

点検用疑似堤防（仮称）の整備検討

1. 調査目的

河川堤防の点検は年2回程度職員による目視点検を行っているが、職員の中には経験が浅く堤防等の変状を見落とす可能性があるため、事前に変状を見極めるためのスキルを養っておく必要がある。しかし、実際の堤防では変状箇所は点在していることと、変状箇所は速やかに補修されてしまうため、実際の点検の実習に活用する場がなかなか見つからない。また、若い技術者への点検技術力の伝承とスキルの向上について、研修を実施していく必要がある。

本調査は、堤防等の代表的な変状をわかりやすく再現した実物大堤防を製作する。製作にあたっては、ビオトープとして設置された箇所を利用することにより、実際に矢板の被災を想定した水辺の挺水護岸再現を行う。これらを利用し効率的な河川維持管理方法として河川維持管理データベース（R i M a D I S）等を活用した実習並びに堤防点検技術力の向上を図る。

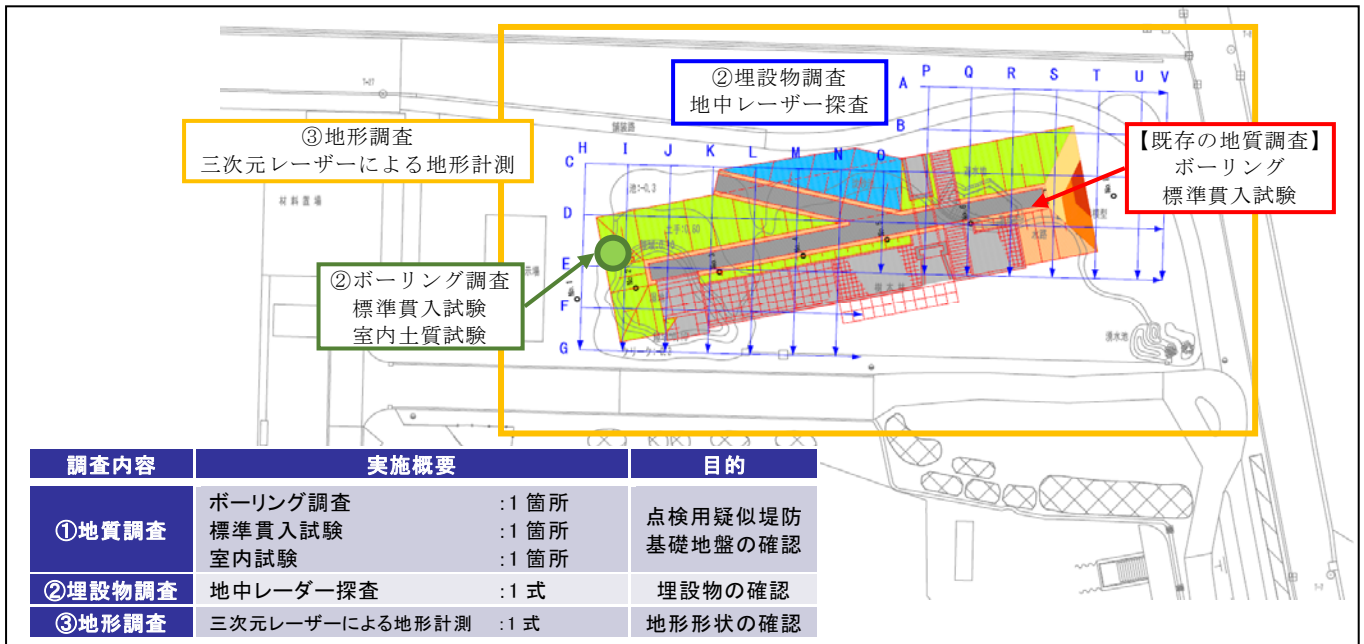
2. 調査概要

平成29年度は、「点検用疑似堤防（仮称）の利活用計画検討」、「変状箇所事例収集」、「堤防設置箇所の埋設物等調査」、「点検用疑似堤防の設計」を行った。

「点検用疑似堤防（仮称）の利活用計画検討」にあたっては、点検用疑似堤防の基本的な考え方（目的）と研修内容を整理し、変状事例収集で堤防に関する変状事例（法面、小段の亀裂・陥没、護岸のはらみだしなど）を収集・分類・分析した。また、「堤防設置箇所の現地埋設物等調査」では、施設設置予定範囲において、地中レーダ探査による埋設物調査、ボーリング調査等による基礎地質調査、三次元レーザーによる地形形状の確認調査を行った（図-2）。

これらを基に、「点検用疑似堤防（仮称）の設計」において疑似堤防に再現する変状を選定するとともに、それらを効率的に配置した点検用疑似堤防（仮称）の設計検討を行い、施設の設置工事に必要となる図面作成及び数量計算を実施した。設計にあたっては、周辺が住宅街であることを鑑み、盛り土による周辺構造物への影響及び景観への影響検討も行った。

