

樋門等構造物周辺堤防詳細点検要領

平成24年5月

国土交通省水管理・国土保全局治水課

目 次

I. 点検の目的	1
II. 本点検要領の位置づけ及び方針	2
III. 詳細点検要領	5
1. 詳細点検要領の構成	5
2. 既存点検資料の整理	6
3. 重要点検箇所台帳作成要領	7
4. 外観観察要領	17
5. 函内観察要領	26
6. 連通試験実施要領	35
7. 専門家による所見表	64
8. 地震後の点検におけるポイント	66

I. 点検の目的

河川堤防は、洪水防御の根幹的施設であり、水門・樋門等河川堤防を横断して設けられる構造物周辺堤防においても十分な安全性を確保する必要がある。しかし、樋門等構造物周辺堤防は、連続した堤防に比べ、材料が異なる構造境界面を有することから長期にわたり安定的に密着させることが難しく、空洞などが形成され、洪水に対して弱点となる場合がある。

特に、基礎地盤が軟弱な箇所では、支持杭基礎を用いて設置された構造物が多く、重量や剛性等が異なるため構造物とその周辺堤防において不同沈下が生じ、構造物周辺でゆるみや空洞が生じやすい。また、構造物周辺に生じるゆるみや空洞は進行性を有しており、グラウト注入等の対策を実施しても、その後の沈下継続により空洞の再発が確認された事例もあり、継続的に日常的な維持管理、点検、補修などの対応を実施していくことが重要である。

本点検要領は、「堤防等河川管理施設及び河道の点検要領」（平成 24 年 5 月、国土交通省水管理・国土保全局河川環境課）による既設の樋門や水門等の構造物周辺堤防の点検結果を踏まえた詳細点検について定めたものである。ゆるみや空洞は進行性の現象であることを認識し、これまでの経験と現時点における技術的知見に基づく詳細な点検を堤防沈下の進行状況を踏まえて効率的かつ効果的に実施することで、既設樋門等周辺堤防の安全性を客観的に評価し、必要に応じて対策を講じ、一連堤防と同等の安全性を確保するよう努める必要がある。

II. 本点検要領の位置づけ及び方針

既設の樋門・水門等構造物周辺堤防の詳細点検の位置づけおよび流れを図-1 に示す。構造物周辺堤防の漏水現象は複雑なメカニズムを有しており、詳細点検にあたっては、信頼性の高い点検・診断を効率的に行うため、空洞化についての知識や経験を有した専門家による現地診断を基本とし、処置判断は専門家の助言を得ながら適切に行うものとする。

また、河川管理者及び施設管理者は図-1 に示すように「堤防等河川管理施設及び河道の点検要領」（平成 24 年 5 月、国土交通省水管理・国土保全局河川環境課）に基づいた目視点検結果および定点観測結果を踏まえて、図-2 に示すように樋門・水門等の構造物およびその周辺堤防の外観調査、函内調査を行い、必要に応じて連通試験等の調査を実施するものである。調査結果は、既存の資料とあわせて重要点検箇所台帳として整備・活用するものとする。なお、地震後の点検については別途通知（直轄河川に係る地震発生時の点検について：平成 21 年 2 月 27 日国河治保第 6 号）によるが、具体の点検事項については「堤防等河川管理施設及び河道の点検要領」（平成 24 年 5 月、国土交通省水管理・国土保全局河川環境課）および本要領を参考とすることができる。

