。

③ 追加土質調査結果の反映、河川堤防点検と整合した地盤定数の見直し【新規課題】

前委員会の検討以降の土質調査結果が反映されておらず、その後に河川堤防点検が実施されているため、この点検手法と整合した地盤定数の見直しを行い検討に用いる。

2) 耐震機能

施工時の仮設計では、耐震機能を考慮しないのが一般的であるが、堤防機能（仮締切堤）としては、施工中であっても、地震により堤防が沈下し、河川水が堤内地に進入することによる浸水等の二次被害が発生することを防止するため、施工中の耐震機能の検討を行う。

① L2 地震動に対する堤防部の耐震性能照査の方法、照査基準【新規課題】

「完成後」の検討と同様に、「液状化による流動変形を考慮できる静的解析」や「液状化を考慮した二次元有効応力解析などの動的解析」により検討する。

② 構造物の設計を反映した再評価【前委員会の課題】

前委員会以降では仮設時も含めた構造物の設計内容がより詳細になっていることから、この条件を反映して検討する。

3) 施工時安全性

施工時の堤防の機能を確保する。

① 仮締切堤防の設置時の流下能力の確保【前委員会の課題】

前委員会では仮締切堤（スライド堤防もしくは二重締切）により現堤防の川表側での機能確保を考えているが、流下能力が確保できるか検討する。

② 仮締切堤防の安全性評価（長期施工の影響、浸透・侵食・耐震機能の確保）【新規課題】

道路構造物の長期施工の影響を考慮すると、仮締切堤防による浸透・侵食・耐震機能の確保が課題となる。

③ 交差部等の特殊箇所の施工方法（仮締切堤防の施工性）【前委員会の課題】

交差部等の特殊箇所において、仮締切堤防の施工が困難な場合、現堤防の川表側での機能確保のための施工方法が課題となる。

4) 周辺影響の抑制・低減

構造物の設置に伴う地盤変状が、近接構造物等へ影響を及ぼさないようにする。

① 沈下の許容値等（土堤と同じ照査基準値でよい）【新規課題】

堤防開削時の土留設置位置次第では、偏土圧が作用することで変形が大きくなることが懸念されるため、施工方法検討も含めた背面堤防変位の評価方法・基準の設定が課題となる。

5) モニタリング方法及び管理基準【前委員会の課題】

土留鋼矢板設置による地下水流動阻害に伴い、堤内側で発生する地下水低下やこれに伴う圧密沈下などについては、施工前からのモニタリングの必要性があると考えられるため、施工時モニタリング方法及び管理基準の設定などについて検討する。

表 3.1.1 堤防機能確保する視点からの着眼点による技術的課題

状態	確保機能	技術的課題 本委員会の検討内容	前委員会概要書の検討内容との関連
完成時	耐浸透機能	①一体構造物の照査に関して、適用基準の妥当性を検討 (対象が構造物と土堤のため、土堤と拳動が異なることに對し、適用基準の妥当性を検討) ②ランブ部、橋梁交差部等の特殊部の照査 ③構造物の設置による湿潤面、浸透経路への影響の評価 ④追加土質調査結果の反映、河川堤防点検と整合した地盤定数の見直し	第3章 完成時における浸透に対する影響検討
	耐震機能	①L2地震動に対する堤防部の耐震性能照査の方法、照査基準 ②構造物の設計を反映した再評価 ③土留鋼矢板残置の取り扱い	2.4 地盤特性 5.2 動的応答性評価 5.3 動的応答特性の把握 10.10 土留鋼矢板の取り扱い 第3章 完成時における地震に対する影響検討 5.4 構造物と地盤の剥離の照査 10.10 土留鋼矢板の取り扱い
	構造的（長期）安定性	①交通振動等による剥離の影響 ②土留鋼矢板残置時の長期的影響（構造的安定性、腐食、劣化等） ③土留鋼矢板撤去時の安全性評価（堤体の緩みの発生）	第6章 地盤変状に対する影響検討 該当なし（新規）
	周辺影響の抑制・低減	①沈下の許容値等（土堤と同じ照査基準値でよい） ②橋梁交差部等の特殊部の照査方法（解析方法、照査基準） ③構造物と地盤の間の沈下差の影響（水みち・緩み等の発生） ④土留鋼矢板残置時の地下水流動阻害の影響の有無及び評価方法	第6章 地盤変状に対する影響検討 該当なし（新規）
	モニタリング方法及び管理基準	①モニタリング方法及び管理基準	第11章 地下水流動への影響検討 10.11 モニタリング調査計画
	維持管理手法	①維持管理手法	該当なし（新規）
	災害時の緊急復旧および本復旧等の対応	①災害時の緊急復旧および本復旧等の対応	該当なし（新規）
	耐浸透機能	①一体構造物の施工時の照査に関して、適用基準の妥当性を検討 (施工時の土留鋼矢板の影響や掘削時の堤体への影響に對し、適用基準の妥当性を検討) ②ランブ部、橋梁交差部等の特殊部の照査 ③追加土質調査結果を反映させ、河川堤防点検と整合した地盤定数の見直し	第7章 施工時における浸透に対する影響検討
	耐震機能	①L2地震動に対する堤防部の耐震性能照査の方法、照査基準 ②構造物の設計を反映した再評価 ③反締切堤防の設置時の流下能力の確保 ④反締切堤防の安全性評価（長期施工の影響、浸透・侵食・耐震機能の確保） ⑤交差点部等の特殊箇所の施工方法（反締切の施工性） (別添)ヨシ原地区での施工に際して、ヨシ原のミテイングレーションの考え方を検討	2.4 地盤特性 8.3 河川堤防と道路構造物の動的相互作用に関する検討 10.10 土留鋼矢板の取り扱い 10.4 ヨシ原地区外における施工計画 10.5 ヨシ原地区外における施工法 該当なし（新規） 第10章 河川環境に配慮した施工法の検討
	施工時	①沈下の許容値等（土堤と同じ照査基準値でよい）	第6章 地盤変状に対する影響検討
施工時	周辺影響の抑制・低減		
	モニタリング方法及び管理基準	①モニタリング方法及び管理基準	第11章 地下水流動への影響検討 10.11 モニタリング調査計画

・赤字：前回までの委員会から指摘された課題事項

3.2 基本条件の整理

3.2.1 検討（解析）断面の設定

(1) 前委員会における検討断面

土質構成や堤防構造形式により計画区間全体を3区分し、各ゾーンの代表3断面として、L4.4k (ZONE1 : 4.4k ~ 5.6k)、5.8k (ZONE2 : 5.6k ~ 7.0k)、L7.8k (ZONE3 : 7.0k ~ 8.4k) が選定されている。

最終的に200mピッチ(河川距離標)ごとに実施したすべり破壊・沈下に対する検討を行っている。

(2) 本委員会における検討断面の設定方針

解析断面設定に際しては、河川では堤防延長が長いことから、土質構成や堤防構造形式により一連区間を設定して危険側の代表断面を設定して検討する。しかし、道路構造物との一体整備であり、道路線形・横断形状が変化する。

こうした道路構造物位置の変化に伴い、耐浸透機能・耐震機能・周辺影響の面で安全性が変化することに加え、各機能の安定上において不利となる断面は一致しない。

このため、検討断面は縦断方向200mピッチ(河川距離標)ごとに設定した22断面とする。さらに橋梁等交差部、ランプ部等の特殊部で堤防への影響が大きいと考えられる21断面を加えた計43断面で検討を実施する。

ただし、検討においては前委員会で未実施の特殊部（ランプ部・交差部）のうちで危険側の断面を抽出し、優先して検討する。これら検討結果から、対策と構造物の諸元を設定して、他の断面の安定性を確認する。

3.2.2 土質定数の設定

(1) 当該地における土質調査実施状況

土質調査は平成9年度に国土交通省により淀川堤防の耐震安全性を評価する目的で実施された左岸堤防天端における土質調査15本、平成12年度により詳細な淀川本川下流部の耐震性を把握して以降の耐震対策事業を計画する目的で左岸4.0k～10.0k区間(200mピッチ)の堤防天端、堤内地、堤外地で計53本の調査が追加され、平成15年度には阪神高速道路公団において土質調査が実施されている(ボーリング計97本)。

表 3.2.2 土質調査実施状況

	既往土質調査報告書名	完了年月	委員会 で使用
淀川 河川 事務 所実 施	伝法・中津間淀川左岸堤防地質調査	H07.06	○
	中津・八雲間淀川左岸堤防地質調査	H07.06	○
	淀川左岸中津・豊崎・本庄地区耐震堤防設計	H11.12	○
	海老江地区4.4k土質試験作業	H12.03	○
	海老江地区地盤改良(その2)工事	H12.03	○
	淀川下流部第Ⅱ期耐震検討左岸地質調査	H12.12	○
	淀川下流部第Ⅱ期耐震検討地質調査	H13.02	○
	海老江地区八丁目地区地質調査業務	H16.09	
阪 高 実 施	淀川左岸線(2期)地質調査業務(その1)	H13.03	○
	淀川左岸線(2期)地質調査(その2)業務	H13.03	○
	淀川左岸線(2期)地質調査(その3)業務	H13.03	○
	平成15年度 淀川左岸線(2期)地質調査業務	H16.03	

(2) 前委員会における土質定数設定経緯(平成14年度までのデータで設定)

土質構成や堤防構造形式により計画区間全体を3区分し、各ゾーンの代表3断面として、L4.4k(ゾーン1)、5.8k(ゾーン2)、L7.8k(ゾーン3)が選定されている。

これらゾーンは土質構成は同様だが、ゾーン1は基礎地盤が粘土・砂の中間層主体、ゾーン2は基礎地盤が粘性土主体、ゾーン3には基礎地盤に砂質土が分布する。

また、堤防構造が特殊堤(パラペット付高潮堤)・高潮堤・土堤と大別できるため、3ゾーンに分けている。

代表的な3断面の土質定数(単位体積重量 γ_t 、内部摩擦角 ϕ 、粘着力 C 、透水係数 k)に関しては、該当断面もしくは近傍の土質調査による試験値から設定している。土質試験が行われていない層については各層の試験値の平均値を用いている。

沖積層については、堤体部、堤内、堤外に分けて設定、盛土と洪積層については堤体、堤内外の区分はしていない。

最終的に200mピッチ(河川距離標)ごとに実施したすべり破壊に対する検討については、平成14年度以前の土質調査結果からすべり破壊に対する検討を行うために、詳細な土質試験値の無い箇所も含めて区間全体の定数を設定している。

表 3.2.3 前委員会の浸透安定解析用土質定数

L4.4k 委員会										
層区分	堤内			堤体			堤外			k (cm/s)
	γ (kN/m ³)	ϕ (°)	C (kN/m ²)	γ (kN/m ³)	ϕ (°)	C (kN/m ²)	γ (kN/m ³)	ϕ (°)	C (kN/m ²)	
Bs	—	—	—	18.5	36.6	3.0	—	—	—	1.48E-03
As-u (Asc)	18.1	34.5	25.1	19.3	34.5	8.3	18.1	34.5	25.1	2.57E-03
As-l (As)	20.0	36.9	0.0	18.8	34.9	28.0	18.0	37.6	11.5	2.57E-03
Acs (Ac最上部)	17.3	0.0	53.0	17.0	0.0	54.0	17.6	0.0	49.5	1.00E-07
Ac (Ac主部)	16.0	0.0	64.5	17.8	0.0	72.0	16.1	0.0	43.7	5.00E-08

L5.8k 委員会										
層区分	堤内			堤体			堤外			k (cm/s)
	γ (kN/m ³)	ϕ (°)	C (kN/m ²)	γ (kN/m ³)	ϕ (°)	C (kN/m ²)	γ (kN/m ³)	ϕ (°)	C (kN/m ²)	
Bs	—	—	—	18.0	40.3	0.0	—	—	—	1.48E-03
Bc	—	—	—	19.8	13.1	40.0	—	—	—	1.62E-03
As-u (Asc)	19.0	38.2	4.0	18.5	38.2	4.0	18.5	38.2	4.0	2.57E-03
As-l (As)	18.6	36.2	7.7	18.9	35.4	13.0	18.6	34.4	21.5	2.57E-03
Ac	16.4	0.0	96.2	16.6	0.0	83.0	16.3	0.0	71.5	5.00E-08

L7.8k 委員会										
層区分	堤内			堤体			堤外			k (cm/s)
	γ (kN/m ³)	ϕ (°)	C (kN/m ²)	γ (kN/m ³)	ϕ (°)	C (kN/m ²)	γ (kN/m ³)	ϕ (°)	C (kN/m ²)	
Bs	19.0	35.4	0.0	17.8	37.4	8.6	17.8	37.4	8.6	1.48E-03
As-u (Asc)	19.3	35.4	0.0	19.0	35.4	0.0	19.0	35.4	0.0	1.62E-03
As-l (As)	19.8	38.9	8.6	18.9	35.7	8.8	19.8	38.9	8.6	2.57E-03
Acs (Ac最上部)	17.9	0.0	71.5	17.9	0.0	71.5	17.9	0.0	71.5	2.57E-03
Ac (Ac主部)	16.6	0.0	68.5	17.1	0.0	86.0	16.9	0.0	61.7	5.00E-08

(3) 前委員会後の土質調査について

前委員会以後では、淀川河川事務所において「海老江地区八丁目地区地質調査業務（平成 16 年 9 月）」、阪神高速道路株式会社において「平成 15 年度淀川左岸線（2 期）地質調査業務」が実施されている。

(4) 本委員会における設定方針

平成 17 年以降には、前委員会と同様の区間を対象に淀川堤防の浸透点検等が実施されており、3 つのゾーンと浸透点検の一連区間はほぼ同様だが、取り扱うデータ量等により前委員会の土質定数設定値とやや異なる。

淀川堤防の浸透点検断面の土質定数は、全体的な土質試験結果と比較して特異でないことを確認の上で設定値としている。土質試験が行われていない層については各層の試験値の平均値を用いている。また、沖積層の土層については堤防盛土による地盤強化に与える影響等を考え、堤体部、堤内、堤外に分けて設定し、沖積粘土層については深度による強度増加を考慮、深度方向に層を分けて設定している。

表 3.2.4 河川堤防点検の浸透安定解析用土質定数

L5.0k 河川

層区分	堤内			堤体			堤外			k (cm/s)
	γ (kN/m ³)	ϕ (°)	C (kN/m ²)	γ (kN/m ³)	ϕ (°)	C (kN/m ²)	γ (kN/m ³)	ϕ (°)	C (kN/m ²)	
B	—	—	—	17.9	34.9	3.0	—	—	—	1.00E-03
Asc	19.2	35.3	3.0	19.0	32.8	11.0	17.7	21.4	16.0	5.00E-04
As	19.1	37.2	5.0	18.1	33.3	4.0	18.2	21.2	25.0	1.00E-03
Ac	16.6	0.0	34.0	16.9	0.0	46.0	16.6	0.0	23.0	1.00E-06
	16.6	0.0	47.0	16.9	0.0	57.0	16.6	0.0	36.0	
	16.6	0.0	60.0	16.9	0.0	67.0	16.6	0.0	49.0	
	16.6	0.0	73.0	16.9	0.0	78.0	16.6	0.0	63.0	