また、再現した変状事例が、時間的経過に伴う状況の変化等を起こさないための処置等、維持管理の容易性についても検討を行った。



図－2 埋設物等調査概要図

3 調査結果

3.1 点検用疑似堤防（仮称）利活用計画の検討

(1) 課題の抽出

現在の堤防等河川管理施設の点検では、各職員が所属する河川事務所及び出張所において実地に修練することで変状の種別や程度判定、RMDISを用いた記録等の技術力を修得しており、それらは徐々に浸透、拡充しつつある。しかし、実際には経験豊富な技術員が少なく、また現場では変状が散在し、かつ程度にもバラツキがあることから、それらの種別、程度を判定し適切に記録することは容易ではない。また、全ての変状が現場で網羅的に存在するものではなく、経験のみによって技術力を深化させることも難しい。このような現状において、堤防等点検では次に示すとおり、人員不足や技術レベル向上への課題等、及び出水時・出水後のみに見られるような出現頻度の少ない変状に関する経験機会が得られないことも問題として挙げられる。

<課題>

人員不足 : 点検について経験豊富な技術員が希少

技術職員以外も堤防点検に参加

維持管理関連業務受託者（巡視員や維持工事業者）と連携

技術レベル : 知識や現場経験の差が点検精度や実施速度に影響

変状やその要因の認識不足による見落としや誤判断

個々の変状について相対的な程度判定が困難

出現頻度 : 出現頻度の少ない変状の経験機会に乏しい（出水後の漏水、噴砂、はらみ出し等）

以上に整理した課題や問題点の解決を図るため、堤防等点検の具体的な方法及び変状の識別とその要因等について、実習形式で修得できる研修施設を整備し、職員の技術力向上（スキルアップ）を図る。解決に必要な具体策を次に示す。

- ・実際の点検で行う動作（歩く、見る、計る）を体験できる
- ・管内の代表的な変状と、出現頻度は少ないが堤防機能に影響を及ぼす重要な変状について、解説できる
- ・出水後に注意すべき変状について解説できる
- ・変状の要因について解説できる
- ・変状の関連性や進行性（程度の違い）について解説できる
- ・経験レベルに合わせた研修プログラムがある

これらの具体的な方策から、研修施設の形態としては、実際の堤防と同様の変状を再現し、疑似的に堤防等点検が行えることが適切と判断される。したがって、小型の堤防を造成し複数の変状を再現した形態とする。

【対象施設】

堤防（土堤、護岸、特殊堤）

坂路（施設補修用の通路兼用）

構造物（樋管）

（２）目的の設定

疑似堤防の目的については、以下のように整理される。

堤防等河川管理施設の点検（状態把握）は、維持管理において重要であることから職員が点検技術を修得、向上（スキルアップ）させる場を確保することが必要である。『堤防等河川管理施設及び河道の点検要領』（平成28年4月：以降、『堤防等点検要領』と記す）及び『堤防等河川管理施設の点検結果評価要領』（平成29年3月：以降、『評価要領』と記す）やRiMaDISの運用により点検技術は浸透しつつあるが現場経験のみで技術力を向上させることは難しい。

疑似堤防を設置・運用することで、各変状の識別、程度判定、計測、『堤防等点検要領』及びRiMaDISに準拠した記録等を事前に演習できるようにすることで堤防等点検をより円滑かつ適切に実施できるよう支援できると考えられる。さらに、変状の識別や程度判定において、点検者の主観によるバラツキや判断の差異を最小化することにも寄与することが期待される。このような背景から、以下に示す目的を基本的な考え方として疑似堤防（研修施設）を整備し、堤防等点検に関する実務的研修によっ

て職員の技術修得及び技術向上（スキルアップ）を図るものである。

【疑似堤防の目的】

- 維持管理の重要性から職員の点検技術修得の場を確保する。
- 職員の堤防等河川管理施設の点検技術力の向上を支援する。
- 関東地方整備局内の堤防等点検評価の共通認識（参考指標）とする。

図－3 疑似堤防の目的

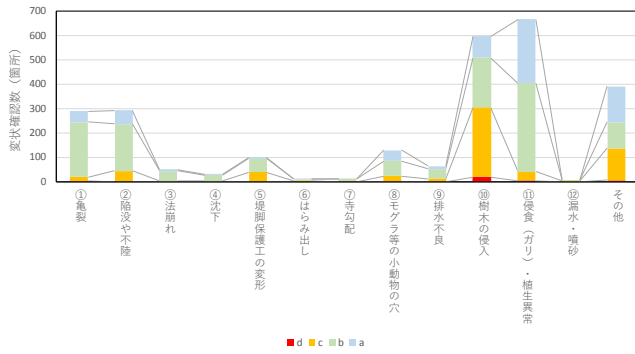
3. 2 変状箇所事例収集

堤防の不具合事例（法面、小段の亀裂・陥没、護岸のはらみだしなど）を収集し、変状の箇所・規模・形状等を分類・分析した。資料は、『堤防等河川管理施設及び河道の点検要領』に基づき関東地方整備局管内で実施された平成 28 年度出水期前の点検データを対象とした。