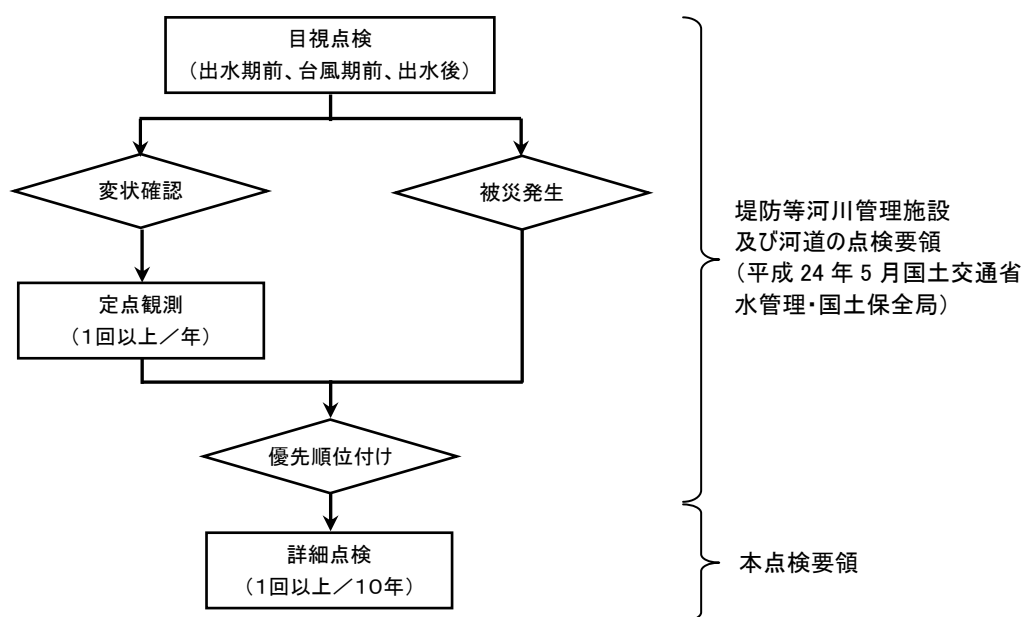


図-1 構造物周辺堤防の点検のフロー

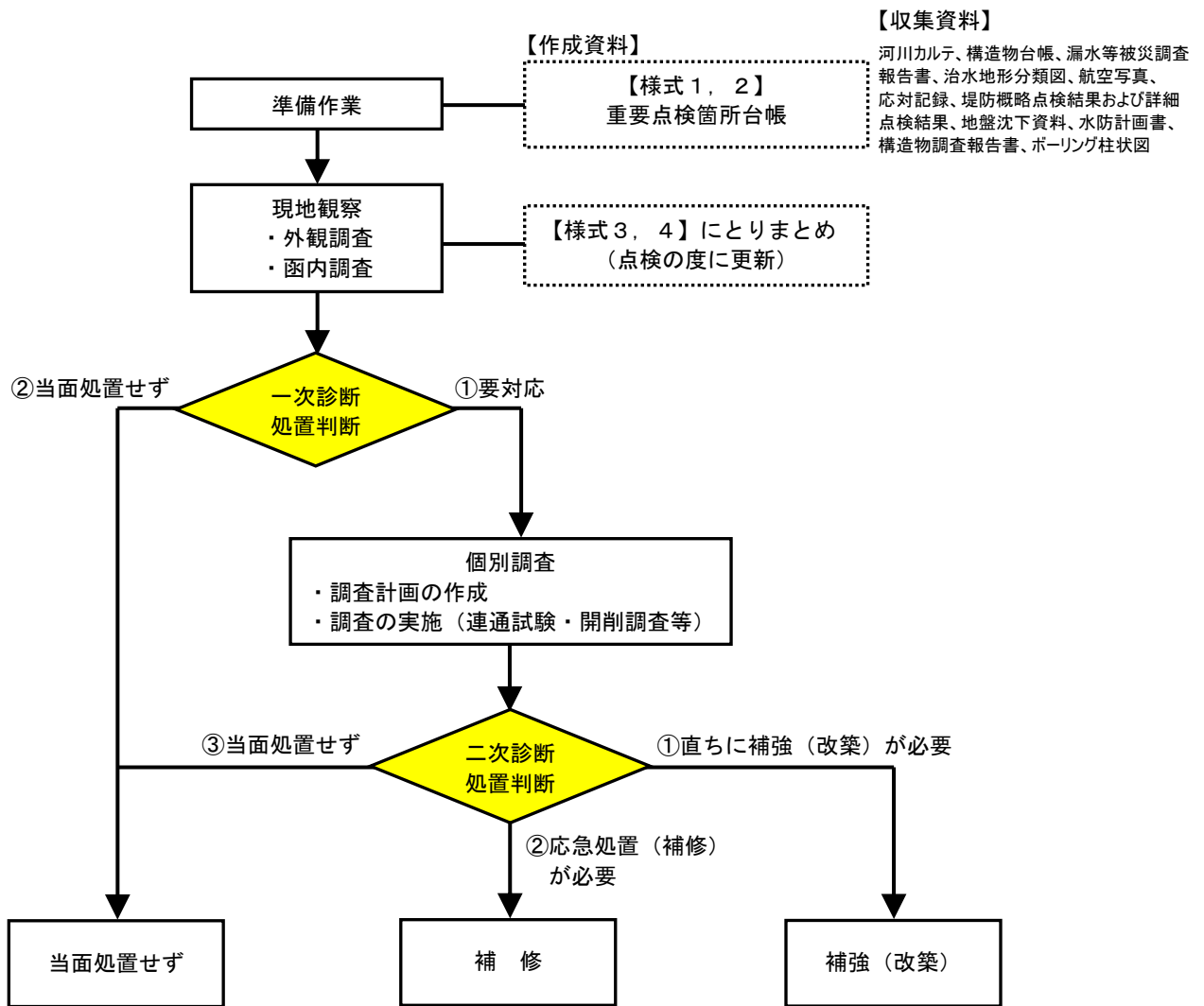


図-2 構造物周辺堤防の詳細点検のフロー

樋門等構造物周辺堤防詳細点検 実施フロー図 説明

<準備作業>

- ・河川カルテ等に記録された既往の目視点検および定点観測結果を踏まえて、詳細点検前までに生じた変状履歴を整理する。作成にあたっては、あらかじめ構造物台帳、漏水等被災調査報告書他の資料を収集整理しておく。(資料項目は実施フロー図中に示す)

<現地観察>

- ・「外観観察要領」、「函内観察要領」に基づいて、外観観察記録表(様式-3)、函内観察記録表(様式-4)を作成する。ただし、函内観察は大がかりな排水設備を必要とする場合においては省略することができる。

<一次診断> (現地診断)

- ・専門家とともに現地観察を行い、重要点検箇所台帳、外観観察記録表、函内観察記録表を参考にして当該構造物周辺堤防の診断を行い、所見表(様式-5)を作成する。これらに基づいて、当該構造物を以下の2種に分類する。(処置判断)
 - ① 要対応(調査も含む)
 - ② 当面処置せず

<個別調査>

- ・上記の処置判断によって①要対応と判断された構造物周辺堤防について、必要に応じて専門家の指導を受け、調査計画を作成する。
- ・河川管理者は、調査計画、連通試験実施要領他に基づいて調査を実施する。

<二次診断>

- ・実施した調査結果を受けて専門家による二次診断を行う。これに基づいて当該構造物周辺堤防を以下の3種に分類する。(処置判断)
 - ①直ちに補強(改築含む)が必要
 - ②応急処置(補修)が必要
 - ③当面処置せず

分類にあたっては、必要に応じて専門家の指導を受ける。

<点検結果の利用>

- ・前記の処置判断結果を受けて、補強計画、補修計画を作成し、適切な対策を実施する。この場合、必要に応じて専門家の指導を受ける。

Ⅲ. 詳細点検要領

1. 詳細点検要領の構成

本詳細点検要領は以下の内容から構成される。

① 既存点検資料の整理

河川カルテ等に記録されている既往の目視点検および定点観測結果より、構造物およびその周辺堤防の変状履歴を整理し、整理した結果を元に重要点検箇所台帳（様式－２）を更新する。

② 重要点検箇所台帳作成要領

重要点検箇所台帳は、構造物台帳等の既存資料から、点検箇所の構造諸元などの基礎的データを様式－１，様式－２に整理するものである。

③ 外観観察要領

樋門等構造物の外観観察は、構造物、堤体および護岸の変状状況を外部から観察するものである。観察結果は様式－３に記入する。

④ 函内観察要領

樋門等構造物の函内観察は、樋門内部から構造物の全体および壁面の個々の部位の変状状況を観察するものである。観察結果は様式－４に記入する。

⑤ 連通試験実施要領

樋門等構造物の連通試験は、底版下および底版周辺に注入した水の動きから構造物周辺地盤の空洞状況、水みちの連続性などを確認する試験である。試験結果は、時間～水位曲線等の図表にまとめる。

2. 既存点検資料の整理

直轄河川における水門・樋門等の堤防機能を有する堤防横断構造物は相当数あり、効率的・効果的な構造物周辺堤防の詳細点検を実施するためには、既往の資料を整理し、計画的な点検作業に努めることが重要である。

そのため、詳細点検を実施する毎に、構造諸元、被災履歴、工事履歴等が示されている重要点検箇所台帳やこれまでの目視点検・定点観測結果がとりまとめられている河川カルテ等の資料を有効活用し、効率的・効果的な詳細点検を実施するための基本的な資料を整理する。整理した結果を元に重要点検箇所台帳（様式－２）を更新する。

統廃合や改築、新設に伴い重要点検箇所台帳が作成されていない場合には、3. に示す要領に基づき、作成するものとする。

3. 重要点検箇所台帳作成要領

3.1 目的

重要点検箇所台帳は樋門、水門等の堤防機能を有する堤防横断構造物の構造諸元、被災および工事履歴などを整理して、樋門等構造物周辺堤防点検の基本的な資料とすることを目的とする。

3.2 重要点検箇所台帳の構成

重要点検箇所台帳は以下の内容から構成される。

様式－１は最初に作成した後は、樋門の改築等がない限り更新することはない。**様式－２**は履歴等を記入することから、記述を追加していくものである。

・ **様式－１** <基本諸元および構造物断面図>

当該樋門の施設名、完成年月、構造などの基本的なデータを記入するものであり、これらのデータは樋門の改築等がなければ不変のものである。改築等があった場合は台帳を追加し、常に、現在の樋門の構造・形式等がわかるように整理しておくものとする。なお、基本諸元等のデータは河川維持管理データベースと共有する。