L6.4k 河川

層区分	堤内			堤体			堤外			k (cm/s)
	γ (kN/m ³)	ϕ (°)	C (kN/m ²)	γ (kN/m ³)	ϕ (°)	C (kN/m ²)	γ (kN/m ³)	ϕ (°)	C (kN/m ²)	
B	—	—	—	17.9	36.9	14.0	—	—	—	1.00E-03
Asc	—	—	—	18.7	2.4	24.0	16.1	4.1	4.0	3.21E-04
As	20.0	36.3	6.0	19.0	26.1	21.0	19.6	37.5	5.0	5.01E-03
Ac	16.6	0.0	20.0	16.9	0.0	39.0	16.6	0.0	22.0	1.00E-06
	16.6	0.0	34.0	16.9	0.0	54.0	16.6	0.0	37.0	
	16.6	0.0	48.0	16.9	0.0	69.0	16.6	0.0	51.0	
	16.6	0.0	62.0	16.9	0.0	85.0	16.6	0.0	66.0	

L7.4k 河川

層区分	堤内			堤体			堤外			k (cm/s)
	γ (kN/m ³)	ϕ (°)	C (kN/m ²)	γ (kN/m ³)	ϕ (°)	C (kN/m ²)	γ (kN/m ³)	ϕ (°)	C (kN/m ²)	
B	—	—	—	17.0	37.0	3.0	—	—	—	1.00E-03
As	19.1	37.2	5.0	19.6	35.9	19.0	18.9	36.5	10.0	1.03E-03
Ac	16.6	0.0	30.0	16.9	0.0	71.0	16.6	0.0	22.0	1.00E-06
	16.6	0.0	44.0	16.9	0.0	84.0	16.6	0.0	36.0	
	16.6	0.0	58.0	16.9	0.0	97.0	16.6	0.0	49.0	
	16.6	0.0	72.0	16.9	0.0	111.1	16.6	0.0	63.0	

本委員会では、河川堤防点検定数の整合をとり、前委員会後の調査結果も含めて、一連区間毎に定数を整理することとする。

区間全体で土質試験が土層毎に実施されていることから、浸透点検断面の土質定数は、全体的な土質試験結果と比較して特異でないことを確認の上で基本的に一連区間内の土質試験平均値を用いる。土質試験が行われていない層については隣接する一連区間の土質試験平均値を用いる。

B層（盛土）は堤体部と堤体以外盛土を区分し、B層を土質により粘性土・砂質土・礫質土と分けることで、堤体の強度を適切に評価する。また、沖積層の土層については堤防盛土による地盤強化に与える影響等を考え、堤体部、堤内、堤外に分けて設定し、土層毎に以下のように設定する。

- ・単位体積重量は土質試験結果の平均を用いる。
- ・透水係数は、現場透水及び室内透水試験結果の相乗平均を用いる。但し、粘性土については透水試験が実施困難なため、手引きに従い、粘土： $k=1.0 \times 10^{-6}$ cm/s、シルト： $k=1.0 \times 10^{-5}$ cm/s とする。
- ・強度定数は、細粒分含有率 F_c を基に、砂・礫（ $F_c < 20\%$ ）の場合は ϕ のみの平

均、粘性土（ $F_c > 50\%$ ）の場合は c のみの平均を用い、 $20\% \leq F_c < 50\%$ （中間土）の場合は c と Φ を同時に用いる。

- ・沖積粘土層は深度による強度増加を考え、深度方向に層を分けて設定する。
- ・耐震機能の検討に用いる土質定数は、上記浸透点検断面の土質定数を用いることを基本とし、解析プログラムに特有のパラメータについては、解析プログラムの特徴に応じて適切に設定することとする。

表 3.2.5 本委員会の浸透安定解析用土質定数

ゾーン1（4.4k～5.6k）

層区分	堤内			堤体			堤外			k (cm/s)
	γ (kN/m ³)	ϕ (°)	C (kN/m ²)	γ (kN/m ³)	ϕ (°)	C (kN/m ²)	γ (kN/m ³)	ϕ (°)	C (kN/m ²)	
Bg	19.1	39.3	2.5	19.1	39.3	2.5	19.1	39.3	2.5	7.47E-03
Bs	17.4	35.8	5.6	17.4	35.8	5.6	17.4	35.8	5.6	4.03E-04
Bc	18.2	0.0	54.9	18.2	0.0	54.9	18.2	0.0	54.9	1.39E-04
Ac1	18.3	1.6	47.2	18.3	1.6	47.2	18.3	1.6	47.2	1.00E-05
As1	18.1	35.6	11.3	18.1	35.6	11.3	18.1	35.6	11.3	7.70E-04
Asc	17.0	3.8	30.7	17.0	3.8	30.7	17.0	3.8	30.7	1.00E-05
Ac2	16.4	0.0	68.0	16.5	0.0	81.5	16.4	0.0	69.9	1.00E-06

ゾーン2（5.6k～7.0k）

層区分	堤内			堤体			堤外			k (cm/s)
	γ (kN/m ³)	ϕ (°)	C (kN/m ²)	γ (kN/m ³)	ϕ (°)	C (kN/m ²)	γ (kN/m ³)	ϕ (°)	C (kN/m ²)	
Bg	19.8	39.3	2.5	19.8	39.3	2.5	19.8	39.3	2.5	2.12E-02
Bs	17.7	35.7	7.2	17.7	35.7	7.2	17.7	35.7	7.2	4.26E-04
Bc	17.8	9.0	31.4	17.8	9.0	31.4	17.8	9.0	31.4	1.39E-04
Ac1	18.0	4.3	31.4	18.0	4.3	31.4	18.0	4.3	31.4	1.00E-05
As1	18.1	35.1	18.1	18.1	35.1	18.1	18.1	35.1	18.1	1.46E-03
Asc	16.7	1.6	36.3	16.7	1.6	36.3	16.7	1.6	36.3	1.00E-05
Ac2	16.1	0.0	64.1	16.6	0.0	77.6	16.4	0.0	56.5	1.00E-06

ゾーン3（7.0k～8.4k）

層区分	堤内			堤体			堤外			k (cm/s)
	γ (kN/m ³)	ϕ (°)	C (kN/m ²)	γ (kN/m ³)	ϕ (°)	C (kN/m ²)	γ (kN/m ³)	ϕ (°)	C (kN/m ²)	
Bg	19.8	39.3	2.5	19.8	39.3	2.5	19.8	39.3	2.5	2.12E-02
Bs	17.7	34.6	4.2	17.7	34.6	4.2	17.7	34.6	4.2	6.09E-03
Bc	18.4	0.0	30.4	18.4	0.0	30.4	18.4	0.0	30.4	1.39E-04
Ac1	18.0	4.3	31.4	18.0	4.3	31.4	18.0	4.3	31.4	1.00E-05
As1	18.7	36.8	7.1	18.7	36.8	7.1	18.7	36.8	7.1	3.22E-03
Asc	17.6	0.0	77.4	17.6	0.0	77.4	17.6	0.0	77.4	1.00E-05
Ac2	16.4	0.0	60.2	17.0	0.0	77.6	16.5	0.0	59.8	1.00E-06

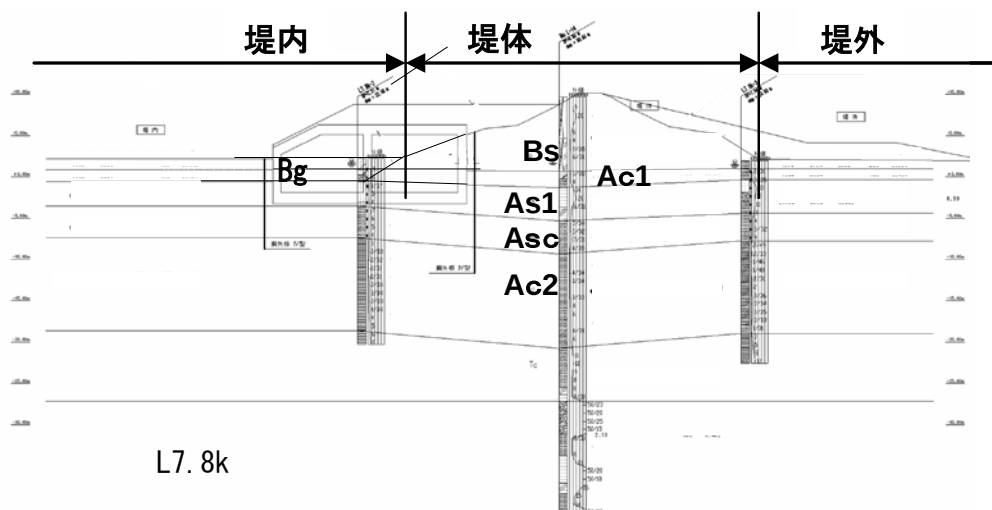
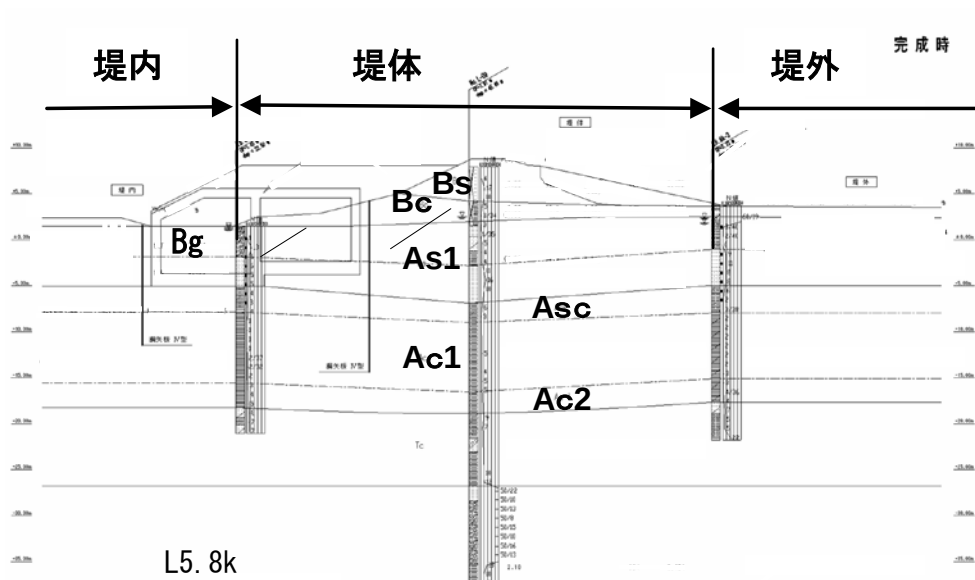
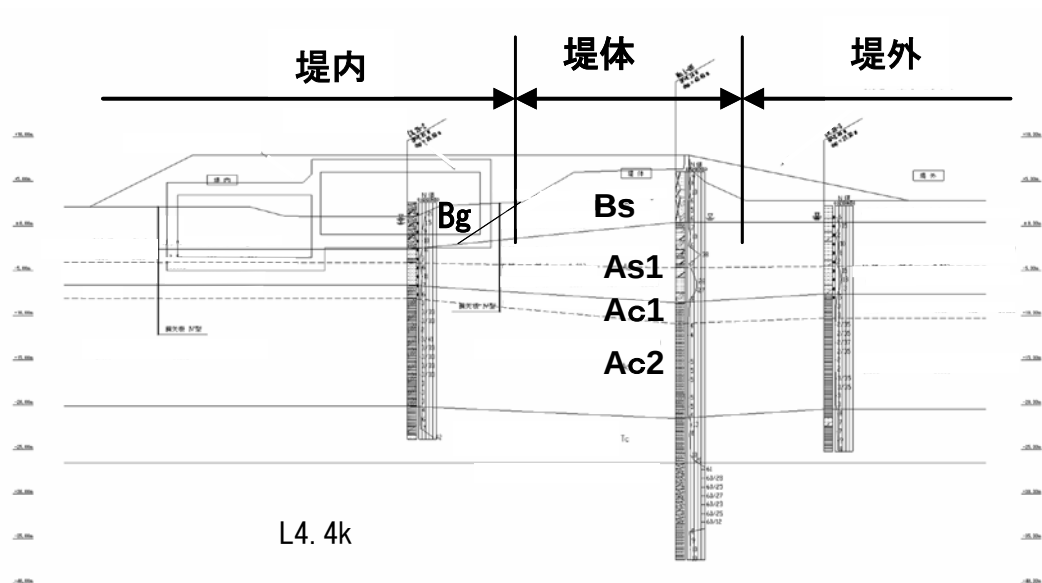


図 3.1.1 各ゾーンの代表的な土質横断面図

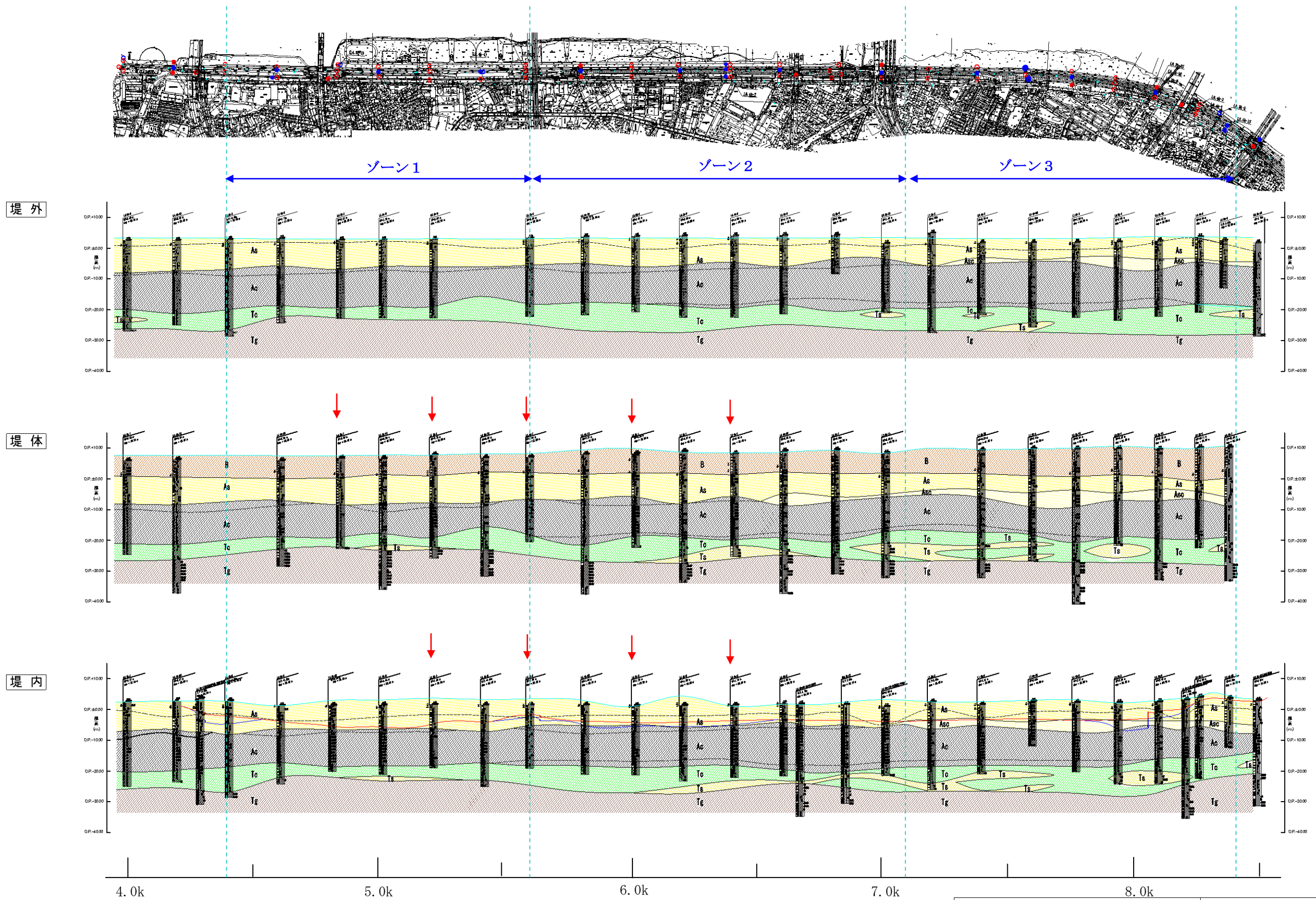


図 3.2.2 土質縦断面図

土質調査箇所		土層区分	
○	平成12年度以前のボーリング(パイロットのみ)	Ac	Tc
●	平成12年度以前のボーリング(サンプリングあり)	Asc	Tg
○	平成12年度のボーリング(パイロットのみ)	As	B
●	平成12年度のボーリング(サンプリングあり)	Ts	