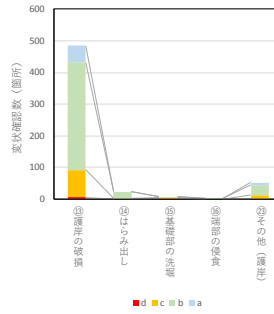
分析の結果、関東地方整備局管内で確認された変状箇所の割合は、土堤に関する変状が 73%、護岸が 17%、その他が 3%程度となり、土堤に関する変状数が最も多く報告されている。また、変状箇所別に確認された変状の傾向は以下に示すとおりである（表－1、図－4）。

表－1 変状箇所別の変状の傾向

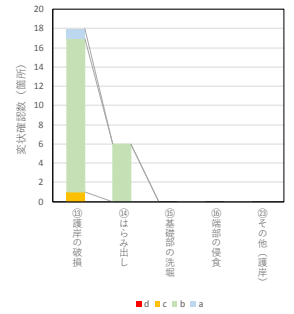
変状箇所	関東地整管内の変状傾向
土堤	<ul style="list-style-type: none"> ・ <u>樹木の侵入</u>および<u>侵食（ガリ）</u>・<u>植生異常</u>が特に多い ・ <u>亀裂</u>、<u>陥没</u>や<u>不陸</u>も相当数確認される。
護岸	<ul style="list-style-type: none"> ・ <u>護岸の破損</u>が多く、他項目はほとんど確認されない。 ・ 主な護岸破損は、陥没、亀裂、欠損、樹木の侵入、沈下、流出、破損、損傷、目地の開き、段差である。
特殊堤	<ul style="list-style-type: none"> ・ <u>護岸の破損</u>が多く、他項目はほとんど確認されない。 ・ 沈下が最も多く確認された変状であり、その他は、破損・損傷、剥離・剥落、ひび割れ等のコンクリート表面に生じる変状である。
矢板	<ul style="list-style-type: none"> ・ <u>背後地盤の沈下</u>、<u>陥没</u>、<u>笠コンクリートの変形</u>、<u>破損</u>が多数確認される。
樋門等構造	<ul style="list-style-type: none"> ・ <u>護岸の破損</u>が大半である。 ・ 点検要領の記載項目に沿った点検はほとんど実施されていない



土堤

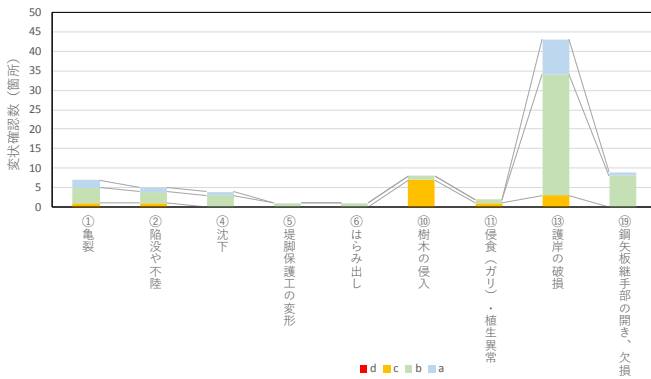


高水・堤防護岸

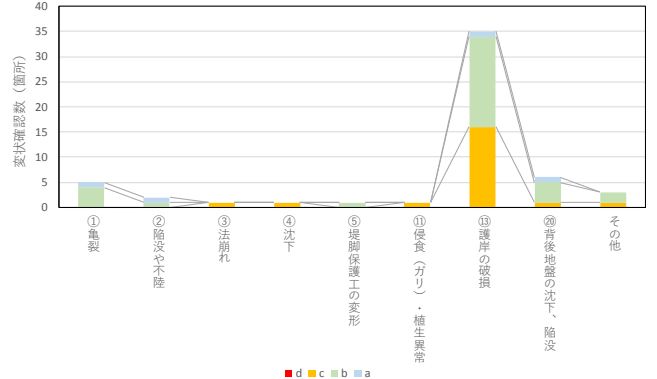


低水護岸

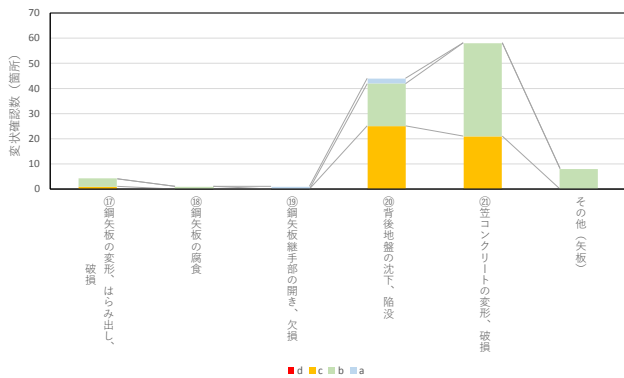
護岸



樋門周辺



特殊堤・高潮堤防護



鋼矢板

図-4 変状の確認傾向

3.3 現地埋設物等調査

埋設物調査については、2カ所において埋設管信号が確認された。付近にはマンホール（電力）があり、完成図書と比較するとほぼ同深度であることから、電力又は循環用水路の埋設管と推測できた。また、1カ所において異常信号が確認されたが、反射位相から空洞ではなく、埋設管・異物・非常に含水比の高い物質の可能性が考えられる（図-5）。実施工時に確認するものとする。