・ **様式－２** <被災および工事履歴、調査記録等>

当該樋門が過去に受けた外力や被災、あるいは工事や調査などの履歴を経時的に記入するものである。従って、定期的に被災記録等を追加記述し、更新していくものとする。

3.3 参考とする資料

重要点検箇所台帳の作成に当たっては以下の資料が参考となる。

- ・ 河川カルテ
- ・ 構造物台帳
- ・ 治水地形分類図
- ・ 航空写真（洪水時）
- ・ 応急対策記録
- ・ 工事箇所位置図および工事報告書
- ・ 堤防概略点検結果および詳細点検結果
- ・ 河川管内図
- ・ 河川地形図（1/1000, 1/2500, 1/5000）
- ・ ボーリング柱状図
- ・ 地盤沈下資料（広域地盤沈下資料、堤防縦横断測量結果）
- ・ 水防計画書
- ・ 構造物調査報告書
- ・ 漏水等の被災調査報告書

3.4 項目毎の記入要領

3.4.1 基本諸元に関するもの（様式－1.1）

- ①施設名、施設区分、種別、完成年月、目的、水系名、河川名、管理事務所・管理者、担当出張所、位置

これらについては構造物台帳等から記入する。なお、排水機場につながっている場合は必ず「・・・排水機場樋門（管）」とすること。また、全面改築を行っている場合は改築年を完成年とする。

- ②設置個所の微地形区分

堤防周辺での過去の漏水箇所を見ると、旧河道部で見られるような透水性地層の存在や落堀に分布する地下水位が高く緩んだ地層の存在が漏水の引き金となっていることが多く、漏水危険度を検討する上で微地形は重要な資料である。

設置個所の微地形区分は治水地形分類図から記入するが、治水地形分類図が無い場合は旧地形図等から判断して記入する。

- ③建設時の施工状況、施工関係者

樋門周囲の空洞やゆるみの発生原因には、樋門の構造形式のみでなく、建設時の施工方法が関連していることが考えられる。

特に、施工基面への栗石・砕石・砂敷均しや埋め戻し時の転圧不足などは、建設後に水みち発生の誘因となることも考えられることから、可能な限り、建設当時の施工状況を聞き取りによって確認するものとする。

- ④埋め戻し高

施工直後の底版から堤防天端までの高さを記入する。併せて、底版から現況堤防天端までの高さを示す。

- ⑤本体、門扉構造

構造物台帳および設計図面等から記入する。

- ⑥本体基礎

底版下に空洞が発生する樋門の多くは、基礎形式に支持杭を用いている場合が多い。これは、周辺地盤が沈下するのに対して、杭で支持された樋門本体は沈下がほとんどないため、相対的な抜け上がりによるものである。樋門の点検において本体基礎に関する情報は最も重要である。

本体基礎に関する記入は構造物台帳や設計図面などから行う。

樋門の改築、継ぎ足しなどが行われ、基礎形式が変更されている場合は、施工された全ての基礎形式の内容を施工年と共に記入する。

- ⑦しゃ水矢板・設置個所

しゃ水矢板の有無や設置範囲は、樋門底版下の空洞化を推定したり、その後の調査計画を検討する際に極めて重要な情報となる。

しゃ水矢板の水平方向設置範囲は、昭和48年の「樋門・樋管設計指針（案）」では底版幅の内側としていたが、昭和60年の「河川砂防技術基準（案）設計編」では壁体側方に拡張することとされた。

しゃ水矢板に関する記入は構造物台帳や設計図面などから行う。箇所数は、川表水

叩き前面から川裏水叩き前面の間の設置個所数を記入する。

⑧取付護岸

取付護岸に関する記入は構造物台帳や設計図面などから行う。

⑨位置図、ボーリング柱状図

位置図は縮尺 1/2500 程度の地形図とし、樋門周辺を含んだ範囲とする。

ボーリング柱状図は樋門設置時のものが望ましいが、データの無い場合は近傍のデータで代用する。柱状図には、孔口標高、地層境界深度、土質名、N値を記入することを原則とする。

3.4.2 構造物縦断面図、平面図、横断面図（様式-1.2）

これらには設計図面等を用いる。図面作成年を記載する。

改築や継ぎ足しが行われている場合は、可能な限り、該当する施工時の図面を貼り付ける。

3.4.3 被災および工事履歴、調査記録等（様式-2.1）

樋門周囲の空洞化や水みちの連続性の状況、これによる漏水危険度などを把握するためには、樋門周辺の過去の被災状況、復旧工事の内容、構造物調査の内容、応急対策の経緯などを知る必要がある。

施設完成後の被災、応急対策、工事の履歴を年代順に記入する。

①被災履歴

樋門周辺の過去の被災状況については、洪水による高水・高潮・地震などの被災原因、漏水・クラック発生・陥没等の被災内容、および被災個所と被災の程度を記入する。

被災履歴に関する記入は構造物台帳、漏水等被災調査報告書などから行う。

なお、現樋門が改築されたものであり、旧樋門が被災を受けている場合は、その内容を記入する。

②応急対策記録

昭和 50 年から開始された応急対策事業においては、構造物の安全性に関する各種の項目を順次取り上げ、対策を行ってきた。さらに、平成 5 年にはそれまでの項目を再度見直し、必要に応じて追加対策が行われた。

応急対策記録では、A（護岸等設置）・B（空洞化）・C（小口径）・D（浸透路長）・E（施設機能）の別および応対点検ランクを記入する。

③工事履歴

工事履歴の記入に際しては、特に、樋門設置前からの築堤履歴を明らかにすることが、樋門の抜け上がりに直結する圧密沈下の進行を推定する上で重要である。

従って、工事履歴は樋門の工事のみでなく、周辺堤防の築堤開始からの履歴も記入することが望ましい。ただし、応急対策工事は除くものとする。

工事の内容は、樋門に対する工事と周辺堤防に対する工事とに分けて記入する。

樋門に対する工事は、グラウト充填・修復整形・護岸張り替え・矢板打設等の位置や数量を記入し、周辺堤防に対する工事は、嵩上げ・腹付け・堤内地盛土等の位置や数量を記入する。

工事履歴に関する記入は構造物台帳、工事箇所位置図、工事報告書などから行い、工事内容のわかる図面を添付するものとする。

④既往外力

構造物の受けた既往外力の大きさや継続時間の履歴を知ることが、将来の被災予測の重要な参考資料となる。ただし、構造物周囲の変状は進行性であることから、必ずしも既往最大外力までは安全であるとはいえないことに注意する必要がある。

ここでは、警戒水位以上の履歴を対象とし、時間的に連続して警戒水位を越えたときの最高水位と継続時間を水位記録から記入する。

また、1洪水で一時的に警戒水位を下回る（いわゆる2山洪水）場合は、警戒水位以上の延継続時間を用いる。

なお、同一年に2回以上の履歴がある場合も全てを記入する。

⑤沈下記録

地下水採取等に起因する広域地盤沈下量と堤防天端沈下量を比較することにより、築堤に起因する沈下量とその進行状況を把握できる。

沈下記録は樋門完成後の毎年の沈下量を記入するものとするが、毎年の沈下記録が得られない場合は、観測期間と共にその間の沈下量を記入する。

沈下記録に関する記入は広域地盤沈下資料、堤防の縦横断測量結果などから行う。

⑥水防点検記録

樋門周辺での、主に漏水に関する危険箇所を確認するために、通常出水期前の水防点検結果を水防計画書などから記入する。

⑦構造物調査記録

構造物調査は抜け上がり、陥没など、何らかの変状発生時に、変状原因の究明と対策工検討を目的として行われることが多いことから、現況の樋門の変状実態を把握するための資料として重要である。