↓ 平成15年度以降実施のボーリングデータ
(前委員会の地盤定数は試験結果を反映していない)

3.2.3 前委員会当時の適用基準と現在の堤防安定に関する技術基準

(1) 前委員会当時の適用基準

前委員会当時において、技術的課題のうち、堤体の安定性に関する照査にあたっては、下記の基準、手引き等に準拠している。

- ①建設省河川砂防技術基準（案）同解説建設省河川局監修、平成9年9月）（以下、「砂防基準」という）
- ②河川堤防の構造検討の手引き（（財）国土技術研究センター、平成14年7月）（以下、「堤防検討の手引き」という）
- ③高規格堤防盛土設計・施工マニュアル（（財）リバーフロント整備センター、平成12年3月）（以下、「SPマニュアル」という）

河川構造物の設計、安全照査手法の概要は、一般堤防（現況堤防）、スーパー堤防とも砂防基準に制定されている。また、その内容を補完する目的で、一般堤防については、堤防検討の手引き、スーパー堤防については、SPマニュアルが発刊されており、これらの基準に準拠している。

また、施工法の検討などにあたっては、適宜関連の基準、手引き等に準拠している。

(2) 前委員会以降の適用基準

前委員会以後には、一般堤防を対象に下記の基準が発刊されており、地震時において、検討手法がALIDに、外力がレベル2対応へと変更されている。

- ①「河川構造物の耐震性能 照査指針（案）・同解説」河川局治水課、平成18年10月（以下、「堤防耐震指針」）
- ②「津波の河川遡上解析の手引き」「河川構造物の耐震性能照査において考慮する河川における平常時の最高水位の算定の手引き（案）」財団法人国土技術研究センター、平成19年5月（以下、「外水位の手引き」）

(3) 本委員会の適用基準

本委員会においては、検討にあたっては下記の基準・手引き等を基本とし、委員会の審議内容によっては必要に応じて、適宜、関連の基準・手引き等の修正や追加を加えて検討を進めることとする。

- ①建設省河川砂防技術基準（案）
- ②河川堤防の構造検討の手引き
- ③高規格堤防盛土設計・施工マニュアル
- ④河川構造物の耐震性能 照査指針（案）・同解説
- ⑤津波の河川遡上解析の手引き・河川構造物の耐震性能照査において考慮する河川における平常時の最高水位の算定の手引き（案）

※ 前委員会および今回委員会の各段階における堤防の取り扱いと適用基準・技術的課題の整理表を表3.2.3、表3.2.4に示す。

（参考）道路構造物の設計基準

道路構造物の設計基準は阪神高速道路の設計指針を基本としている。

※ 前委員会当時および現時点の道路構造物設計基準整理表を表3.2.5、表3.2.6に示す。前委員会以降の主な改定・変更点としては、耐震設計での応答震度法の採用、入力地震動の改定、仮設設計での変位算定用新土圧の採用、SMW本体利用の採用などが挙げられる。また、道路構造物設計における設計荷重設定例を図3.2.2に、仮設設計における偏土圧設定例を図3.2.3に示す。

表 3.2.6 前委員会の各段階における堤防の取り扱いと適用基準・技術的課題の整理表

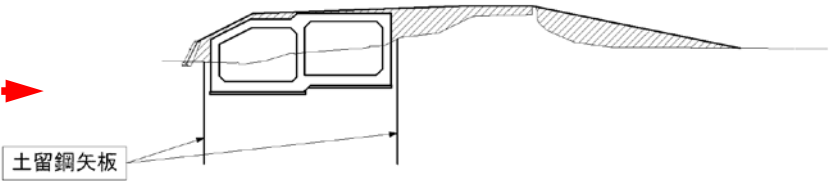
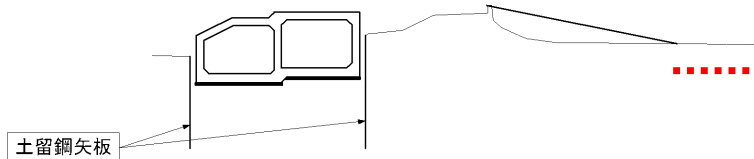
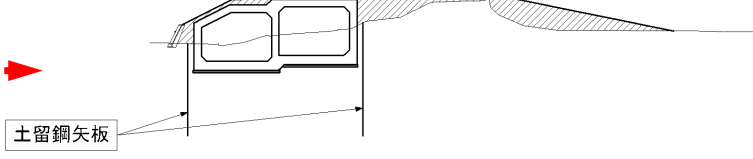
堤防の段階		道路施工時		道路完成後	
					
堤防の扱い		一般堤防		高規格堤防（SP）	
適用基準		基準①：「建設省河川砂防技術基準（案）同解説」建設省河川局監修，平成9年9月（以下、「砂防基準」） 基準③：「河川堤防の構造検討の手引き」（財）国土技術研究センター，平成14年7月（以下、「堤防検討の手引き」）		基準①：「建設省河川砂防技術基準（案）同解説」建設省河川局監修，平成9年9月（以下、「砂防基準」） 基準②：「高規格堤防盛土設計・施工マニュアル」（財）リバーフロント整備センター，平成12年3月（以下、「SPマニュアル」）	
必要な機能（技術的課題）	技術的課題	検討項目	照査内容	検討項目	照査内容
	(1) 浸透に対する影響検討 （降雨および河川水の浸透による影響）	・浸透によるすべり破壊の照査（基準：①③）	・堤外側：安全率 F_s が ≥ 1.0 以上か確認 ・堤内側：安全率 F_s が $\geq 1.44(1.2 \times \alpha_1 \times \alpha_2 = 1.44)$ 以上か確認	・浸透によるすべり破壊の照査（基準：①②）	・安全率が ≥ 1.2 以上か確認
		・浸透破壊（パイピング破壊）の照査（基準：①③）	・浸透流解析から得られる動水勾配を指標として照査	・浸透破壊（パイピング破壊）の照査（基準：①）	・レーンの加重クリープ比により評価
	(2) 地震に対する影響検討 （地震、交通振動による影響）	・地震時慣性力によるすべり破壊の照査（L1）（基準：①③）	・地震時慣性力のすべり安全率 F_s が ≥ 1.0 以上か確認 → F_s が ≥ 1.0 未満の場合は、すべり安全率より求まる残留堤防高が評価基準水位（O.P.+3.2m）を下回らないことを確認	・地震時慣性力によるすべり破壊の照査（L1）（基準：①②）	・地震時慣性力のすべり安全率 F_s が ≥ 1.2 以上か確認 → F_s が ≥ 1.2 未満の場合は、動的変形解析により地震時の安定性を確認（許容残留沈下量を20cmと考える。SPマニュアルp40）
		・地震時液状化によるすべり破壊の照査（L1）（基準：①③）		・地震時液状化によるすべり破壊の照査（L1）（基準：①②）	・安全率が ≥ 1.2 以上か確認
		・地震時の動的応答性状の把握（基準：なし）	・二次元FEM非線形動的応答解析により、最も不安定な施工段階の照査（矢板部位に着目） （地震波は中規模地震動相当の地震波（SP波およびL1波）） （参考として大規模相当地震波（L2波）も考慮）	・地震時の動的応答性状の把握（基準：なし）	・二次元FEM非線形動的応答解析により照査 （地震波は中規模地震動相当の地震波（SP波およびL1波）） （参考として大規模相当地震波（L2波）も考慮）
		—	—	・堤体内の水みちの誘引となる地震時の構造物と地盤との剥離の照査（基準：なし）	・二次元FEM非線形動的応答解析により、構造物～地盤の剥離箇所と残留剥離量を評価し、パイピング破壊（浸透破壊）の照査
	(3) 地盤変状に対する影響検討	—	—	・堤体内の水みちの誘引となる交通振動による構造物と地盤の剥離の照査（基準：なし）	・交通振動による地盤～構造物間の剥離を検討し、剥離が発生した場合のパイピング破壊（浸透破壊）の照査 （外力は、阪神高速環状線橋面で測定された鉛直振動波形を使用） （照査基準は、一般的な値として限界動水勾配 $i_c \geq 0.8$ とする。）
				・構造物周辺の盛土による基礎地盤・河川堤防の沈下の照査（基準：①②）	・二次元弾塑性FEM解析より得られた推定評価式より算出した沈下量により照査 （地表面での許容沈下量は10cm以下） （河川距離標：200m間の許容相対変位量は5cm以下）
	(4) 河川環境に配慮した施工法の検討	・総論	・トンネル区間は、スーパー堤防との一体整備の趣旨を踏まえ、施工計画は河川環境に配慮して検討	—	—
		・堤体機能の確保の方針	・施工時は、一般堤防（現況堤防）の機能を確保 ・仮締切構造は、川表側にヨシ原を形成している区間（「ヨシ原地区」）とそれ以外の区間（「ヨシ原地区外」）に分けて検討		
		・施工計画の基本的な考え方	・洪水期を考慮した施工ステップの策定、鋼矢板の取り扱い等、全区間共通の施工計画について基本的な考え方を整理 ・「鉄道との交差部」などの特殊箇所は別途検討し、それぞれの問題点を整理		
		・ヨシ原地区外における施工法	・洪水期に配慮した施工ステップの策定、経済性・施工性を考慮した施工法の検討等を行い整理		
		・ヨシ原地区における施工法	・生態系に影響を与えないことを前提に検討		
		・地盤改良の基本的な考え方	・盛土による沖積粘土層（以下、「A _c 層」）の沈下に対する軟弱地盤対策工法の検討		
		・土留矢板の取り扱い	・施工時に打設した土留について、引抜き撤去もしくは残置に伴う影響の検討		
		・地下水流動の影響と対策	・鋼矢板残置に伴う地下水への影響とその対策の検討		

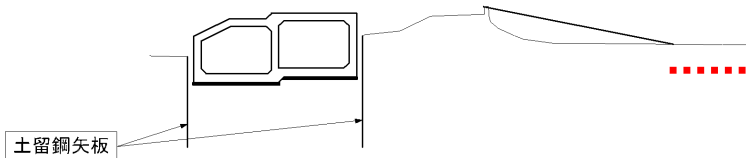
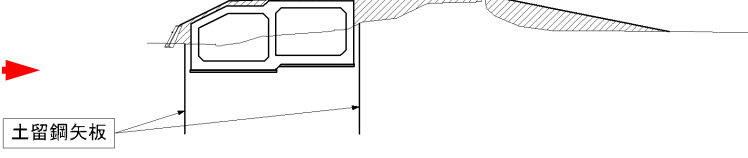
表 3.2.7 今回委員会の各段階における堤防の取り扱いと適用基準・技術的課題の整理表

		道路施工時		道路完成後	
堤防の段階					
堤防の扱い		一般堤防		一般堤防	
適用基準		以下の一般堤防としての基準を基本的に適用 基準①：「建設省河川砂防技術基準(案)同解説」建設省河川局監修，平成9年9月(以下、「砂防基準」) 基準③：「河川堤防の構造検討の手引き」(財)国土技術研究センター，平成14年7月(以下、「堤防検討の手引き」) 基準④：「河川構造物の耐震性能 照査指針(案)・同解説」河川局治水課，平成19年3月(以下、「堤防耐震指針」) 基準⑤：「津波の河川遡上解析の手引き」「河川構造物の耐震性能照査において考慮する河川における平常時の最高水位の算定の手引き(案)」財団法人国土技術研究センター，平成19年5月(以下、「外水位の手引き」)		以下の一般堤防と高規格堤防の基準のうち、厳しい基準を基本的に適用 基準①：「建設省河川砂防技術基準(案)同解説」建設省河川局監修，平成9年9月(以下、「砂防基準」) 基準②：「高規格堤防盛土設計・施工マニュアル」(財)リバーフロント整備センター，平成12年3月(以下、「SPマニュアル」) 基準③：「河川堤防の構造検討の手引き」(財)国土技術研究センター，平成14年7月(以下、「堤防検討の手引き」) 基準④：「河川構造物の耐震性能 照査指針(案)・同解説」河川局治水課，平成19年3月(以下、「堤防耐震指針」) 基準⑤：「津波の河川遡上解析の手引き」「河川構造物の耐震性能照査において考慮する河川における平常時の最高水位の算定の手引き(案)」財団法人国土技術研究センター，平成19年5月(以下、「外水位の手引き」)	
必要な機能 (技術的課題)	本委員会の技術的課題	検討項目	照査内容	検討項目	照査内容
	耐浸透機能 (降雨および河川水の浸透による影響)	・浸透によるすべり破壊の照査 (基準：①③)	・堤外側：安全率Fsが1.0以上を確認 ・堤内側：安全率Fsが1.59[=1.2×α1(=1.2)×α2(=1.1)]以上を確認	・浸透によるすべり破壊の照査 (基準：①②)	・安全率が1.2以上を確認
		・浸透破壊(パイピング破壊)の照査 (基準：①③)	・浸透流解析から得られる動水勾配を指標として照査	・浸透破壊(パイピング破壊)の照査 (基準：①)	・レーンの加重クリープ比により評価
	耐震機能 (地震による影響)	・地震時(液状化時)の静的変状解析(ALID)(L2) (基準：④)	・静的FEM解析(ALID)を用いたL2地震時の液状化による沈下・変形の照査 ・沈下後の堤防高が照査外水位を上回ることを確認	・地震時(液状化時)の静的変状解析(ALID)(L2) (基準：④)	・静的FEM解析(ALID)を用いたL2地震時の液状化による沈下・変形の照査 ・沈下後の堤防高が照査外水位を上回ることを確認
		・地震時照査外水位の設定 (基準：⑤)	照査外水位は、各地点の以下の水位の内の最大値を設定 ・波浪の影響を考慮しない河川の平常時の最高水位 ・波浪の影響を考慮した河川の平常時の最高水位 ・津波の河川遡上を考慮した河川水位	・地震時照査外水位の設定 (基準：⑤)	照査外水位は、各地点の以下の水位の内の最大値を設定 ・波浪の影響を考慮しない河川の平常時の最高水位 ・波浪の影響を考慮した河川の平常時の最高水位 ・津波の河川遡上を考慮した河川水位
		—	—	・地震時の動的応答性状の把握 (基準：②)	・二次元FEM非線形動的応答解析により、最も不安定な施工段階の照査(地震波はL2波を想定)
		—	—	・堤体内の水みちの誘引となる地震時の構造物と地盤との剥離の照査 (基準：なし)	・二次元FEM非線形動的応答解析により、構造物～地盤の剥離箇所と残留剥離量を評価し、パイピング破壊(浸透破壊)の照査
	構造的(長期)安定性 (交通振動、矢板残置時の長期的影響、矢板撤去時の安全性評価)	—	—	・堤体内の水みちの誘引となる交通振動による構造物と地盤の剥離の照査 (基準：なし)	・交通振動による地盤～構造物間の剥離の照査
		—	—	・矢板残置時の長期的影響(基準：なし)	・矢板残置時の構造的安定性、腐食、劣化等の検討 ・モニタリング方法及び管理基準、維持管理手法
		—	—	・矢板撤去時の安全性評価(基準：なし)	・土留引抜き撤去後の影響の検討
	施工時安全性 (流下能力、仮締切堤防の安全性、特殊箇所の施工方法)	・仮締切堤防の設置時の流下能力の確保(基準：なし)	・河積阻害の評価	—	—
		・仮締切堤防の安全性評価(基準：なし)	・長期施工の影響、浸透・侵食・耐震機能の確保の評価 (洪水期に配慮した施工ステップの策定、経済性・施工性を考慮した施工法の検討)	—	—
		・交差点部等の特殊箇所の施工方法(基準：なし)	・仮締切の施工性の評価	—	—
	周辺影響の抑制・低減 (河川堤防の変形、構造物と地盤の間の沈下、縦断方向の浸透、周辺地下水低下・沈下)	・土留め施工時の河川堤防の変形照査 (基準：なし)	・偏土圧を考慮した土留め変形計算と二次元弾塑性FEM解析により照査	・盛土による基礎地盤・河川堤防の沈下の照査 (基準：①②)	・二次元弾塑性FEM解析より得られた推定評価式から、一次元圧密結果で算出した沈下量により照査
		—	—	・構造物と地盤の間の沈下の影響(水みち・緩み等の発生)(基準：なし)	・二次元弾塑性FEM解析より算出した沈下差により照査 ・モニタリング方法及び管理基準、維持管理手法
		—	—	・矢板残置時の縦断方向の浸透影響の有無及び評価方法(基準：なし)	・縦断方向の地下水流動の影響の検討 ・モニタリング方法及び管理基準、維持管理手法
		・施工時の周辺地下水への影響とその対策の検討(基準：なし)	・モニタリング方法及び管理基準、維持管理手法	・土留め残置に伴う周辺地下水低下・沈下量の照査 (基準：なし)	・道路土留残置による地下水位変動等を評価 ・モニタリング方法及び管理基準、維持管理手法
				・災害時の緊急復旧および本復旧等の対応 (基準：なし)	・災害時に緊急に復旧を行える構造となっているか ・抜本的な改修を必要とする構造となっていないか