地質調査については、今回実施したボーリング箇所は表土の層厚が既存のボーリング箇所より厚く堆積しているが、それ以深の土層は概ね水平に堆積しており、N値も既存のボーリングと著しく異なっていない。このことから、設計箇所は概ね均一な土層で構成されていると推定できる。室内試験結果

からも、特異な地層は確認されない。また、地下水位は確認されず、地下水位は低く、液状化発生しないと考えられる（図-6）。

また、地形調査については、3次元レーザスキャナにより点群を観測し、職制の影響等を除去した地表面データを構築し、設計用横断面図を作成した。

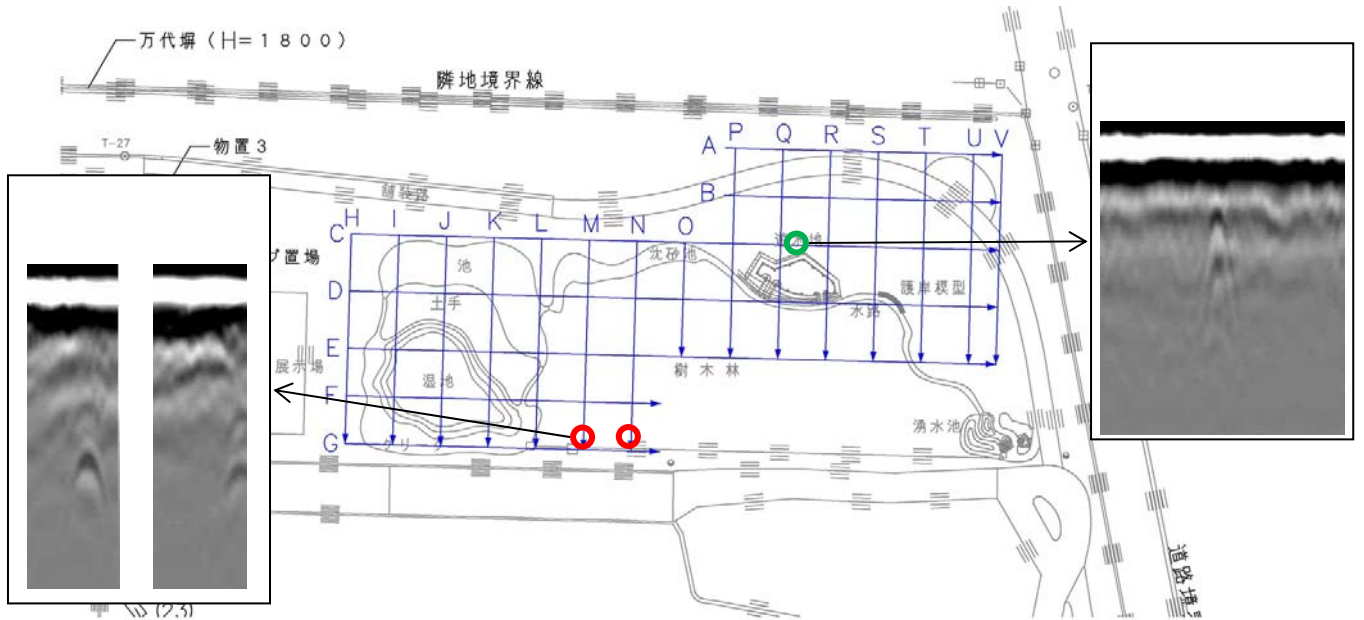
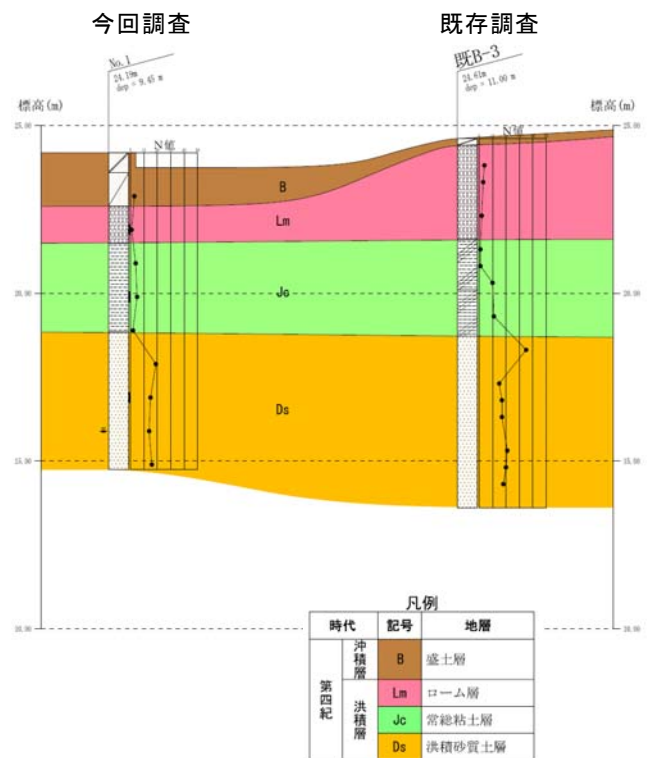