調査記録は応急対策のための点検を除き、目的、方法、および結果の概要を記入する。目的は、実態把握・原因検討・対策工検討などを記入し、方法は、外観観察・函内観察・連通試験・開削調査などの位置や数量を記入する。

構造物調査記録に関する記入は構造物調査報告書等から行う。

⑧その他

樋門周辺堤防（当該樋門を挟み数百mの区間）に対し、「河川堤防の浸透に関する概略点検について」（平成8年、建設省治水課）にもとづいて作成した相対評価ランク（A,B,C,D）を記入すると共に、平面図および縦断面図を添付する。

3.4.4 補修あるいは工事等の図面（様式-2.2）

補修あるいは工事の位置・内容のわかる図面を**様式-2.1**と対比させて貼り付ける。河川堤防の浸透に関する概略点検結果平面図、縦断面図を添付する。

様式-2.1, 様式-2.2 に記載された内容から当該構造物の現状の漏水安全度を検討するための、まとめ方の例をイメージとして図-3 に示す。

作成年月	年 月 日	整理番号
河川名	; 施設名	

<基本諸元>

施設区分	河川管理施設・許可工作物	水系名	河川名
種別	樋門・水門	管理事務所・管理者	
完成年月	年 月	担当出張所	
目的	用水・排水・用排水・その他	位置	地先
排水機場との接続	あり・なし	キロ程	左・右岸 K
設置個所の微地形区分	旧河道・落堀・旧川締め切り部・その他()		
建設時の 施工状況	湧水状況および排水方法		
	施工基面の処理方法		
	埋め戻し材料および方法		
施工関係者		埋め戻し高	施工直後 m: 現況 m

本 体	構造	RC・ヒューム管・柔構造	本体 基礎	支持形式	杭・直接・ケーソン
	寸法(m)	(高さ) (幅) (長さ) (連数)		杭種別	木・RC・PC・鋼管
	底版厚さ	mm	しゃ水 矢板 設置 箇所	径・長さ	径 mm、長さ m
	計画敷高	標高 m		底版との結合	あり・なし・不明
グラウトホールの 有無・位置	あり・なし・不明 底版のみ・底版と側壁	側方への拡張		あり・なし・不明	
門扉構造	引上げ式ローラーゲート・引上げ式スライドゲート・フラップゲート・マイタゲート(観音扉)				
取付 護岸	のり覆工	コンクリートブロック張・石張・コンクリートのり枠張・その他()			
	延長(m)				

位置図(ボーリング位置も記入のこと)	ボーリング柱状図 (別添でも可)
--------------------	---------------------

原版はA3版

構造物縦断面図・平面図・横断面図

原版はA3版

（サイズが大きくて台帳に貼れない場合は別紙でも可）

作成年月	年 月 日	整理番号
河川名	; 施設名	

<被災および工事履歴、調査記録等>(記入しきれない場合は用紙を追加すること)

被災および工事履歴	種別(○印または記号を記入)			時期 (古い順に記入)	被災原因および内容 <small>記入例(原因)洪水・高潮・地震(内容)漏水・クラック・陥没</small>	補修あるいは工事の内容(図面がある場合は様式-2.2に添付すること)				対応点検ランク A, B, C	
	被災	¹⁾ 対応	工事			記入例:(補修・対策工)グラウト・修復整形・護岸張り替え・矢板打設:(堤防工事)嵩上げ・腹付け・堤内地盛土					
				年 月	(原因) (内容)						
				年 月	(原因) (内容)						
				年 月	(原因) (内容)						
				年 月	(原因) (内容)						
				年 月	(原因) (内容)						
				年 月	(原因) (内容)						
既往外力 <small>(樋門施工後の近傍の観測地点 ()での水位)</small>		計画高水位 (標高 m)	観測地点の警戒水位 (標高 m)	完成から後に警戒水位を越えた時の水位の記録(古い順に記入)							
				年 月 日	年 月 日	年 月 日	年 月 日	年 月 日	年 月 日	年 月 日	
				最高水位(標高 m)							
				継続時間							
沈下記録	周辺堤防の沈下(観測位置:)		広域地盤沈下(観測位置:)		水防点検記録	点検年月	異常箇所の有無・内容	住民からの報告			
	期間(古い順に記入)		沈下量(cm)	期間(古い順に記入)		沈下量(cm)	年 月				
	年 月	年 月	(月間)	年 月		年 月	(月間)				
	年 月	年 月	(月間)	年 月		年 月	(月間)				
	年 月	年 月	(月間)	年 月		年 月	(月間)				
	年 月	年 月	(月間)	年 月		年 月	(月間)				
	年 月	年 月	(月間)	年 月		年 月	(月間)				
構造物調査記録	調査年月	調査目的	調査方法			調査結果の概要					
点検箇所の重要水防箇所ランク 重要度A・指定されず		樋門を挟む区間(K ~ K)が重要水防箇所の場合の種別・重要度 (種別)堤防高・堤防断面・法崩れすべり・漏水・水衝洗掘 (重要度)A, B				堤防の浸透に関する概略点検ランク A ・ B ・ C ・ D			点検実施年 年		

1) A(護岸等設置)・B(空洞化)・C(小口径)
D(浸透路長)・E(施設機能)

(本台帳とは別に右の資料を整理しておくこと)

・構造物台帳 ・治水地形分類図 ・対応記録 ・工事記録 ・堤防概略点検結果および詳細点検結果 ・河川管内図
・河川地形図 ・ポーリング柱状図 ・地盤沈下資料 ・水防計画書 ・構造物調査報告書 ・漏水等被災調査報告書
・河川カルテ(定点観測記録含む)