※赤字は委員会以後に発行された基準

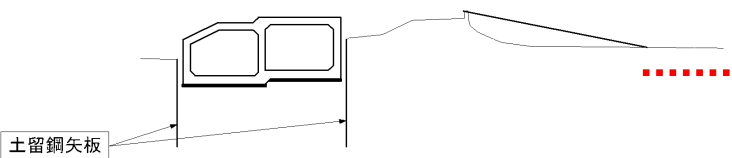
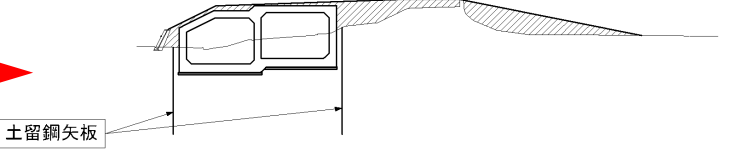
※ は今回委員会で新たに検討する課題

表 3.2.8 前委員会当時の道路構造物設計基準整理表

堤防の段階		道路施工時		道路完成後		
						
対象構造物		仮設土留工		道路構造物		
適用基準		基準①： 「道路土工 仮設構造物工指針」 (社) 日本道路協会, 平成11年3月 基準③： 「トンネル標準示方書 開削工法・同解説」 土木学会, 平成8年7月 基準④： 「開削トンネル設計指針 (案)」 阪神高速道路公団, 平成9年10月 (平成14年4月 一部変更)		基準②： 「道路土工 カルバート工指針」 (社) 日本道路協会, 平成11年3月 基準③： 「トンネル標準示方書 開削工法・同解説」 土木学会, 平成8年7月 基準④： 「開削トンネル設計指針 (案)」 阪神高速道路公団, 平成9年10月 (平成14年4月 一部変更) 基準⑤： 「開削トンネル耐震設計指針 (案)」 阪神高速道路公団, 平成11年2月		
必要な機能 (技術的課題)	技術的課題		検討項目	照査内容	検討項目	照査内容
	(1) 適用範囲		・掘削深さ (基準：①③④)	・掘削深さが30m程度まで (基準：①④) ・掘削深さが40m程度まで (基準：③)	・内空断面 (基準：②③④)	・1×1～6.5×5 (基準：②) ・特になし (基準：③) ・標準的な規模として2層2連もしくは1層2連の箱型ラーメン形式を想定 (基準：④)
			・設計手法 (基準：①③④)	・H≤10m：慣用法、H>10m：弾塑性法 (基準：①④) ・H≤10m：慣用法、H>10m：弾塑性法 (基準：③)	・土被り (基準：②③④)	・ (舗装厚または0.5) ～20 (基準：②) ・掘削深さ40m程度までを想定 (基準：③) ・掘削深さ30m程度までを想定 (基準：④)
	(2) 地震の影響		・地震時荷重の取り扱い (基準：①③④)	・一般に地震時の検討は行わない (被災時の影響が大きい場合は、構造細目で対処) (基準：①) ・原則的には地震の影響は考慮しない (特別な場合は、接合部の補強や構造系全体の剛度を上げることで対処) (基準：③④)	・地震時荷重の取り扱い (基準：②③⑤)	・通常のカルバートについては地震の影響を考慮しなくてもよい (基準：②) ・土被り、地形および地盤その他必要な条件を考慮して検討しなければならない (基準：③) ・地中構造物として必要とされる耐震性能を確保するように耐震設計を行うことを原則とする (基準：⑤)
			—	—	・耐震設計手法 (基準：③⑤)	・応答変位法が標準 (基準：③) ・応答変位法を基本とする (基準：⑤)
			—	—	・地震レベルと目標とする耐震性能 (基準：⑤)	・レベル2：地震直後にも緊急車両の通行が可能、補修・補強により建設当初の機能が回復可能、被災後にも建築限界が確保できる ・レベル1：上記に加え、地震直後にも一般車両の供用が可能、被災後に特別な措置 (通行止めを伴う補修) を必要としない
			—	—	・入力地震動 (基準：⑤)	・レベル2：兵庫県南部地震における基盤面での強震記録および地表面強震記録の基盤変換波をもとに、基盤での平均的な特性として標準加速度応答スペクトルを規定 ・レベル1：道路橋示方書 I 種地盤スペクトル
			—	—	・耐震性能の評価 (基準：⑤)	・曲げ：部材の最大曲率応答蘇生率 $\mu_{\phi R}$ が許容曲率じん性率 $\mu_{\phi s}$ 以下 ・せん断力がせん断耐力以下 ・部材の層間回転角が許容値以下 ・隅角部には必要に応じ補強鉄筋を配筋
	(3) 仮設構造物		・作用土圧 (基準：④)	・ [静止側圧係数] 砂質土：1-sinφ、粘性土：N値より推定 ・ [主働側圧係数] 砂質土：ランキン・レザール式、粘性土：N値より推定 ・ [受働側圧係数] 砂質土・粘性土：クーロン式	—	—
			・変形 (基準：④)	・弾塑性法により求める	—	—
	(3) 仮設構造物の本体利用		・適用範囲 (基準：④)	・地中連続壁のみを対象とし、一体壁形式および単独壁形式について規定	・適用範囲 (基準：④)	・地中連続壁のみを対象とし、一体壁形式および単独壁形式について規定
			・構造設計 (施工時) (基準：④)	・地中連続壁の有効断面により計算 ・許容応力度は25%割増し	・構造設計 (完成時) (基準：④)	・一体壁：地中連続壁と内壁の応力分担を考慮 ・単独壁：地中連続壁もにて横領区を負担
			—	—	・側壁と床版部の接合部の設計 (基準：④)	・曲げ：床版端部曲げモーメントに対して必要な鉄筋を地中連続壁に定着 ・せん断力：地中連続壁と内壁の接合部に作用するせん断力に対して、十分なジベル筋を配置
			—	—	・床版と内壁・地中連続壁への定着 (基準：④)	・床版の引張鉄筋は、一体壁および単独壁のいずれの場合も、地中連続壁まで延ばして定着 ・ハンチ筋は原則として地中連続壁に定着 ・地中連続壁への定着鉄筋と床版の鉄筋の接続は、原則として機械継手

※赤字は優先して採用する設計基準および照査内容

表 3.2.9 現時点の道路構造物設計基準整理表

堤防の段階		道路施工時		道路完成後	
					
対象構造物		仮設土留工		道路構造物	
適用基準		基準①： 「道路土工 仮設構造物工指針」(社)日本道路協会, 平成11年3月 基準③： 「トンネル標準示方書 開削工法・同解説 2006年制定」土木学会, 平成18年7月 基準④： 「開削トンネル設計指針」阪神高速道路株式会社, 平成17年9月 (平成20年10月 一部改訂)		基準②： 「道路土工 カルバート工指針 (平成21年度版)」(社)日本道路協会, 平成22年3月 基準③： 「トンネル標準示方書 開削工法・同解説 2006年制定」土木学会, 平成18年7月 基準④： 「開削トンネル設計指針」阪神高速道路株式会社, 平成17年9月 (平成20年10月 一部改訂) 基準⑤： 「開削トンネル耐震設計指針」阪神高速道路株式会社, 平成20年10月	
必要な機能(技術的課題)	技術的課題	検討項目	照査内容	検討項目	照査内容
	(1) 適用範囲	・掘削深さ (基準：①③④)	・掘削深さが30m程度まで (基準：①④) ・掘削深さが40m程度まで (基準：③)	・内空断面 (基準：②③④)	・ $\sim 6.5 \times 5$ (基準：②) ・特になし (基準：③) ・標準的な規模として2層2連もしくは1層2連の箱型ラーメン形式を想定 (基準：④)
		・設計手法 (基準：①③④)	・ $H \leq 10m$: 慣用法、 $H > 10m$: 弾塑性法 (基準：①④) ・ $H \leq 10m$: 慣用法、 $H > 10m$: 弾塑性法 (基準：③)	・土被り (基準：②③④)	・0.5~20 (基準：②) ・掘削深さ40m程度までを想定 (基準：③) ・掘削深さ30m程度までを想定 (基準：④)
	(2) 地震の影響	・地震時荷重の取り扱い (基準：①③④)	・一般に地震時の検討は行わない(被災時の影響が大きい場合は、構造細目で対処) (基準：①) ・原則的には地震の影響は考慮しない(特別な場合は、接合部の補強や構造系全体の剛度を上げることで対処) (基準：③④)	・地震時荷重の取り扱い (基準：②③⑤)	・従来型カルバートについては、地震の影響を考慮した解析を行わなくても地震動の作用に対する所定の性能を満たしているとみなせる (基準：②) ・構造物が全体系として所要の耐震性能を保有しやすいように建設地点における地形、地質、地盤の特性および周辺構造物への影響を考慮しなければならない(基準：③) ・地中構造物として必要とされる耐震性能を確保するように耐震設計を行うことを原則とする (基準：⑤)
		—	—	・耐震設計手法 (基準：③⑤)	・応答変位法が標準 (基準：③) ・応答震度法を基本とする (基準：⑤)
		—	—	・地震レベルと目標とする耐震性能 (基準：⑤)	・レベル1：地震時の利用者に対する安全性を確保、地震直後にも一般車両の通行が可能、通行止めを伴う補修・補強不要 ・レベル2：地震時の利用者に対する安全性を確保、地震直後にも緊急車両の通行が可能・建築限界確保、補修・補強により当初の機能回復が可能 ・最大級シナリオ地震動：トンネルが崩壊し、人命が失われない
		—	—	・入力地震動 (基準：⑤)	・レベル1：道路橋示方書Ⅰ種地盤のスペクトル特性を有する地震動 ・レベル2：兵庫県南部地震における強震動記録より作成した、基盤での平均的なスペクトル特性を有する地震動および、南海トラフ沿いを震源とする南海・東南海地震動 ・最大級シナリオ地震動：上町断層を震源とするシナリオ地震動
		—	—	・耐震性能の評価 (基準：⑤)	・曲げ：部材の最大曲率応答蘇生率 $\mu_{\phi R}$ が許容曲率じん性率 $\mu_{\phi s}$ 以下 ・せん断力がせん断耐力以下 ・箱体横断面の層間回転角が許容値以下 ・中壁や中柱は、曲げ破壊型となることを確認 ・隅角部には必要に応じ補強鉄筋を配筋
	(3) 仮設構造物	・作用土圧 (基準：④)	・[静止側圧係数]砂質土： $1 - \sin \phi$ 、粘性土：N値より推定 ・[主動側圧係数]砂質土：ランキン・レザール式、粘性土：N値より推定 ・[受働側圧係数]砂質土・粘性土：クーロン式	—	—
		・変形 (基準：④)	・弾塑性法により求める ・変位計算用新土圧を追加 (淀川左岸線限定内規)	—	—
	(3) 仮設構造物の本体利用	・適用範囲 (基準：④)	・地中連続壁のみを対象とし、一体壁形式および単独壁形式について規定 ・淀川左岸線(1期)でSMW本体利用を採用	・適用範囲 (基準：④)	・地中連続壁のみを対象とし、一体壁形式および単独壁形式について規定
		・構造設計(施工時) (基準：④)	・地中連続壁の有効断面により計算 ・許容応力度は25%割増し	・構造設計(完成時) (基準：④)	・一体壁：地中連続壁と内壁の応力分担を考慮 ・単独壁：地中連続壁もにで横領区を負担
		—	—	・側壁と床版部の接合部の設計 (基準：④)	・曲げ：床版端部曲げモーメントに対して必要な鉄筋を地中連続壁に定着 ・せん断力：地中連続壁と内壁の接合部に作用するせん断力に対して、十分なジベル筋を配置
		—	—	・床版と内壁・地中連続壁への定着 (基準：④)	・床版の引張鉄筋は、一体壁および単独壁のいずれの場合も、地中連続壁まで延ばして定着 ・ハンチ筋は原則として地中連続壁に定着 ・地中連続壁への定着鉄筋と床版の鉄筋の接続は、原則として機械継手