図-5 埋設物調査

標高	層厚	柱状	土質	色	相対	相対	記	孔内	標準貫入試験			
									深	打撃	N値	
(m)	(m)	(m)	図	調	調	事	水位	深	回数	貫入量	(m)	
29.50	0.60	0.60	粘土	黒茶	細	粘	細粒じり粘性土主体、 ϕ 0.05~0.1mm	1.10	1	1	3	30
29.20	1.00	1.60	粘土	黒茶	中	粘	有機質ローム主体、含水量は中位、色調均一。	1.10	1	0	1	30
29.48	1.30	2.90	粘土	黒	粗	粘	含水量は中位、粘粒は中位、 ϕ 0.1~0.2mm程度、色調均一。	1.10	1	2	5	30
28.90	2.65	5.55	砂質	黄	粗	粘	含水量は中位、粘粒は中位、色調不均一。	1.10	1	2	5	30
28.90	2.65	5.55	砂質	黄	粗	粘	5.00~5.50mm程度白色となる、5.00~5.00mm程度黒色を呈し、粘土分を含む。	1.10	0	2	2	30
28.70	0.10	0.10	砂質	黄	粗	粘	含水量は中位~多い、粘子母。	1.10	6	7	19	30
28.70	0.10	0.10	砂質	黄	粗	粘	含水量は中位~多い、粘子母。	1.10	4	5	6	30
28.70	0.10	0.10	砂質	黄	粗	粘	含水量は中位~多い、粘子母。	1.10	4	6	6	30
28.70	0.10	0.10	砂質	黄	粗	粘	含水量は中位~多い、粘子母。	1.10	4	6	6	30

地質縦断面図



室内試験結果

	資料番号	P-1-1	P-1-2	P-1-3
		(深さ)	(2.15~2.45m)	(4.15~4.45m)
一般	土粒子の密度 ρ_s g/cm ³	2.739	2.694	2.716
	自然含水比 Wn %	134.2	45.7	22.6
粒度	石分 (75mm以上%)			
	礫分 (2~75mm)%	0.0	0.0	0.0
	砂分 (0.075~2mm)%	6.9	25.1	87.5
	シルト分 (0.005~0.075mm)%	48.3	36.7	6.4
	粘土分 (0.005未満%)	44.8	38.2	6.1
	最大粒径 mm	0.85	0.85	2.00
分類	均等係数 Uc	*	*	8.41
	地盤材料の分類名	砂まじり火山灰質粘性土	砂質火山灰質粘性土	細粒分まじり砂
	分類記号	(V-S)	(VS)	(S-F)

図-6 ボーリング調査結果

3. 4 点検用疑似堤防（仮称）の検討

(1) 再現する変状・護岸

既往の被災事例より、堤防決壊に直結する重要な変状（越水、浸透、浸食、護岸倒壊、樋管周りの漏水）を抽出した上で、関東地方整備局管内の堤防で確認された変状特性と併せ、点検用疑似堤防に再現する候補を抽出した（表－2）。また、再現する護岸は、点検結果を踏まえ5タイプとした（表－3）。

表－2 再現する変状の候補案

変状箇所	変状種別	重要な変状	確認数の多い変状	再現候補案
土堤	①亀裂		○	○
	②陥没や不陸	○	○	○
	③法崩れ	○		○
	④沈下	○		○
	⑤堤脚保護工の変形			
	⑥はらみ出し			
	⑦寺勾配			
	⑧モグラ等の小動物の穴		○	
	⑨排水不良			
	⑩樹木の侵入		○	○
	⑪侵食（ガリ）・植生異常	○	○	○
	⑫漏水・噴砂	○		○
護岸	⑬護岸の破損	○	○	○
	⑭はらみ出し	○		○
	⑮基礎部の洗掘	○		○
	⑯端部の侵食	○		○
樋門・樋管	⑰周辺堤防のクラック、緩み、取付護岸のクラック	○	○	○
	⑱函体底版下等の空洞化	○		○
	⑲函体等の破損		○	○
	⑳継手の変形、破断			
	㉑門柱等の変形、破断		○	○
	㉒函体内の土砂堆積			
	㉓函体の過大な沈下			
特殊堤・高潮堤防	㉔本体の破損		○	○
	㉕接合部の変形・破断		○	○
鋼矢板護岸	㉖鋼矢板の変形、はらみ出し、破損			
	㉗鋼矢板の腐食（サビ、孔、肉厚の減少）			
	㉘鋼矢板継手部の開き、欠損			
	㉙背後地盤の沈下、陥没		○	○
	㉚笠コンクリートの変形、破損		○	○