原紙はA3版

補修あるいは工事の位置・内容を示す図面，浸透に関する概略点検の図面その他様式-2.1に関わる図面

原版はA3版

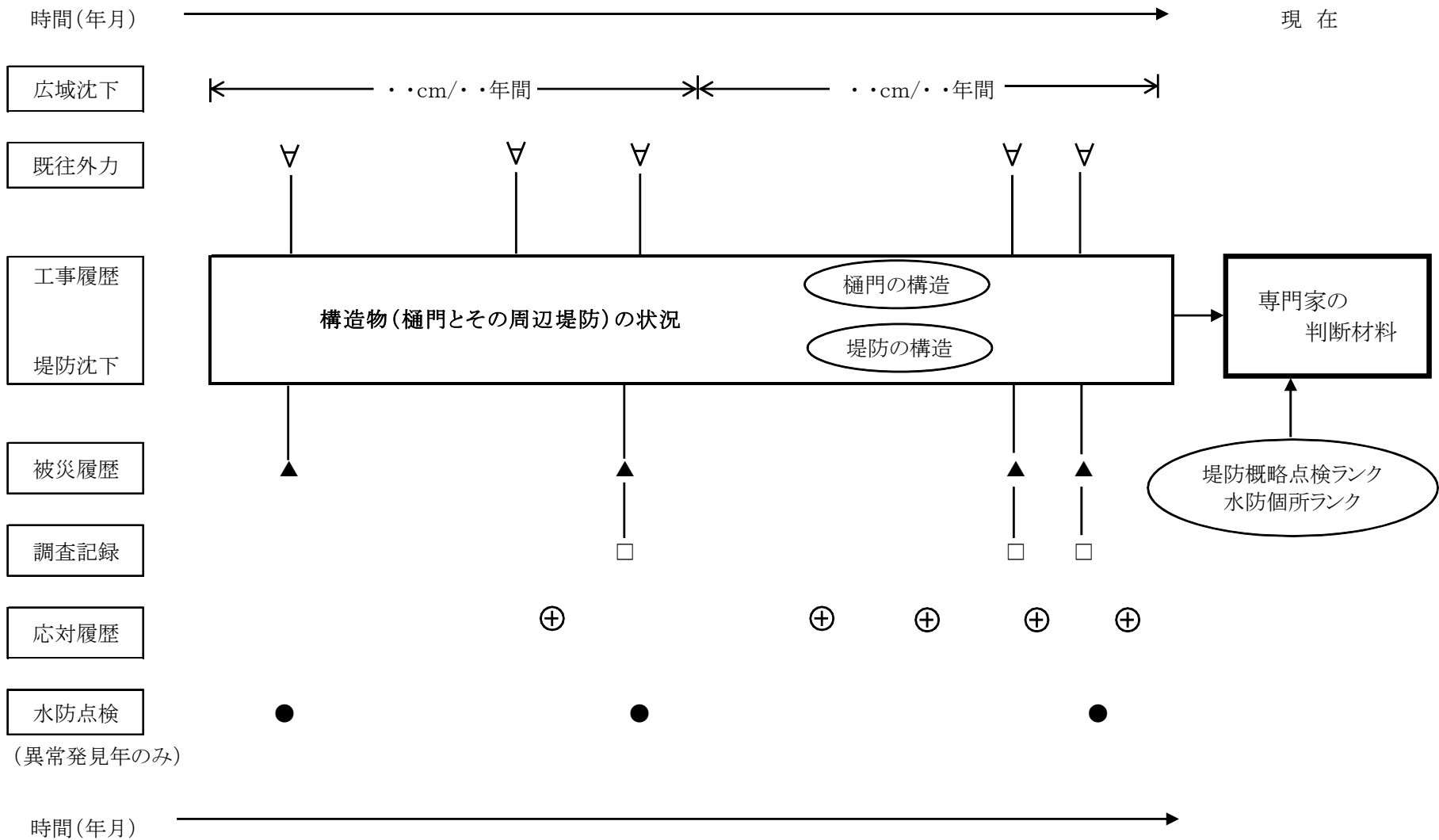


図-3 様式-2.1, 様式-2.2 のまとめ方のイメージ

4. 外観観察要領

4.1 目的

詳細点検における外観観察は、目視点検および定点観測結果を踏まえ、構造物、堤体および護岸の変状状況を外部からより詳細に観察することにより、樋門等構造物周囲の空洞やゆるみの有無等を確認あるいは推定することを目的として行う。外観観察は全ての樋門を対象とする。

なお、詳細点検を出水期前（融雪出水のある地域においては融雪出水前）の目視点検と同時期に実施する場合においては、出水期前（融雪出水前）点検を省略することができる。また、開削調査については、「河川堤防開削時の調査マニュアル」（平成 23 年 3 月、国土交通省河川局治水課）における構造物の変状把握を参考とする。

4.2 観察方法

観察は、現地での目視観察、鋼棒等の貫入およびスケール等による簡易測定によって行うものとし、必要に応じて測量を行う。特徴的な箇所は、その位置を図面等に記録しておくと共に写真をとっておく。

4.3 観察内容

観察は、構造物、堤体、護岸のそれぞれについて行い、定点観測を実施している箇所は詳細点検時においても必ず計測するものとする。

構造物の観察は、以下の項目について行う。

- ① 函内空断面に対する常時水位の高さ
- ② 門柱の傾倒やクラック
- ③ 構造物本体（函体と一体となっている部分、即ち函体、胸壁、門柱を指す）各部の接合部および函体と翼壁・水叩きとの接合部の開き・段差、目地材および止水板の変状、構造物本体の傾斜やクラック

堤体の観察は、以下の項目について行う。

- ④ 構造物直上堤体の段差（抜け上がり）
抜け上がりの量は、構造物直上と、構造物から上流または下流方向に取付護岸が設置されている範囲より離れた位置との比高とする。
- ⑤ 堤体のクラックやゆるみ
鋼棒等による簡易貫入を行う。
- ⑥ 堤防天端のクラックおよび陥没
- ⑦ 堤内側のり尻や構造物との隙間からの漏水およびその痕跡
- ⑧ 洪水時の航空写真での堤内地側水路と本川との水色比較（濁水の有無）

護岸の観察は、以下の項目について行う。

- ⑨ 構造物直上の護岸の抜け上がり・クラック、構造物本体と護岸ブロックとの段差
後者については、門柱等に残る護岸ブロックの目地モルタル付着跡として確認される場合がある。
- ⑩ のり覆工の不陸、ブロックの開き、ブロック目地材の逸失、クラック

その他、機場周辺、機场上屋、吐出水槽周辺地盤の沈下についても観察する。

これらの観察結果は、所定の記録表（様式－3.1）に記入する。また、目視点検または定点観測で確認されていない新規の変状が確認された場合は、その位置および状況を写真に記録し、その位置を構造物一般図等の図面上に記録し、定点観測を実施する。定点観測は、「堤防等河川管理施設及び河道の点検要領（平成24年5月、国土交通省水管理・国土保全局河川環境課）」に基づいて行う。

また、観察結果の見取り図（様式－3.2）を作成すると共に写真を別紙に整理する。

図－4, 5に、目視観察できる事象の見取り図を示す。図中の丸番号は観察項目の番号と一致している。

4.4 観察結果から推定される堤体内部の変状等

観察結果から、(イ) 構造物周辺の広域地盤沈下、(ロ) 底版下のゆるみや空洞化、(ハ) 堤体内部および護岸背後の空洞・ゆるみ・水みちの形成などが推定される。

(イ) 底版高が常時の河川水位と同程度以下に設置された個所において、函内空断面に対する常時水位が函内に立ち入ることが困難なほど高い場合は、構造物周辺の広域地盤沈下が進行していることが推定される。

(ロ) 構造物直上の堤体の不陸や抜け上がり、護岸ブロックに対する門柱や胸壁の抜け上がりおよびその痕跡などが見られる場合は、底版下に空洞が生じていることが推定される（写真－1, 2）。特に、明瞭な抜け上がりが生じている場合には注意が必要である。感潮影響区間など平常時の水位が変動している個所では、構造物周辺にゆるみや空洞化を生じやすいので、注意が必要である。

また、函体と翼壁・水叩きとの接合部の開きや段差、目地材の剥離、止水板の伸張や断裂、門柱の傾倒やクラックなどが見られる場合は、構造物の不同沈下およびそれに伴う底版下の部分的なゆるみなどが推定される（写真－3）。

(ハ) 堤防の裏のり尻や構造物との隙間からの漏水や噴砂またはその痕跡が認められる場合は、堤体内部にゆるみ・空洞や水みちが存在することが推定される（写真－4）。また、そのような場合には洪水時の航空写真から、河川水と同じ色の濁水が堤内地側水路に見られることもあり、出水時の観察が有効である（写真－5, 6）。