※青字は既往委員会以降に改訂された設計基準
※緑字は委員会以降の改定事項他
※赤字は優先して採用する設計基準および照査内容

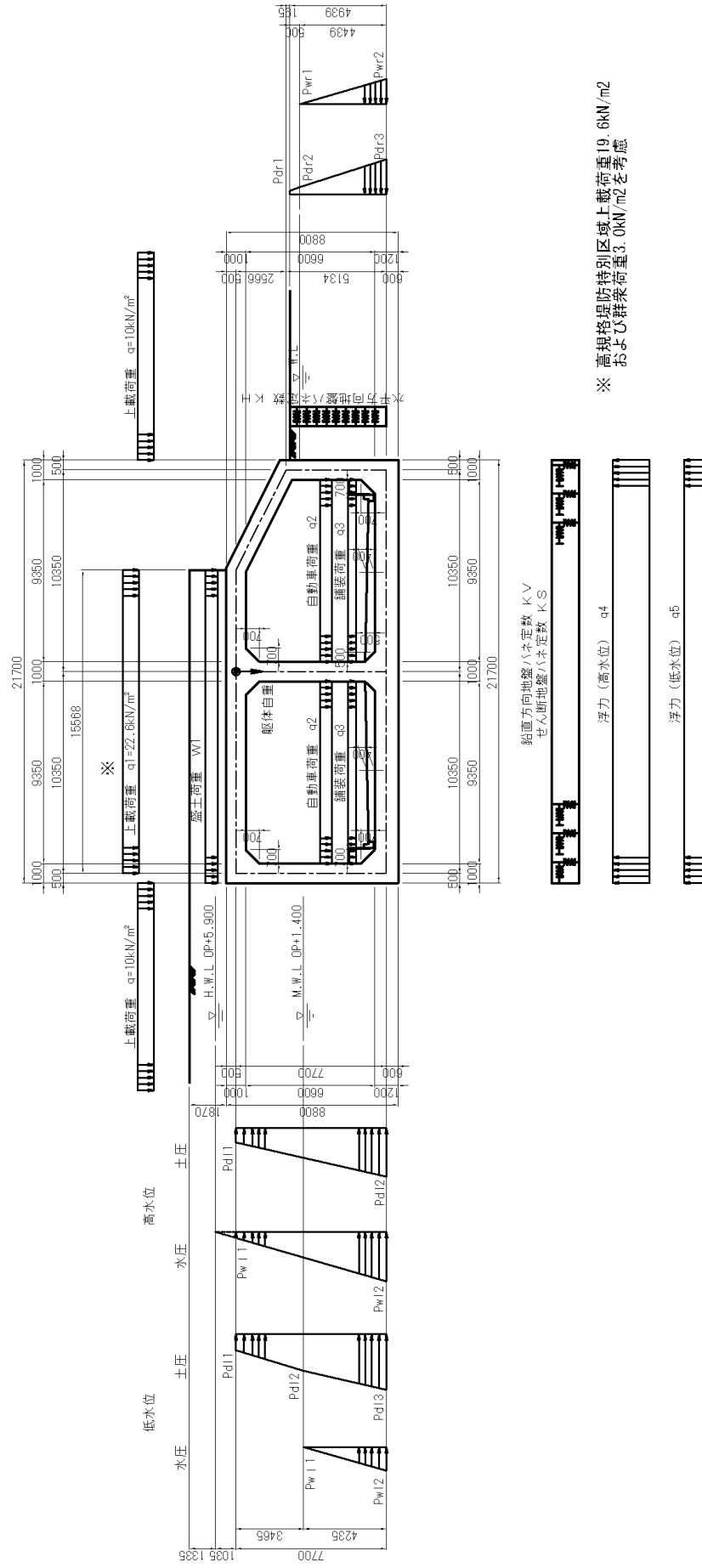


図 3.2.3 道路構造物設計荷重例

※ 道路設計断面で作図しているため、河川横断面とは左右反転している。

3.3 検討（解析）の手順

3.3.1 検討（解析）フロー

完成後と施工時の各々の要求機能を確保するためには、土堤と道路躯体の一体構造物、土堤、躯体それぞれの評価手法を基に、以下の検討フローにおいて必要な照査項目を段階的に確認する。

検討手法・照査基準の確認

（前委員会と淀川詳細点検で用いた手法・基準の妥当性）



土質定数の確認

（前委員会と淀川詳細点検で用いた定数の整合、妥当性）



断面・モデル

（構造に適したモデルの選定、メッシュの切り方など）



外力の設定

（内外水位・地下水位の設定、地震の外力）



計算結果の評価

（一体構造物としての評価、もしくは、土堤部分の評価）

本委員会での検討（解析）スケジュール（案）を表 3.3.1 に示す。

表 3.3.1 検討（解析）スケジュール（案）

状態	確保機能	第1回委員会	第2回委員会	第3回委員会	第4回委員会	第5回委員会
完成時	耐浸透機能	・課題の抽出 ・検討手法・照査基準の確認 ・土質定数の確認	ラング ・断面・モデル ・外力の設定 ・変遷 ・検討手法・照査基準の確認	変遷 ・断面・モデル ・外力の設定 ・計算結果の評価	・一体構造物の安全性の照査手法（案）	・一体構造物の安全性の総合評価
	耐震機能	・課題の抽出 ・検討手法・照査基準の確認 ・土質定数の確認	ラング ・断面・モデル ・外力の設定 ・検討手法・照査基準の確認	変遷 ・断面・モデル ・外力の設定 ・計算結果の評価	・一体構造物の安全性の照査手法（案）	・一体構造物の安全性の総合評価
	構造的（長期）安定性	・課題の抽出 ・変遷 ・検討手法・照査基準の確認 ・土質定数の確認	変遷 ・断面・モデル ・外力の設定 ・計算結果の評価 土質定数の取り扱い ・検討手法・照査基準の確認	土質定数の取り扱い ・検討結果の評価	・一体構造物の安全性の照査手法（案）	・一体構造物の安全性の総合評価
	地盤の安全性確保（周辺影響の抑制・低減）	・課題の抽出	状況・水みち ・検討手法・照査基準の確認 ・土質定数の設定	状況・水みち ・断面・モデル ・外力の設定 ・計算結果の評価	・維持管理手法（案）及びモニタリング（案）	・モニタリング計画
	モニタリング方法及び管理基準	・課題の抽出	状況・水みち ・検討手法・照査基準の確認 ・土質定数の設定	状況・水みち ・断面・モデル ・外力の設定 ・計算結果の評価	・モニタリング（案）	・モニタリング計画
施工時	維持管理手法	・課題の抽出	維持管理 ・基本方針の確認	維持管理 ・点検手法の増設 ・管理水準・補修工法の設定	・維持管理手法（案）	・モニタリング計画
	災害時の緊急復旧および本復旧等の対応	・課題の抽出	災害復旧への対応 ・基本方針の確認	災害復旧への対応 ・単体の対応 ・発生時の対応	・災害時の復旧対応（案）	・災害時復旧計画
	耐浸透機能	・課題の抽出 ・検討手法・照査基準の確認 ・土質定数の確認	ラング ・断面・モデル ・外力の設定 ・計算結果の評価 変遷 ・検討手法・照査基準の確認	変遷 ・断面・モデル ・外力の設定 ・計算結果の評価	・一体構造物の施工方法（案）	・一体構造物の施工方法の総合評価
	耐震機能	・課題の抽出 ・検討手法・照査基準の確認 ・土質定数の確認	ラング ・断面・モデル ・外力の設定 ・検討手法・照査基準の確認	変遷 ・断面・モデル ・外力の設定 ・計算結果の評価	・一体構造物の施工方法（案）	・一体構造物の施工方法の総合評価
	施工時安全性	・課題の抽出	仮設切掘削 ・検討手法・照査基準の確認 ・土質定数の確認	仮設切掘削 ・断面・モデル ・外力の設定 ・計算結果の評価	・一体構造物の施工方法（案）	・一体構造物の施工方法の総合評価
周辺影響の抑制・低減	周辺影響の抑制・低減	・課題の抽出	状況 ・検討手法・照査基準の確認 ・土質定数の設定	状況 ・断面・モデル ・外力の設定 ・計算結果の評価 地下水流動 ・検討手法・照査基準の確認	・維持管理手法及びモニタリング（案）	・モニタリング計画
	モニタリング方法及び管理基準	・課題の抽出	状況 ・検討手法・照査基準の確認 ・土質定数の設定	状況 ・断面・モデル ・外力の設定 ・計算結果の評価 地下水流動 ・検討手法・照査基準の確認	・維持管理手法及びモニタリング（案）	・モニタリング計画

3.3.2 検討断面のグルーピング

(1) グルーピングの考え方

河川では堤防延長が長く、同様の形状の断面が長く連続することから、土質構成や堤防構造形式により一連区間を設定し、危険側の代表断面を設定して検討する。一方、道路構造物はランプ・出入路の設置、交差構造部によるコントロールポイントとした道路線形・横断形状が変化する。こうした道路構造物位置の変化に伴い、耐浸透機能・耐震機能・周辺影響の面で安全性が変化することに加え、各機能の安定上において不利となる断面は一致しない。

このため、検討断面は縦断方向 200m ピッチ(河川距離標)ごとに設定するが、合理的に同様の条件毎にグルーピングを行った上で、危険側の断面を抽出し、優先して検討する。これら検討結果から、対策の必要性を判断した上で構造物の諸元を設定して、他の断面の安定性を確認する。

河川堤防の観点からは、対象地の既往調査結果から基礎地盤・堤防土質はほぼ同様と判断でき、堤防状況は下流から特殊堤・高潮堤・土堤に分かれる。

■堤防形状

- A) 高潮堤 (特殊堤) : 河川キロ標 4.2 k ~ 5.6 k
- B) 高潮堤 : 河川キロ標 5.6 k ~ 7.0 k
- C) 土堤 : 河川キロ標 7.0 k ~ 8.6 k

道路状況からは、以下のように、ランプ・出入路、道路施設(換気塔、料金所、排水ポンプ施設等)、交差部の特殊部と前委員会で検討された一般部に大きくグルーピングされる。

○特殊部 (計 21 断面)

1) ランプ・出入路 (3 断面)

- ① B・C ランプ : 河川キロ標 4.2 k ~ 4.5 k

[河川計画断面抵触幅: 0.0 ~ 2.5m, 抵触高 0.0 ~ 3.4m, 抵触面積: 0.0 ~ 6.2m²]

※堤防抵触が小さいため、一般部として 200m ピッチの断面で照査

- ② 海老江北入路 : 河川キロ標 4.8 k ~ 5.1 k

[河川計画断面抵触幅 : 0.0 ~ 6.4m, 抵触高 0.0 ~ 6.4m, 抵触面積 : 0.0 ~ 33.6m²]

- ③ 大淀入出路 : 河川キロ標 6.0 k ~ 6.6 k

[河川計画断面抵触幅 : 4.6 ~ 8.9m, 抵触高 6.7 ~ 9.2m, 抵触面積 : 23.5 ~ 51.7m²]

- ④ 豊崎入出路 : 河川キロ標 7.8 k ~ 8.4 k

[河川計画断面抵触幅 : 4.1 ~ 14.2m, 抵触高 0.0 ~ 7.0m, 抵触面積 : 0.0 ~ 74.5m²]

2) 道路施設（換気塔、料金所、排水ポンプ施設等）（6 断面）

- ①換気塔：河川キロ標 4.2k+183
- ②排水ポンプ施設：河川キロ標 4.8k+143
- ③排水ポンプ施設：河川キロ標 6.0k+159
- ④料金所：河川キロ標 6.4k+139
- ⑤排水ポンプ施設：河川キロ標 7.0k+66
- ⑥料金所、換気塔、排水ポンプ施設：河川キロ標 8.2k+8

3) 交差部（鉄道交差・道路交差）（12 断面）

- ①阪神高速子部洗：河川キロ標 4.2k+62
[河川計画断面抵触幅：0.0m, 抵触高 0.0m, 抵触面積：0.0m²]
- ②阪神電鉄：河川キロ標 4.2k+103
[河川計画断面抵触幅：1.0m, 抵触高 1.3m, 抵触面積：0.8m²]
- ③国道 2 号線：河川キロ標 4.6k+184
[河川計画断面抵触幅：0.0m, 抵触高 0.0, 抵触面積：0.0m²]
- ④阪神高速大阪池田線：河川キロ標 5.6k+3
[河川計画断面抵触幅：0.0m, 抵触高 0.0m, 抵触面積：0.0m²]
- ⑤JR 東海道本線神戸線：河川キロ標 5.6k+24
[河川計画断面抵触幅：0.0m, 抵触高 0.0m, 抵触面積：0.0m²]
- ⑥国道 176 号線十三 BP：河川キロ標 6.6k+59
[河川計画断面抵触幅：0.0m, 抵触高 0.0m, 抵触面積：0.06m²]
- ⑦国道 176 号線：河川キロ標 6.8k+178
[河川計画断面抵触幅：0.0m, 抵触高 0.0m, 抵触面積：0.06m²]
- ⑧阪急電鉄神戸線：河川キロ標 7.0k+9
[河川計画断面抵触幅：2.0m, 抵触高 6.5m, 抵触面積：12.4m²]
- ⑨阪急電鉄宝塚線：河川キロ標 7.0k+28
[河川計画断面抵触幅：0.2m, 抵触高 6.7m, 抵触面積：1.1m²]
- ⑩阪急電鉄京都線：河川キロ標 7.0k+47
[河川計画断面抵触幅：1.3m, 抵触高 6.6m, 抵触面積：8.2m²]
- ⑪本庄水管橋：河川キロ標 8.0k+158
[河川計画断面抵触幅：4.3m, 抵触高 2.3m, 抵触面積：6.3m²]
- ⑫地下鉄御堂筋線：河川キロ標 8.2k+111
[河川計画断面抵触幅：2.5m, 抵触高 1.4m, 抵触面積：2.7m²]

○一般部（特殊部以外）（計 22 断面）

- 1) 高潮堤（特殊堤）：河川キロ標 4.4k～5.6k（7 断面）
- 2) 高潮堤：河川キロ標 5.6k～7.0k（8 断面）
- 3) 土堤：河川キロ標 7.0k～8.6k（8 断面）

(2) 本委員会における検討の優先順位の高いグループと検討断面抽出の考え方

検討においてはグルーピングを行い、前委員会で未実施の特殊部（ランプ部・交差部）のうちで危険側の断面を抽出し、優先して検討する。これら検討結果から、対策と構造物の諸元を設定して、他の断面の安定性を確認する。危険側の断面の考え方は、優先度の高いものから以下の順序と考える。

○道路条件からみて

- ・堤防定規断面からの離隔が小さい（定規抵触する場合は抵触範囲が大きい）
- ・掘削位置が深い（施工時の静的影響が大、地下水流動阻害が大）
- ・道路構造物位置が深い（堤体浸透の流動阻害が大）

また、同じ道路条件であれば以下の堤防条件を優先させることとする。

- ・安全率が低い（対策が未実施）
- ・法勾配が急（法面安定上不利、施工時の静的影響が大）
- ・堤体高が高い（法面安定上不利、施工時の静的影響が大）
- ・堤体幅が狭い（浸透安定上不利）

(3) 本委員会における優先検討断面抽出方法

本委員会においては、表 3.2.1 に示した計 43 断面を対象として 3.3.4 以降に示す検討を実施するが、堤防に対する影響が大きいと予想される断面をまず優先して検討し、その結果により類推される事項から、以降の検討ケース数の低減や検討条件の簡略化を図るなど、合理的・効率的な検討を目指す。優先断面は、整備後の堤防形状は同様の条件となることから、3 箇所のランプ部・交差部の各々で堤防との最小離隔・定規断面への最大となる抵触幅・抵触面積となる断面を優先断面として抽出する。一般部は既往検討位置近くの断面を比較のため抽出する。

(4) 本委員会における優先検討断面（案）

優先断面は、整備後の堤防形状は同様の条件となることから、3 箇所のランプ部の各々で最も堤防に近接するか定規断面に抵触する 3 断面、交差部は最も堤防定規断面に抵触する阪急電鉄の 1 断面、一般部は土堤の既往検討位置に近い 1 断面を提案する。

1) ランプ部優先断面

②海老江北入路（道路：No. 77、河川：5.0k+55m）**〔離隔の最小断面を選定。〕**

河川計画断面抵触幅：6.4m, 抵触高 4.9m, 抵触面積：24.9m²]

③大淀出路（道路：No. 132、河川：6.0k+139m）**〔離隔の最小断面を選定。〕**

抵触面積も最大。河川計画断面抵触幅：8.9m, 抵触高 7.9m, 抵触面積：47.4m²]

④豊崎出路（道路：No. 219、河川：7.8k+106m）**〔離隔の最小断面を選定。〕**

抵触面積も最大。河川計画断面抵触幅：14.2m, 抵触高 7.0m, 抵触面積：74.5m²]

2) 交差部優先断面

⑥阪急電鉄（道路：No. 176、河川：7.0k+9m）**〔抵触面積最大の断面を選定。〕**

河川計画断面抵触幅：2.0m, 抵触高 6.5m, 抵触面積：12.4m²]