表－3 再現する護岸（案）

護岸形式	選定理由
○張りブロック形式 張りブロック	変状発生量が最も多く、変状の種類も多様 従来では一般的に用いられており、最も多い護岸形式である。
大型張りブロック	間知ブロックの施工性を改善するため、近年採用事例が増加している形式 （今後増加することも想定される）
○法枠	張りブロックとは構造が異なり、法枠とコンクリートによる構成される形式 沈下の発生割合、健全度Cの割合が比較的高い。
○覆面土ブロック	点検時に見落とす可能性が高い（護岸台帳等を確認しないと構造が確認できず、 研修内容が多様になることも期待される）

(2) 基本形状、配置

基本形状及び配置は以下のとおりである。

表-4 基本形状・配置

①延長	50m	<ul style="list-style-type: none"> 各護岸形式の基本延長は、護岸ブロックの寸法および健全部・非健全部の割付から設定する。そのため、単位幅を5mとし、前節で抽出した護岸形式を採用する。 樋管周辺護岸の変状を再現するため、樋管上下流に条件護岸区間(各5.0m)を設ける。 	
②横断形状	天端幅	3m	<ul style="list-style-type: none"> 構造令上の最小天端幅及び管理用通路の最小幅として3mとする。
	盛土高	3m	<ul style="list-style-type: none"> 樋門の内空高は利用を踏まえ2mとし、土被りを確保するため、3m程度の高さとする。
	法面勾配	1:2.0	<ul style="list-style-type: none"> 堤体が均一な材料であることから、河川管理施設構造令に示される上限値である50% (2割) とする。
③平面配置	下図	<ul style="list-style-type: none"> 敷地外からは盛土の圧迫感や景観に影響等に配慮し、用地境界から離隔を取る。 盛土による地盤変異の影響を周辺家屋や外壁等影響を与えないため、離隔を取る。 通常時の敷地内の移動等を踏まえ、既設の道路や歩道は存置し、有効活用を図る。 	

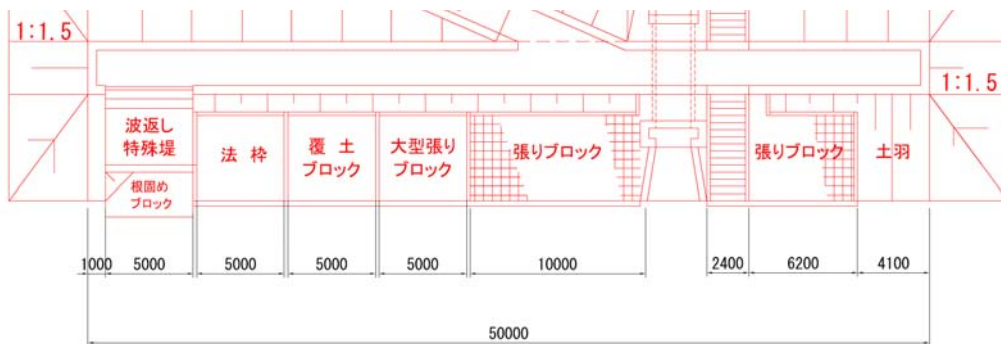


図-7 護岸の配置

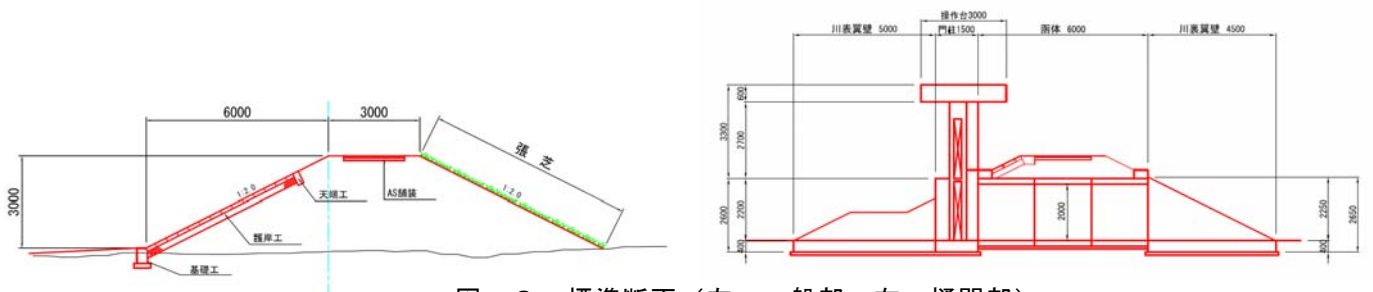


図-8 標準断面 (左:一般部、右:樋門部)