また堤防天端は、雨水による堤体内への浸透水の流入防止等を目的にアスファルト舗装が施されている場合があるが、構造物周辺の土砂が吸い出されることにより、堤体のゆるみ・空洞が拡大した場合には、堤防天端に亀甲状のクラックや陥没が生じることがある。

鋼棒等による簡易貫入によって、周囲の堤体より著しく貫入の容易な部分がある場合は、堤体内部に空洞やゆるんだ部分があると考えられる。この場合は、表面には顕著な変状として現れないこともある。

護岸のり覆工の不陸、ブロックの目地切れや開き、さらにそこからの水や土砂の流出が見られる場合は、護岸背面に空洞が存在することが推定される。また、練張による間知ブロック等護岸ブロックの目地などに亀裂を生じている場合は、護岸のり覆工に部分的に植生が見られることがある。

外 観 観 察 記 録 表

調査年月	年 月 日	整理番号	
------	-------	------	--

施設名		水系名		河川名		管理者名	
地先名		キロ程	左・右岸 K	設置年月	年 月 日	観察者氏名・所属	

観察箇所および項目 ^{1)、2)}		変状の内容・規模 ³⁾ (最大値を記入または該当する項目を○で囲む)		
構 造 物	①常時水位の深さ	川表側深さ cm; 川裏深さ cm; 水なし		
	門柱	②傾倒・クラック	傾倒の方向(川表側・川裏側); 傾倒なし クラックの幅 cm; クラックなし; 補修箇所数 箇所	
	構造物本体各部 の接合部	③開き・止水板切れ	開きの幅 cm; 開きなし; 補修箇所数 箇所 止水板あり; なし; 確認できず	
		③段差	段差の高さ cm; 段差なし	
	函渠と翼壁・水叩 きとの接合部	③開き・止水板切れ	開きの幅 cm; 開きなし; 補修箇所数 箇所 止水板あり; なし; 確認できず	
		③段差	段差の高さ cm; 段差なし	
堤 体	④構造物直上堤体の抜け上がり	天端の抜け上がり量 cm; 裏法・小段の抜け上がり量 cm; 抜け上がりなし		
	⑤ゆるみ・陥没	規模(堤防縦断方向 cm、堤防横断方向 cm); 深さ(cm; 不明); ゆるみなし		
	⑥クラック	クラックの幅 cm; クラックの方向(堤防縦断方向・横断方向・縦横断方向); クラックなし		
	⑦漏水	漏水の部位(裏法尻・構造物との隙間・その他); 漏水状況(滴水・しみ出し・痕跡); 漏水なし		
護 岸	⑨構造物直上護岸の抜け上がり、胸壁・門柱との段差	抜け上がり量 cm; なし	胸壁との段差 cm; 門柱との段差 cm; なし	
	⑩クラック・目地開き	クラック幅 cm; 補修済みの幅 cm; なし	目地の開き幅 cm; 補修済みの幅 cm; なし	
	⑩不同沈下・陥没	翼壁背後の陥没 cm; 陥没なし	法面の陥没 cm; 陥没なし	
その他気がついた事項				

- 1) 観察項目については変状等の有無等に関わりなく全ての観察位置での写真を記録すること
- 2) 観察項目の丸番号は図-1, 2中の番号と一致している
- 3) クラック等の変状位置は様式-3. 2に示すこと