3) 一般部断面 **〔土堤区間の浸透点検（7.4k）では照査基準を満足しないことから、前委員会の一般部検討断面（7.8k）と近い位置で、比較を行う。〕**

土堤部（道路：No. 204、河川：7.4k+185m）

No. 77 断面

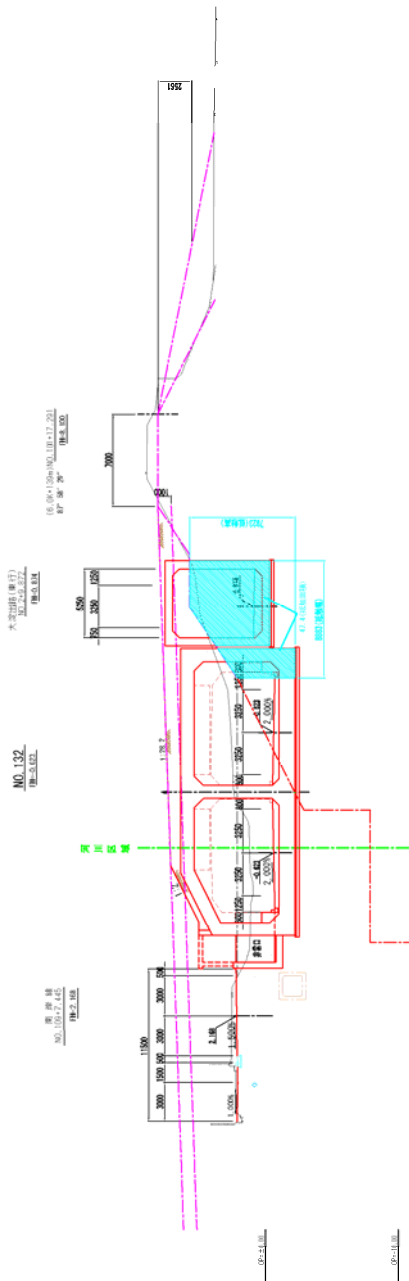


河川距離標 (位置)	淀川左岸線 道路測点 (位置)	堤防ラインと 函体の離隔 (m)	河川計画断面抵触	
			抵触巾(m)	抵触高(m) 抵触面積(m ²)
4.8k+103m	NO.69	22.9	0.0	0.0
4.8k+203m	NO.74	20.4	0.0	0.0
5.0k+55m	NO.77	12.6	6.4	24.9
5.0k+95m(100m)	NO.79	12.8	6.3	33.6
5.0k+195m	NO.84	18.0	1.5	5.4

※No.69～84は海老江北入路区間の道路測点

図 3.3.1 海老江北入路 (道路 : No. 77、河川 : 5.0k+55m)

No. 132 断面



河川距離標 (位置)	淀川左岸線 道路測点 (位置)	堤防ラインと 函体の離隔 (m)	河川計画断面抵触		
			抵触巾(m)	抵触高(m)	抵触面積(m ²)
5.8k+140m	NO.122	17.5	2.5	5.4	11.4
6.0k+41m	NO.127	14.4	5.6	7.5	32.2
6.0k+139m(120m)	NO.132	11.0	8.9	7.9	47.4
6.2k+39m	NO.137	13.9	8.1	9.2	41.2
6.2k+140m	NO.142	12.1	8.6	7.8	51.7

※No.122～142は大淀出路区間の道路測点

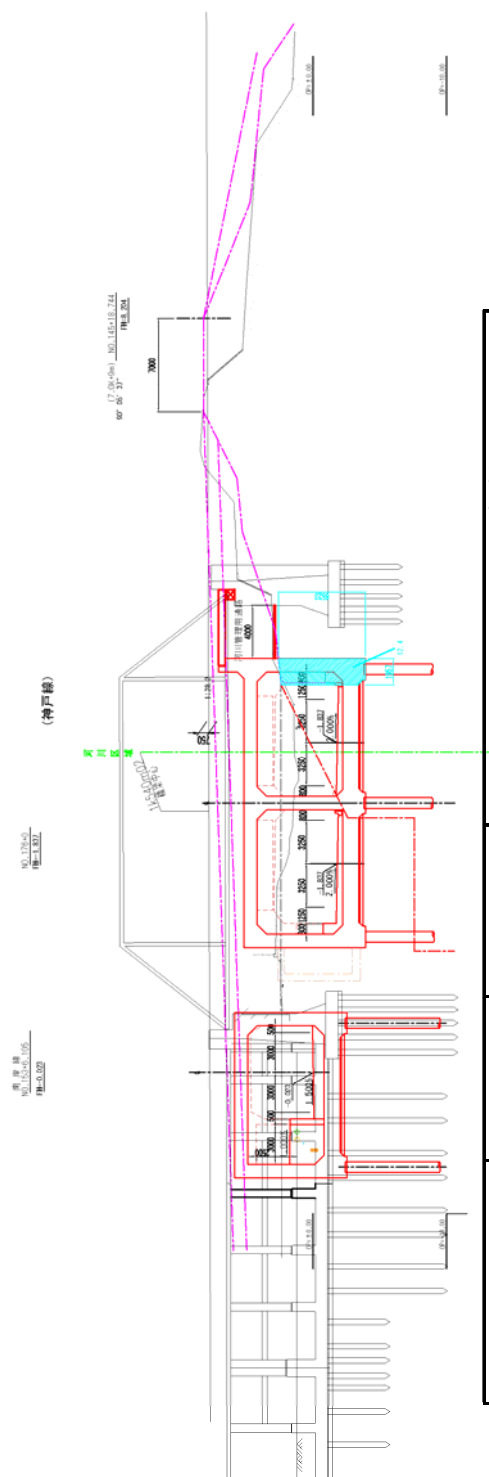
図 3.3.2 大淀出路 (道路 : No. 132、河川 : 6.0k+139m)

[illegible]

[illegible]

図3.3.3 豊崎出路(道路:No.219、河川:7.8k+106m)

No. 176 断面



河川距離標 (位置)	淀川左岸線 道路測点 (位置)	堤防ラインと 函体の離隔 (m)	河川計画断面抵触		
			抵触巾(m)	抵触高(m)	抵触面積(m ²)
(国道2号)	NO.63	26.5	0.0	0.0	0.0
(JR神戸線)	NO.106	32.3	0.0	0.0	0.0
(新十三大橋)	NO.158	20.1	0.0	0.0	0.0
(阪急神戸線)	NO.176	25.5	2.0	6.5	12.4
(阪急京都線)	NO.178	25.5	1.3	6.6	8.2
(地下鉄御堂筋線)	NO.236	24.8	2.0	1.4	2.7

※上表の道路測点は交差部位置を示す

図3.3.4 阪急電鉄(道路: No.176、河川: 7.0k+9m)

[illegible]

3.3.3 土留鋼矢板の取り扱い(検討条件の整理)

左岸線は全線にわたり開削トンネル構造となるため、施工時には仮設の土留鋼矢板を設置する。構築後は、引抜き撤去するのが一般的であるが、鋼矢板はその剛性などから円弧すべりや地盤流動の抑制効果があり、残置した方が堤体安定性の向上が見込めるため、「河川堤防の液状化対策工法設計施工マニュアル(案)」においても鋼材を用いた対策工法が示されている。

一方で、鋼矢板残置により「地下水流動の障害」や「堤防縦断方向の水みちの発生」なども懸念される。土留鋼矢板の取り扱いについては、河川堤防の“確保機能”ごとでメリット・デメリットが異なるため、それぞれについて検討した上で、“確保機能”全体として残置の可否を判断する。

土留鋼矢板が河川堤防に及ぼす影響等を確認するための評価項目を表3.3.2に整理する。

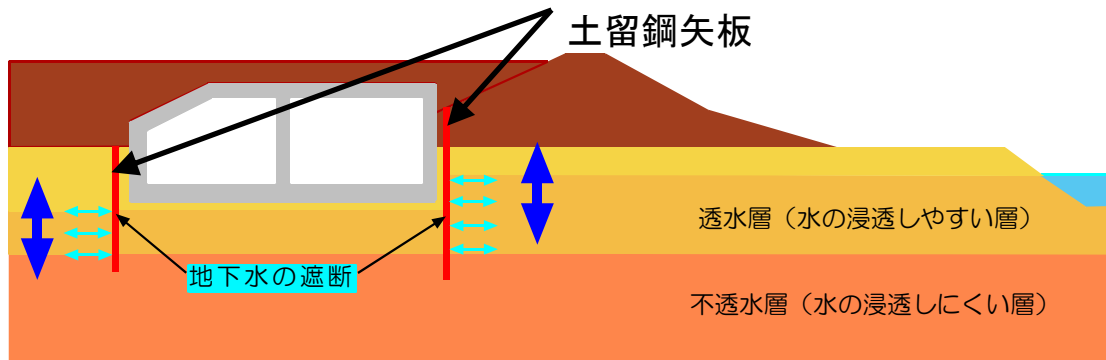


図 3.3.6 本委員会における耐浸透機能に関する検討の流れ

表 3.3.2 土留鋼矢板が河川堤防に及ぼす影響等を確認するための評価項目

確保機能	土留鋼矢板が河川堤防に及ぼす影響等を確認するための評価項目	検討ケース	検討手法[対処](案)
耐浸透機能	・すべり安全性 ・浸潤面上昇 ・矢板沿いの水みち発生	①鋼矢板設置 ②鋼矢板撤去後 ③透水性鋼矢板設置	矢板有無でのすべり安全率の比較 [通水機能(透水性鋼矢板・連通管)の確保] [モニタリング(堤防変状など)の検討]
耐震機能	・すべり安全性(液状化時) ・土粒子流動による構造物の浮き上がり・沈下	①鋼矢板設置 ②鋼矢板撤去後 ③透水性鋼矢板設置	静的解析(ALID)による矢板有無での堤防挙動の比較
構造的(長期)安定性	・鋼矢板の腐食・劣化	①鋼矢板設置	腐食調査(既往調査資料等) [モニタリング(矢板腐食)の検討]
周辺影響の抑制・低減	・堤防と構造物間の盛土による引き込み沈下 ・地下水流動による周辺影響	①鋼矢板設置 ②鋼矢板撤去後 ③透水性鋼矢板設置	[モニタリング(堤防変状など)の検討] [通水機能(透水性鋼矢板・連通管)の確保]
維持管理手法	・鋼矢板の腐食・劣化を確認する手法 ・維持管理の効率性	①鋼矢板設置 ②鋼矢板撤去後	事例収集、コスト比較
災害時の緊急復旧及び本復旧等の対応	・被災による社会的影響 ・災害復旧の効率性	①鋼矢板設置 ②鋼矢板撤去後	矢板有無での変形解析結果をもとに、復旧工事の効率性や周辺への影響を比較、コスト比較

3.3.4 耐浸透機能

(1) 照査のための確認事項

- 1) 一体構造物の照査方法、照査基準の考え方
- 2) 解析モデル（特に交差部）の設定方法
- 3) 土質定数等の設定

（解説）

- 1) 一体構造物の照査方法、照査基準の考え方

■ 安定検討

- 一体構造物を“すべり”破壊で評価しているが、破壊の挙動が異なることが問題
- “変形”破壊で評価する場合の手法が確立されていない
- 浸透流解析と変形との相関により照査基準を設定

手引きやSP マニュアルでは“すべり”で安全性を評価しているが、対象が構造物と土堤のため挙動が異なることが問題と考えられる。このため、前委員会では施工時は仮締切堤（スライド堤防）によって堤防機能確保と構造物の影響低減を図り、完成後は表法・裏法の緩傾斜化によって堤体安定性の確保を考えている。本委員会では、こうしたスライド堤防設置を前提とした、すべり計算手法の妥当性を確認した上で、浸透安全性を評価する。

すべりによる安全性評価が不適切と考えられた場合には、“変形”で安全性を評価する “応力変形・浸透流の二次元FEM解析非定常連成解析”などの検討手法が考えられるが、この手法は研究レベルにあり、汎用の解析ソフトも限定されるなど評価が難しいため、手法そのものについての検討が必要である。

また、検討区間が長く、全ての断面について順番に検討を進めることは効率的でないため、条件が厳しい断面や土堤断面を含めて複数断面を対象として、“応力変形・浸透流解析”と“他の比較的容易な手法（例えば、テンションクラックを考慮したすべりや弾性 FEM）”とを比較し、結果の相関を把握した上で照査基準を設定することで、“他の比較的容易な手法”によって対象区間全体の照査を行う考え方も考慮する。

安定検討の確認事項を表 3.3.3 に整理する。

表 3.3.3 確認事項の整理(安定検討)

項目	前 回	今 回	備 考
照査基準	基準①、基準③	同左	-
検討手法	浸透時(円弧)すべり解析	浸透時すべり解析に加え、浸透時変形解析も考慮して安定性を検討	トンネルと堤防の挙動の違いを考慮して安定性を評価する。
土質定数	代表3断面近傍の土質定数から設定	基本的に一連区間内の全体の土質試験の平均値を用いる	全線を3ゾーンに分割し、各ゾーンで平均的な土質定数を設定する。
断面	一般部で200mピッチの断面(特殊部は未実施)	最新の設計を反映した特殊部・一般部で200mピッチの断面(43断面)	道路構造物位置により安全性が異なるため、特殊部を含めた200mピッチで検討する。
外力の設定	・計画高水位、降雨302mm/32hr ・高規格堤防設計水位、降雨493mm/52hrの2ケース	同左	-

赤字: 今回新たに実施する内容

■ 浸透検討

- 一体構造物の浸透安全性に対し、局所導水勾配、レーンのクリープ比で評価することの妥当性
- 構造物沿いの水みちの発生、浸潤面上昇による表法の安定性低下が懸念される
- 構造物の連通管や透水性鋼矢板による浸透性の評価を検討する

手引きや SP マニュアルでは“局所動水勾配 i ”や“レーンのクリープ比”で浸透安全性（パイピング）を評価しているが、対象が構造物と土堤のため“構造物沿いの水みちの発達”、“土留めの遮水効果による浸透阻害”や“川表側浸潤線の上昇と表法の安定性低下”が問題と考えられる。前委員会では土留鋼矢板残置による水みちの遮断、当該地区が感潮区間で土留鋼矢板による遮水効果が比較的小さいこと、表法の安定性低下も安全率の差がわずかで照査基準を満足することを示している。

浸透阻害に関しては通水機能（透水性鋼矢板の使用や構造物への連通管の設置等）を付加して影響を低減させ、堤体安定性を確保することが考えられる。このように土留鋼矢板を残置する場合には、通水性の機能を加えて、評価する。

浸透検討の確認事項を表 3.3.4 に整理する。

表 3.3.4 確認事項の整理（浸透検討）

項目	前 回	今 回	備 考
照査基準	基準①、基準③	同左	-
検討手法	浸透流解析による浸透破壊（パイピング・盤膨れ）の照査	同左	-
土質定数	代表3断面近傍の土質定数から設定	基本的に一連区間内の全体の土質試験の平均値を用いる	全線を3ゾーンに分割し、各ゾーンで平均的な土質定数を設定
断面	一般部で200mピッチの断面（特殊部は未実施）	最新の設計を反映した特殊部・一般部で200mピッチの断面（43断面）	道路構造物位置により安全性が異なるため、特殊部を含めた200mピッチで検討する
外力の設定	・計画高水位、降雨302mm/32hr ・高規格堤防設計水位、降雨493mm/52hrの2ケース	同左	-

赤字：今回新たに実施する内容

2) 解析モデル（特に交差部）の設定方法

■ 安定検討

○一体構造物の道路と堤防の挙動の違いを考慮した解析モデルの設定方法が課題

すべりによって安全性を評価する場合、道路構造物と堤防の挙動の違いを考慮した解析モデルの設定方法が課題と考えられる。このため、前委員会では一般部を対象とした代表断面で構造物端部でのテンションクラックを設定等によって堤体安定性の評価している。こうした、すべり安定解析モデルの考え方を確認した上で、安定性を評価する。