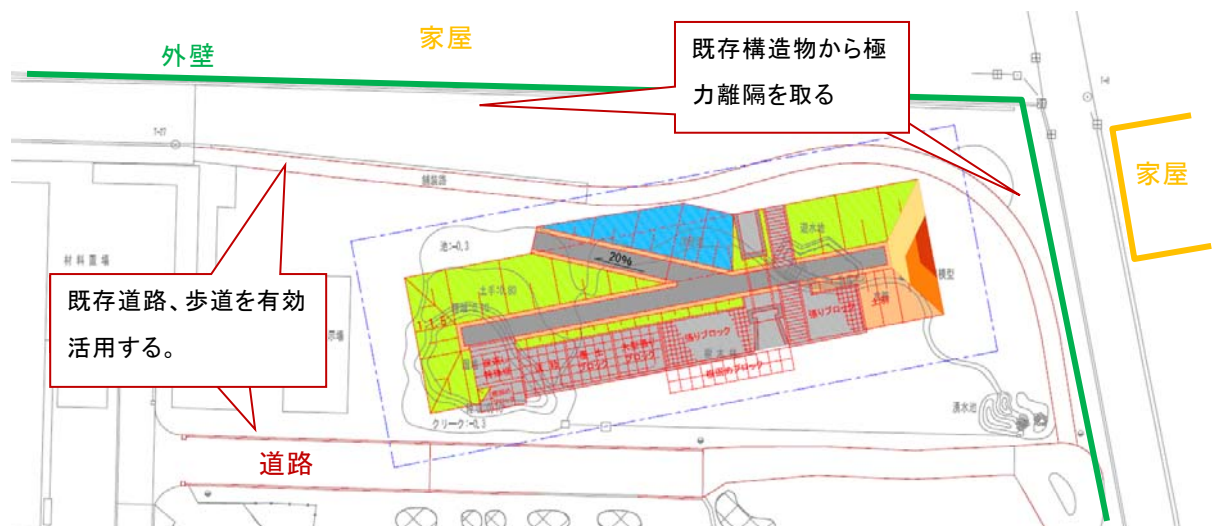


図-9 堤防配置

(3) 変状レイアウト例

変状の配置について、張ブロック区間の例を示す。

抽出した変状を配置するにあたっては、構造物の特性と変状の関連性を考慮することとした。張りブロックは最も汎用性があり、関東地方整備局管内においても幅広く使用されている護岸である。そのため報告される変状の種別も多いが、それらの変状ごとにランク b・c を再現することは研修時の説明が煩雑になることが懸念された。したがって、樋門下流側を変状ランク b 主体で、樋門上流側を変状ランク c 主体で再現し、区間ごとに変状ランクを再現することとした。さらに、変状の関連性より、3 グループの変状をランク b・c の区間に分けて再現することとした。