施設名		整理番号
-----	--	------

- ・構造物を含む平面図に変状位置および写真撮影位置を記入すること
- ・必要に応じてスケッチによる断面図、拡大図を加えること

原版はA3版

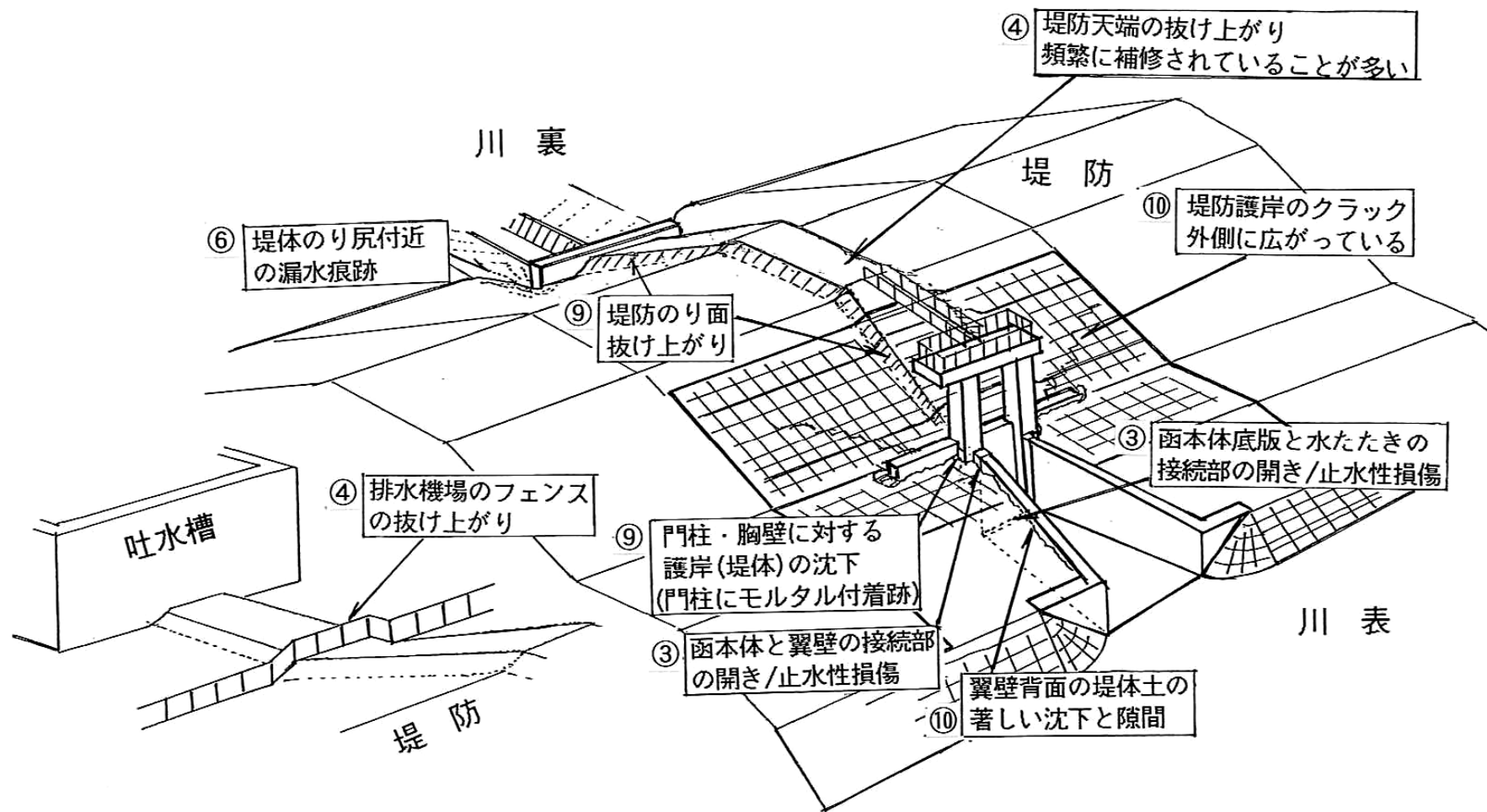
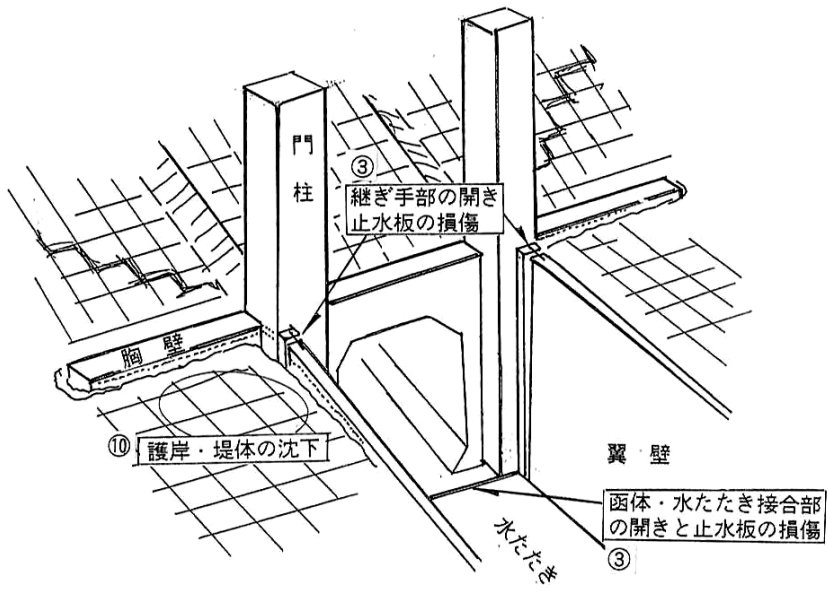
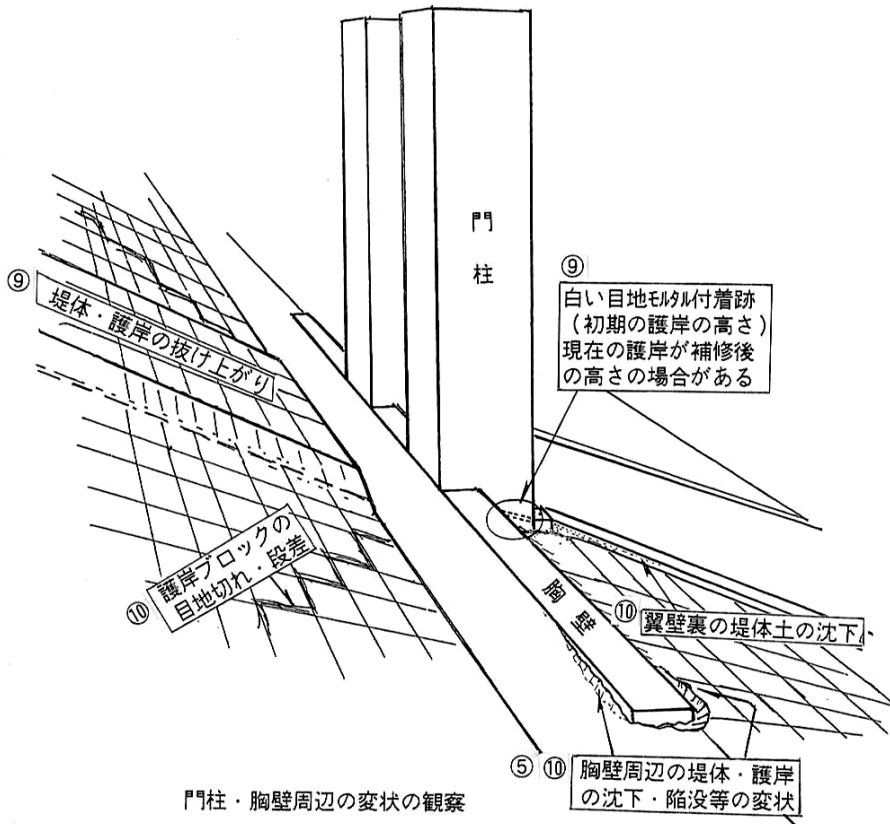


図-4 外観で観察される事象の見取り図（全体）



門柱・翼壁周辺の変状の観察



門柱・胸壁周辺の変状の観察

図-5 門柱・胸壁・翼壁周辺の変状の観察



写真-1 樋管付近の盛土の抜け上がり（最大 35cm）
ブロック付近の盛土には空洞が生じている。



写真-2 胸壁部の抜け上がり。胸壁に接する護岸および
天端肩コンクリートが最大 40cm 沈下している。



写真-3 函体と翼壁部の不同沈下 (30cm)、目地の開き (3cm)
小段ブロック張の沈下 (0~26cm)
ブロックの浮き上がりの下は空洞となっている.