■ 浸透検討

○交差部では既設交差構造物を含めた解析モデルの設定が課題

浸透安全性を評価する場合、特に交差部においては土留鋼矢板無しで施工可能な区間もあるため、新設する道路構造物に加えて、既設交差構造物も含めた浸透を考慮した解析モデルの設定方法が課題と考えられる。

前委員会では標準的な断面に対し、“構造物端部の局所動水勾配”や“レーンのクリープ比”で浸透安全性（パイピング）を評価している。今回、構造物が混在する断面に対し、解析モデルの考え方について確認した上で、モデル作成を行う。

3) 土質定数等の設定

- 前委員会定数と堤防点検定数の整合をとる。
- 前委員会後の調査結果も含めた定数の見直し。

淀川河川における堤防浸透点検の場合、平成 17 年に地盤と堤防状況から一連区間に分け（グルーピング）、その区間の土質試験結果から、各層の地盤定数を設定している。

しかし、前委員会では、一連区間は浸透点検と同様だが、代表 3 断面の位置も異なり、定数設定に用いた土質調査は近傍と当時の調査結果から設定しており、その後の 200m 毎の解析は平成 13 年までの調査結果から工区全体で定数を設定している。また、B 層（盛土）は堤体部と堤体以外盛土を区分し手折らず、B 層を土質により粘性土・砂質土に分けていないため、礫質土の試験値も含めていたことで、堤体強度が全体的に高かった。

このため、淀川河川における堤防点検の一連区間毎に既往調査結果を整理して土質定数を設定したことで、浸透安定解析の土質定数は同じ区間で一般的な値と判断する。今後の解析を行うに当たり、土質定数の妥当性について確認した上で検討に用いる。

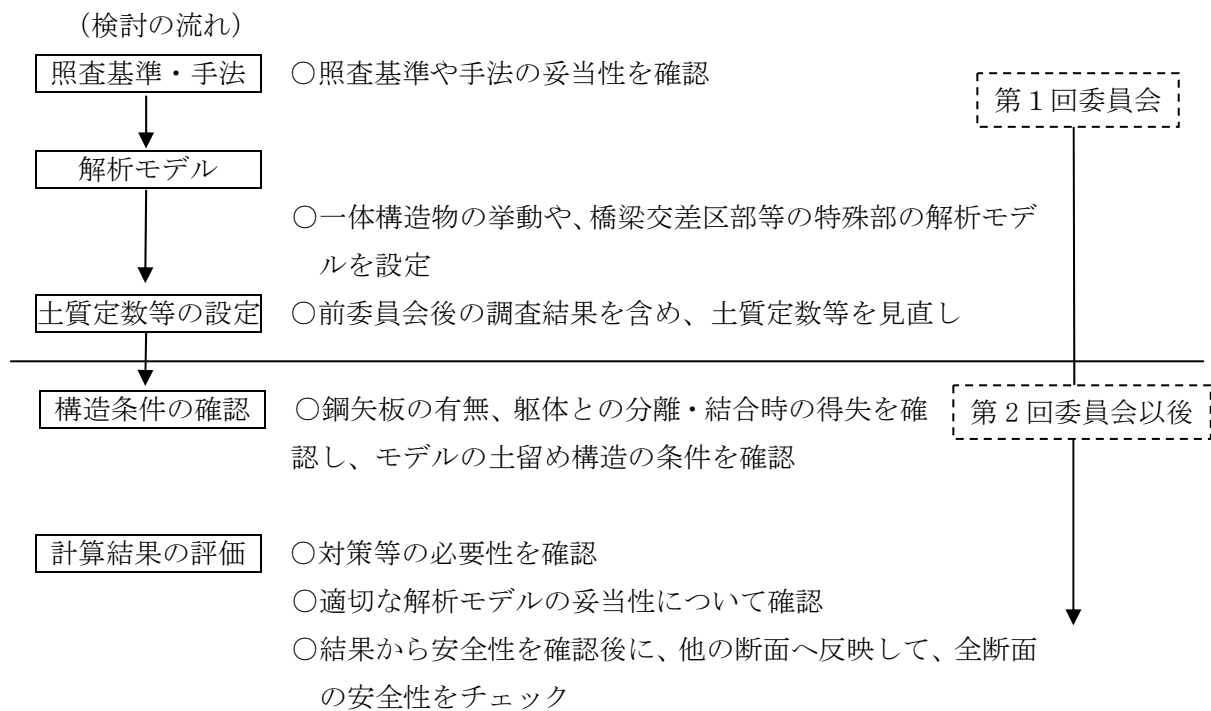


図 3.3.7 本委員会における耐浸透機能に関する検討の流れ

3.3.5 耐震機能

1) 照査方法、照査基準の考え方

- 静的解析法（使用する解析コード「ALID」）に基づく変形量の照査を行い、詳細な評価が必要と判断される場合は二次元有効応力解析法による照査を行う
- 照査外水位については、平常時に加え津波高さも考慮する

前委員会では、円弧すべりと二次元非線形動的解析により、堤防の L1 地震時安定性を評価しているが、堤防基礎地盤が液状化した場合の流動変形や液状化後の排水沈下量が評価できていない。そこで本委員会では、地盤の液状化に伴う流動変形を考慮した堤防の L2 地震時安定性を評価する。

完成時および施工時の堤防の地震時安定性は、「河川堤防の耐震性能照査指針（案）」（平成 19 年）に基づいて、液状化による流動変形を考慮できる静的解析法（使用する解析コード「ALID」）により耐震機能の評価を行うが、本手法による変形量が過大になる場合には妥当性を検証するために、二次元有効応力解析法による検討を行うものとする。

照査外水位については、平常時に加え津波高さも考慮する。

※「河川堤防の地震時変形量の解析手法」を表 3.3.6 に示す。

耐震機能の確認事項を表 3.3.5 に整理する。

表 3.3.5 確認事項の整理(耐震検討)

項目	前 回	今 回	備 考
照査基準	基準①、基準③	同左	-
検討手法	浸透流解析による浸透破壊(パイピング・盤膨れ)の照査	同左	-
土質定数	代表3断面近傍の土質定数から設定	基本的に一連区間内の全体の土質試験の平均値を用いる	全線を3ゾーンに分割し、各ゾーンで平均的な土質定数を設定
断面	一般部で200mピッチの断面(特殊部は未実施)	最新の設計を反映した特殊部・一般部で200mピッチの断面(43断面)	道路構造物位置により安全性が異なるため、特殊部を含めた200mピッチで検討する
外力の設定	・計画高水位、降雨302mm/32hr ・高規格堤防設計水位、降雨493mm/52hrの2ケース	同左	-

赤字: 今回新たに実施する内容

2) 二次元有効応力解析の解析コード

○詳細な評価を必要とする場合については、堤防基礎地盤の液状化や液状化の排水沈下量を詳細に評価するための手法として、二次元有効応力解析（「LIQCA」）を行う

本委員会では、地盤の液状化に伴う流動変形を考慮した堤防の地震時安定性を評価するために、「ALID」により耐震機能の評価を行うが、変形量が過大となる場合には妥当性を検証するために二次元有効応力解析による詳細な検討を行う。この場合の解析コード※としては、実績の多い「LIQCA」と「FLIP」があるが、FLIPは非排水条件の解析であり、液状化後の過剰間隙水圧の消散に伴う排水沈下量は、別の方法で評価し加算する必要があるため、地震中及び地震後について、間隙水の流れを考慮できる「LIQCA」を用いた二次元有効応力解析を行うこととする。

表 3.3.6 「河川堤防の地震時変形量の解析手法」(平成 14 年 2 月, 財団法人 国土技術研究センター)

手 法		過剰間隙水圧の発生	土の強度・剛性の低下	盛土の沈下の主な原因		
				盛土自重による 基礎地盤の変形	盛土に作用する慣性 力による変形	基礎地盤の 圧密沈下
有限要素法	動的	○	○	○	○	○
		○	○	○	○	×
	静的	F_L から求める	F_L とFCに応じて簡易に設定する	○	×	×
最小エネルギー原理	東畑モデル	F_L から求める	液状化層の土を強度のない粘性流体と仮定する	○	×	×
極限平衡法	円弧すべり (Δu 法)	F_L から求める	過剰間隙水圧の発生を考慮したせん断強度を用いる。極限平衡法のため、剛性は考慮されない	× ^{注)}	× ^{注)}	× ^{注)}

注) 円弧すべり(Δu 法)は直接的に変形を算出する手法ではないが, 経験的な関係をもとに, 基礎地盤の圧密沈下までを含めた変形(沈下)を推定することができる。

3) 使用する入力地震動

○解析に使用する地震動については、地盤の変形量が大きくなるものを採用
レベル1地震動：S P波と阪高基準L 1波のうち、S P波の方が加速度応答スペクトルが大きくなるため、S P波を採用
レベル2地震動：淀川左岸線の地域特性を考慮して設定された阪高基準L 2波プレート境界型、阪高基準L 2波_最大級シナリオを採用

前委員会の動的解析に用いた入力地震動としては、「SPマニュアル」に基づく「S P波」と、阪神高速道路公団の「開削トンネル耐震設計指針（案）」に基づく「L 1波」（道路橋示方書Ⅰ種地盤スペクトル）と「L 2波」（兵庫県南部地震における基盤面での強震記録および地表面強震記録の基盤変換波をもとに、基盤での平均的な特性として標準加速度応答スペクトルを規定）が用いられている。

前委員会以降に、「開削トンネル耐震設計指針（案）」が改訂されており、現時点で利用できる入力地震動は、以下に示すとおりである。

- i) SP マニュアル地震動：河川基準「SP マニュアル」に示される耐震設計用基盤面入力地震動
- ii) 阪神高速基準 L1：道路基準「開削トンネル耐震設計指針（案）」に示されるL1地震動
- iii) 阪神高速基準 L2 プレート境界型：道路基準「開削トンネル耐震設計指針（案）」に示される淀川左岸線2期に限定かつ地域性を考慮した、南海・東南海地震動
- iv) 阪神高速基準 L2 直下型 兵庫県南部：道路基準「開削トンネル耐震設計指針（案）」に示されるL2地震動。兵庫県南部地震時にポートアイランドの工学的基盤面で記録された記録をベースに作成
- v) 阪神高速基準 L2 直下型 最大級シナリオ：道路基準「開削トンネル耐震設計指針（案）」に示される最大級シナリオ地震動。上町断層を震源に想定し、淀川左岸線2期に限定かつ地域性を考慮している
- vi) 大阪市想定地震動平成 19 L2 直下型：大阪市内の地盤特性からゾーン区分を行い、各ゾーンで支配的となる断層による地震を想定して作成した地震動。標準スペクトルとして用意されているが、淀川左岸線に対する地域性については、詳細な検討が必要

本委員会の動的解析による検討では、上記6地震動のうち、以下の理由により3地震動について実施する。（図3.3.8～3.3.16参照）

レベル1地震動：S P波と阪高基準L 1波のうちS P波の方が加速度応答スペクトルが大きくなるため、S P波を採用する。

レベル2地震動：阪高基準L 2波プレート境界型、阪高基準L 2波直下型_兵庫県南部地震、阪高基準L 2波_最大級シナリオのうち、淀川左岸線の地域特性を考慮して設定された阪高基準L 2波プレート境界型、阪高基準L 2波_最大級シナリオを採用する。

ここで、加速度応答スペクトル図とは、ある振動体（ここでは工学的基盤面より表層の地盤）の固有周期がわかると、対象とする地震動が作用した場合に、その振動体に生じる最大加速度を予測することができるものである。当該地点のような、沖積層が厚い地盤の揺れやすい周期は、一般に 0.5 秒～2.0 秒であり、この範囲の加速度応答スペクトルが大きい地震動が、当該地域に与える影響が大きい地震動ということができる。

また、「河川堤防の耐震性能照査指針（案）」（平成 19 年）に基づいた静的解析では、同指針に示される地震外力（「道路橋示方書・同解説Ⅴ耐震設計編」（平成 14 年）と同じ地震外力）を用いることとする。