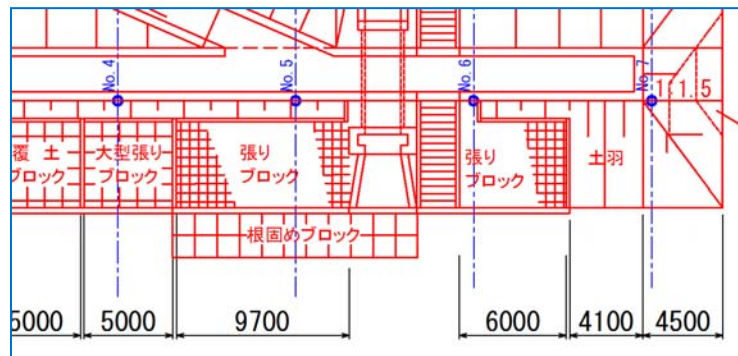


図-10 張りブロック区間の変状配置例

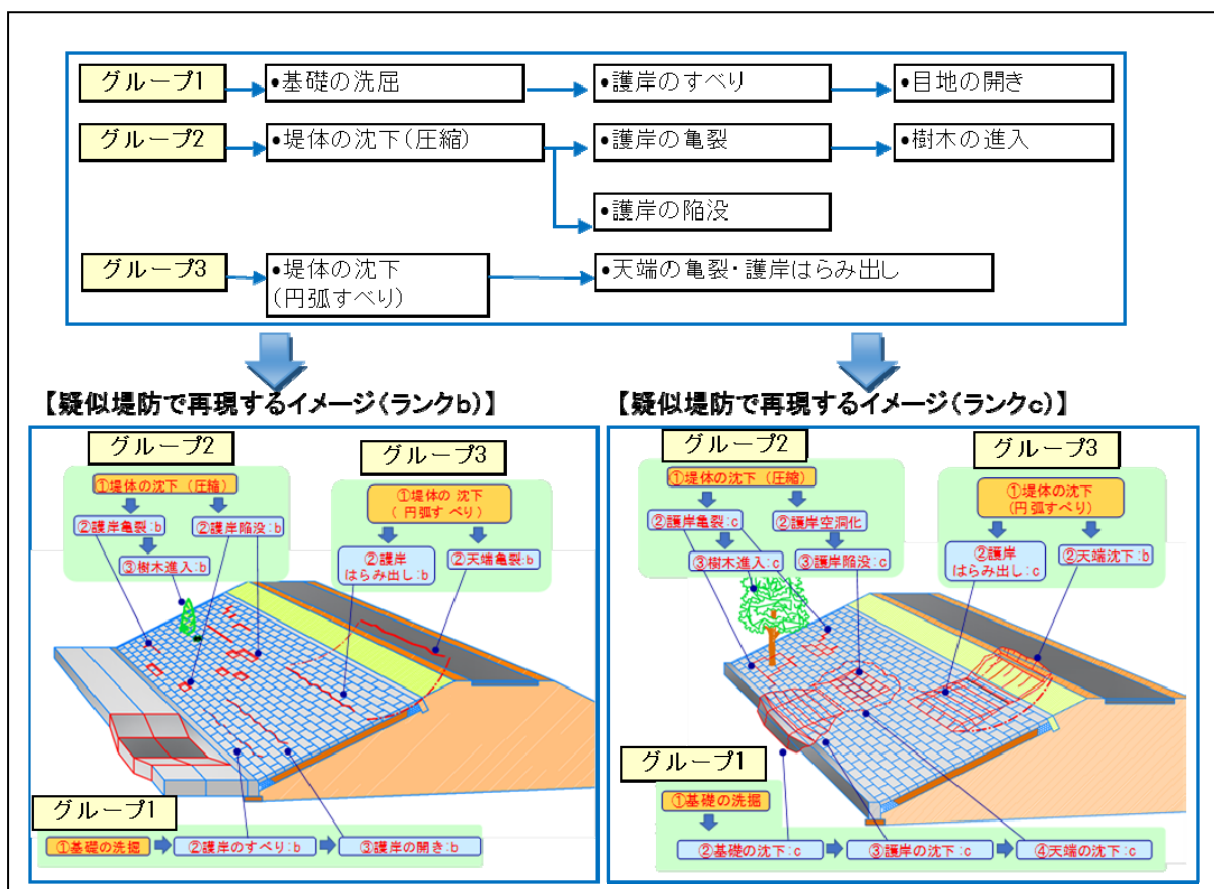


図-11 張りブロック区間で再現する変状連鎖一覧

3. 5 周辺構造物への影響検討（盛り土影響・景観影響）

ボーリング調査結果を踏まえ疑似堤防構築に伴う近隣家屋・外構施設（ブロック塀）への影響を①盛土のすべり破壊による影響範囲の把握と②『道路土工 軟弱地盤対策工指針』に示される影響範囲による評価した。なお、近接する構造物との最小離隔は、7.8m である。

評価の結果、疑似堤防構築による影響範囲は 6.0m 程度と推定され、周辺構造物への影響は生じないと考えられる。

①円弧すべり法による盛土破壊時の影響範囲：法尻から最大 5m 程度 < 7.8m OK

②『道路土工 軟弱地盤対策工指針』に示される影響範囲による評価：法尻から 6m < 7.8m OK



図-12 疑似堤防と周辺構造物の離隔

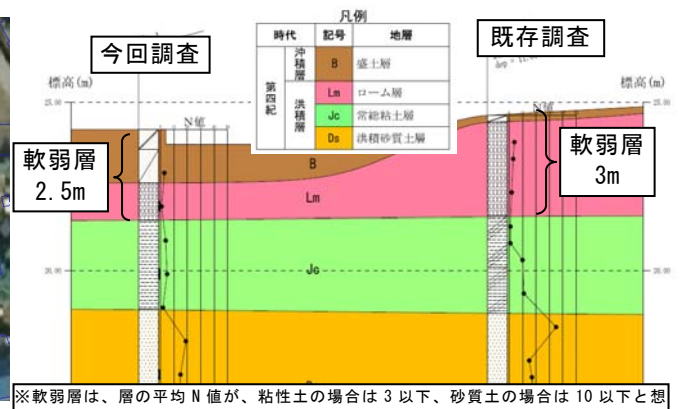


図-13 基礎地盤と軟弱層

景観検討より、次の事項が確認されたため、疑似堤防は敷地境界から極力離隔を確保する。疑似堤防の築堤高は 3.0m 程度であり、現況の外壁より高くなるため、関東技術事務所敷地内からの周囲の視野範囲が広がることとなる。

民地側からも現況の外壁より高い疑似堤防ができることで圧迫感等を感じる可能性があり、極力敷地境界から点検用疑似堤防（仮称）を離し、視界に入らないようにすることが必要である。



図-14 疑似堤防の配置イメージ（左：北側より、右：南側より）

4. 今後の計画

平成30年度は、基本設計をもとに、第1期施工の実物大の堤防作成として盛り土を行い、樋管函体・翼壁について不具合の再現、調整を行う予定である。また、研修に用いることを目的として、再現した不具合の進行予測や応急対策事例を解説するテキストを作成し、実践に役立つ解説、深掘りした補足を取り入れる。これにより、研修の生産性を上げることが期待できると考えている。作成した堤防において、R i M a D I Sを用いた堤防点検等のデモンストレーションを実施し、現場に求められる利活用の方向性について検討していく予定である。

今後も、再現した不具合等を活用する課程で、現場に求められる成果を確認し活かすことで、引続き整備検討を行っていく必要がある。

担当課 維持管理技術課