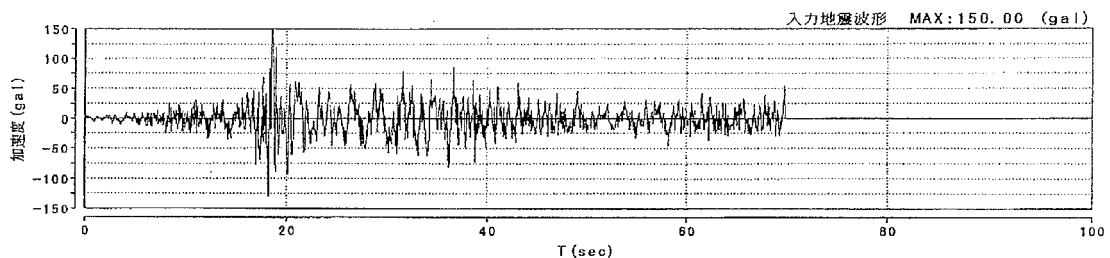


図 3.3.8 基盤面入力波形（SP 波）

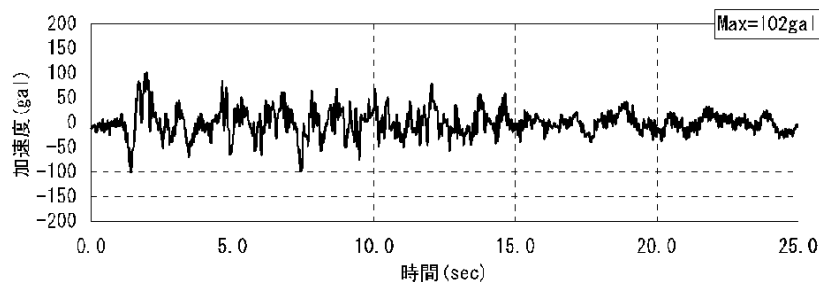


図 3.3.9 基盤面入力波形（阪高基準 L 1 波）

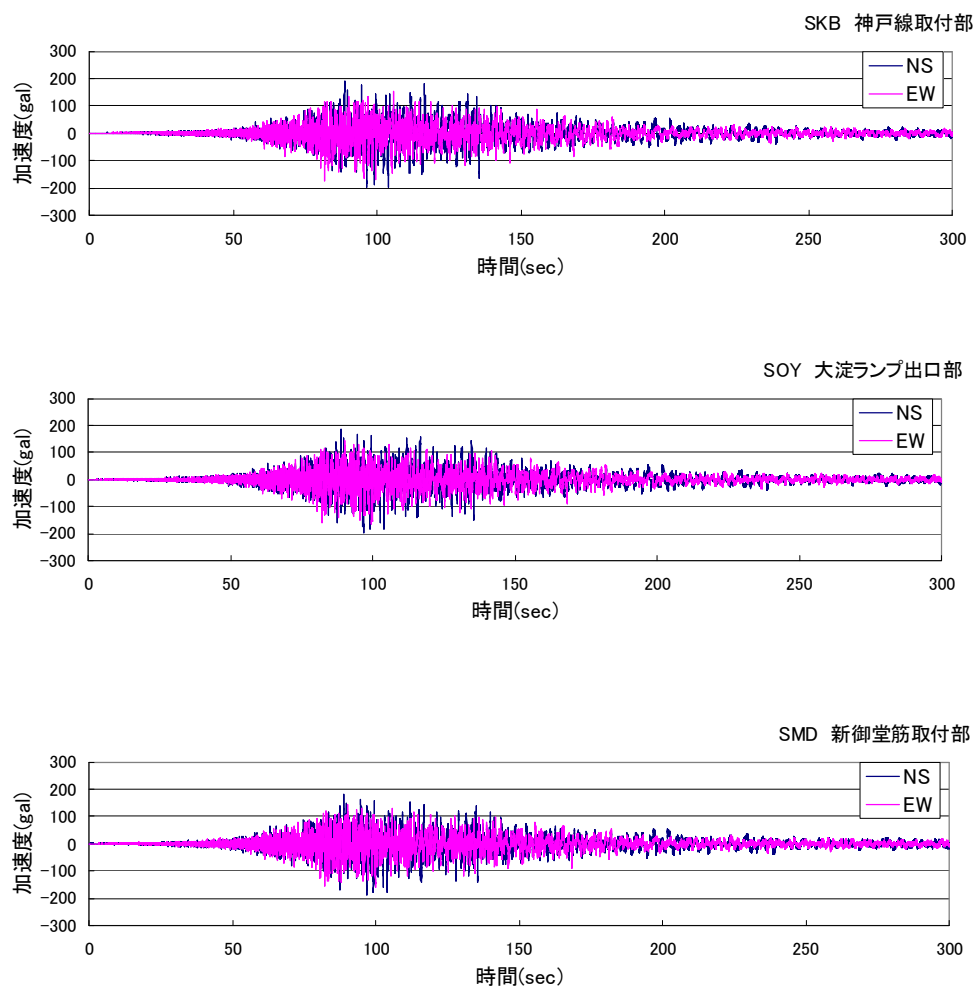


図 3.3.10 基盤面入力波形（阪高基準 L 2 波プレート境界型）

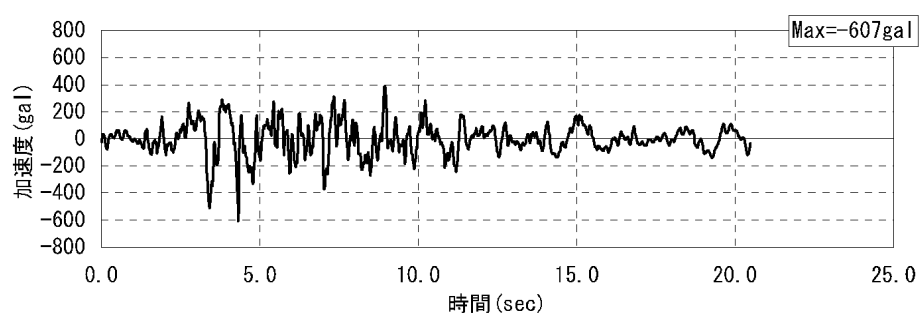


図 3.3.11 基盤面入力波形（阪高基準 L 2 波直下型_兵庫県南部地震）

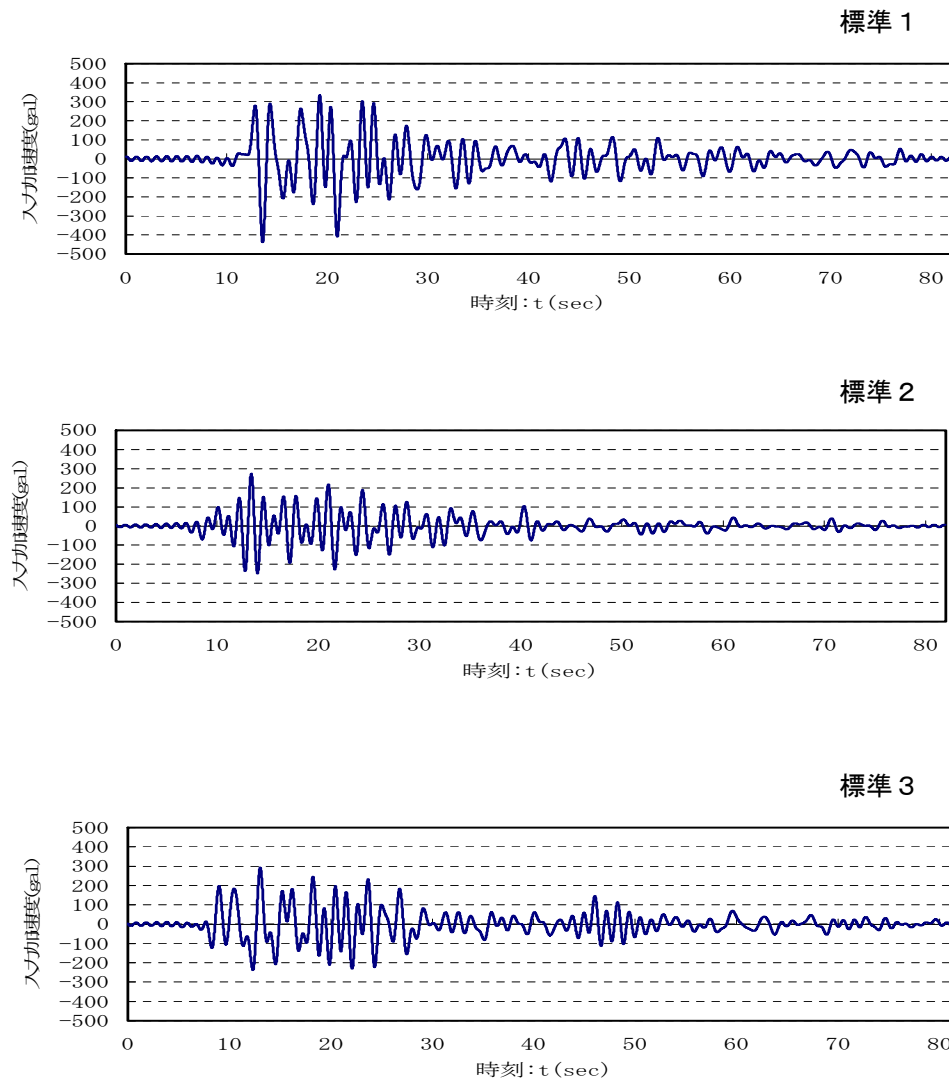


図 3.3.12 基盤面入力波形（阪高基準 L 2 波_最大級シナリオ）

（標準 1 ～標準 3 は、上町断層の破壊パターンを変えたものであり、これら 3 地震動について評価を行う。）

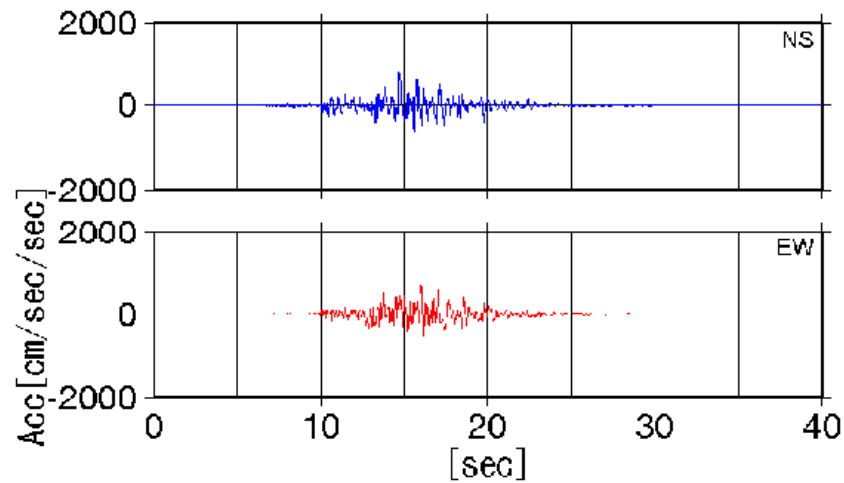


図 3.3.13 基盤面入力波形（大阪市想定地震動 H19 L2 波直下型）

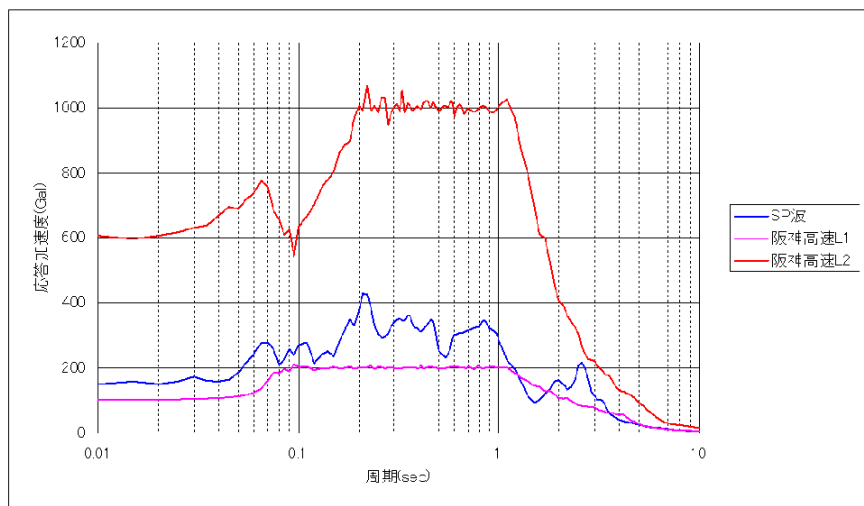


図 3.3.14 加速度応答スペクトル図（S波、阪高基準 L 1 波、阪高基準 L 2 波）

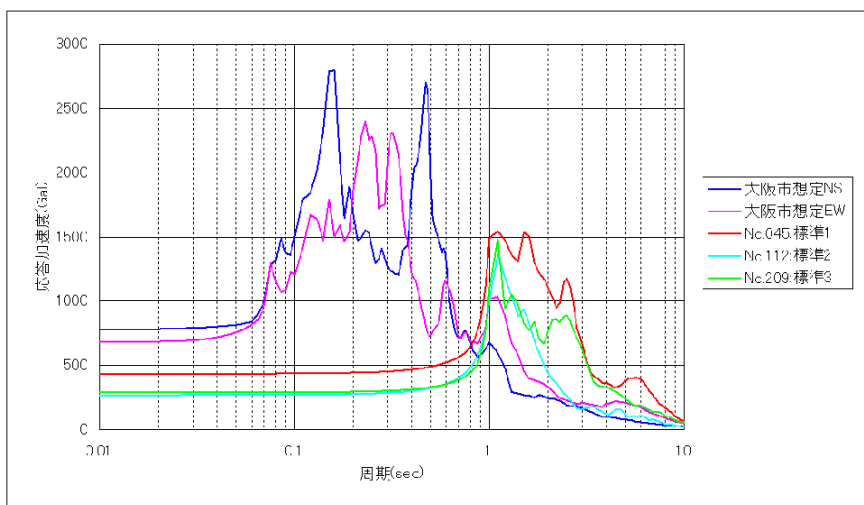
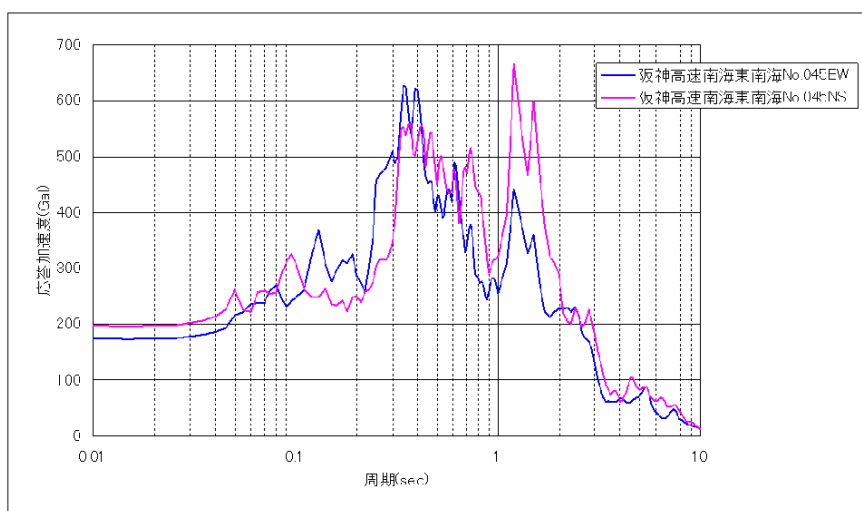
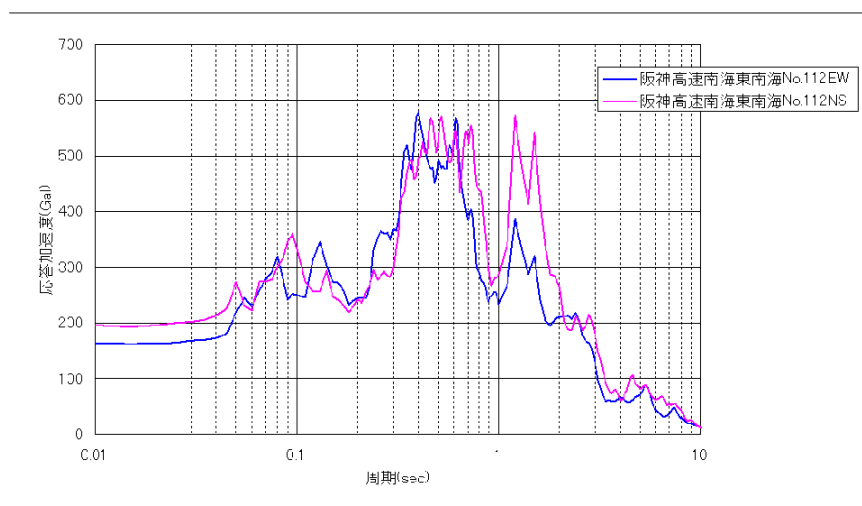


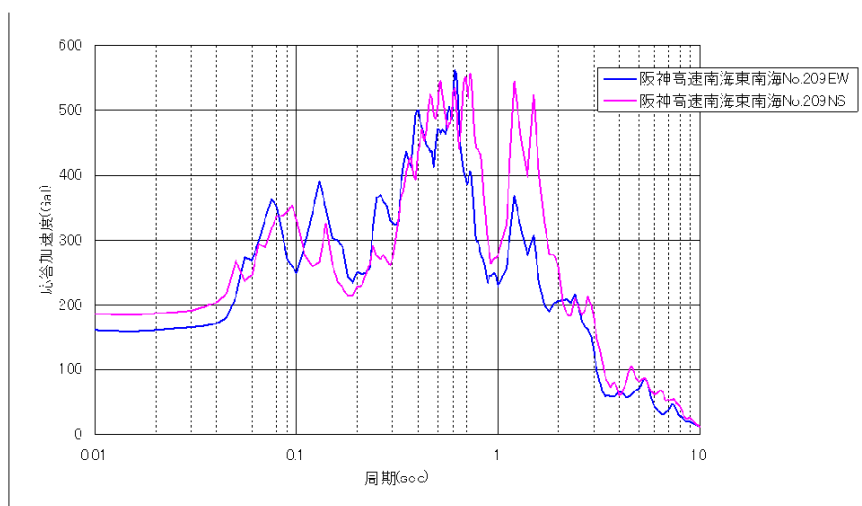
図 3.3.15 加速度応答スペクトル図（大阪市想定地震動、阪高基準 L 2 波最大級シナリオ波）



神戸線取付部



大淀ランプ部



新御堂筋取付部

図 3.3.16 加速度応答スペクトル図（阪高基準 L 2 波プレート境界型）

3.3.6 構造的（長期）安定性 [交通振動]

(1) 照査のための確認事項

- | |
|--|
| 1) 二次元非線形動的解析により地盤と構造物との剥離を検討（前回委員会と同様の手法） |
|--|

交通振動による影響は、前委員会において、阪神高速道路環状線における橋面で測定された鉛直振動波形を用いた二次元非線形動的解析により、地盤と構造物間の剥離の検討を行い、剥離は発生しない事を確認し、仮に剥離が発生した場合においても、浸透流解析により得られた流速により算出した動水勾配は、通常の砂地盤の限界動水勾配以下となり、水みちは発生しないことが確認されている。

本委員会においては、構造物の設計結果を反映させた断面について、前委員会と同じ手法により、交通振動による影響を確認するものとする。