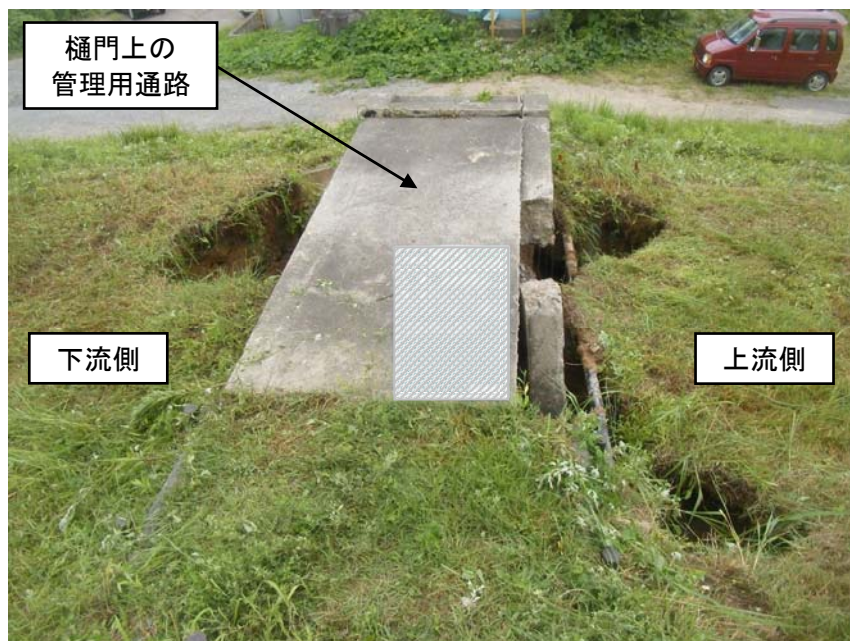


写真-4 樋門周辺堤防の陥没事例



写真-5 1982年（昭和57年）9月の洪水。
堤内水路に異常は見られない。

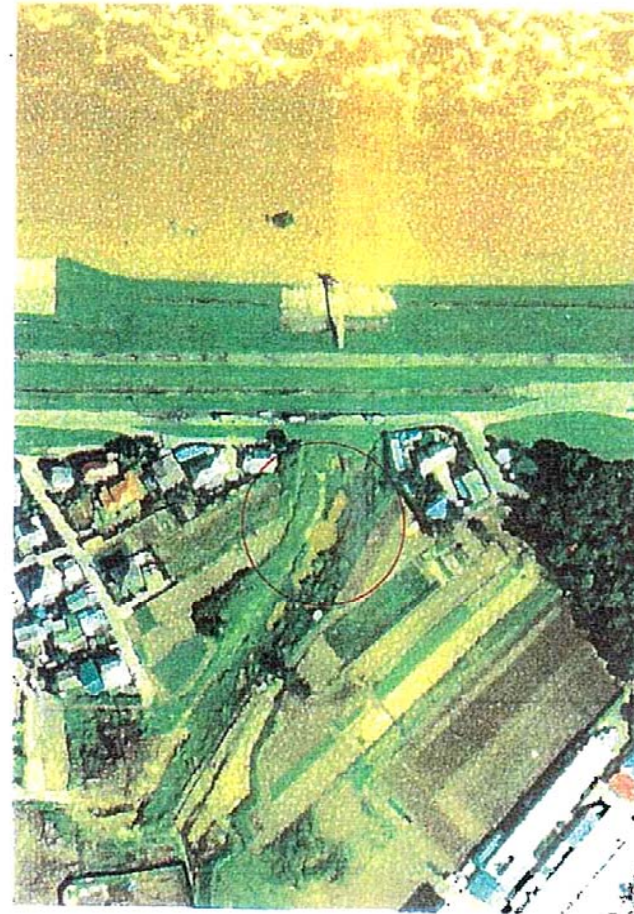


写真-6 1990年（平成2年）12月の洪水。
堤内水路に河川水と同色の漏水が見られる。裏小段にも漏水が見られる。

5. 函内観察要領

5.1 目的

函内観察は、樋門の函体等水路内部から構造物の全体および壁面の個々の部位の変状状況を観察することにより、堤体への水の侵入の有無、函内への漏水や土砂の流入の有無、樋門や水門等の底版下の空洞や水みちの有無等を推定することを目的として行う。

函内観察は、安全性と迅速性の面から、特別のしゃ水工や排水設備を必要とする場合には省略することができる。

5.2 観察方法

外観観察の際に函内に立ち入り、目視観察、スケール等による簡易測定を行う。

函内作業においては、十分な安全を確保する必要がある、水深や流速、水位の急激な変化などに留意しなければならない。

また、樋門の規模が小さい、常時水没しているなど函内に立ち入ることができない場合は、函外からの目視によってたわみ等を観察することを基本とするが、水没していない場合はロボットカメラを用いて観察することもできる。

5.3 観察内容

観察は、構造物全体および壁面の個々の部位について行う。

構造物全体の観察は、以下の項目について行う。なお、函内に立ち入れない場合は、⑫については最低限実施しておくことが望ましい。

⑪ 函体のたわみや折れ曲がり

函体のたわみや折れ曲がりは、底版の水準測量、管内水深の計測により確認できるが、以下のような簡易な方法でも確認できる。

- a. 呑口または吐口からの天盤の見通し（図-7 参照）
- b. 管延長方向の湛水面の幅の変化、ハンチの水没深さの変化

構造物壁面の個々の部位の観察は以下の項目について行う。

⑫ 壁面のクラックおよびジャンカ

⑬ 継手部の開き、目地材および止水板の変状

⑭ ジャンカや継手部の開きからの水や土砂の函内への流入

⑮ コンクリートの中性化（フェノールフタレイン吹き付け）、軟質化、剥離、鉄筋露出、錆汁流出

これらの観察結果は、所定の記録表（様式-4.1）に記入する。また、変状が認められる場合は、その位置、動きの方向、幅、深さ等をスケール等により簡易に計測するとともに、水準測量やトータルステーション等によって測定し、記録表に記入する。また、観察結果のスケッチ（様式-4.2）を作成するとともに写真を別紙に整理する。

図-7に目視観察できる事象の見取り図を示す。

5.4 観察結果から推定される堤体内部の変状等

観察結果から、(イ) 構造物周辺の不同沈下、(ロ) 構造物周囲の地盤のゆるみ、(ハ) 構造物自体の劣化、(ニ) 構造物に沿った水みちの形成、などが推定される。

(イ) 函内の見通しや水準測量などによって、函体のたわみや折れ曲がりが見られる場合は、不同沈下が生じていることが推定される (図-7, 8)。

(ロ) カラー継手で継手部に数 cm 以上の開き、目地材の剥離、止水板の伸張や断裂が見られる場合は、構造物周囲の地盤のゆるみがあることが推定される (写真-7~9, 図-9)。また、このようなときは、壁面に引張クラックが見られる場合もある。

また、可とう継手の場合は、許容変位量を上回る変形が見られる場合は、継手が断裂する可能性がある。

(ハ) 壁面が剥離していたり、軟質化、錆汁流出、鉄筋露出などが見られる場合、また、フェノールフタレインを吹き付けると白色化が見られる場合 (コンクリートの中性化を示す) は、構造物自体の劣化が進行していることが推定される (写真-10)。

(ニ) 壁面のジャンカや継手部の開きから水や土砂が流入している場合は、構造物に沿って堤体内部に水みちが形成されていることが推定される (写真-11)。

なお、構造物周辺の広域地盤沈下が進行している場合は、現状の敷高が計画敷高と比較して明らかに低下していることがあり、これらの変状は水準測量等によって確認することができる。

函内観察記録表

調査年月	年 月 日	整理番号	
------	-------	------	--

施設名		水系名		河川名		管理者名	
地先名		キロ程	左・右岸 K	設置年月	年 月 日	観察者氏名・所属	

観察項目 ¹⁾	変状の内容・規模 ²⁾ (最大値を記入または該当する項目を○で囲む)
①不同沈下	敷高の差 cm; 調査方法(水準測量・水深測量・簡易観察) (水準測量の場合は様式－4. 2に結果図を示すこと)
①撓み・折れ曲がり	折れ曲がりの方向(下側に凸・上側に凸・上流側に凸・下流側に凸); 折れ曲がりなし
②クラック	クラックの幅 cm; クラックの方向(樋門縦断方向・横断方向・縦横断方向); なし; 補修箇所数 箇所
②ジャンカ	最大径 cm; その深さ cm; ジャンカなし; 補修箇所数 箇所
③継ぎ手の開き	開きの幅 cm; 開きなし; 補修箇所数 箇所
③止水板切れ	あり ; なし ; 確認できず
④クラック等からの漏水	クラック・ジャンカからの漏水(水のみ・土砂を混じえる); 継ぎ手部からの漏水(水のみ・土砂を混じえる); 漏水なし
⑤中性化	あり(フェノールフタレイン吹きつけによって確認) ; 中性化なし ; 不明
(計画敷高)	T. P m
その他気のついた事項	

- 1) 観察項目については変状等の有無等に関わりなく全ての観察位置での写真を記録すること
- 2) クラック等の変状位置は様式－4. 2に示すこと

施設名		整理番号
-----	--	------

- ・構造物の頂版、底版、上下流側側壁の各々について、変状位置および写真位置を記入すること
- ・敷高の水準測量を行った場合は結果図を示すこと
- ・必要に応じてスケッチによる断面図、拡大図を加えること

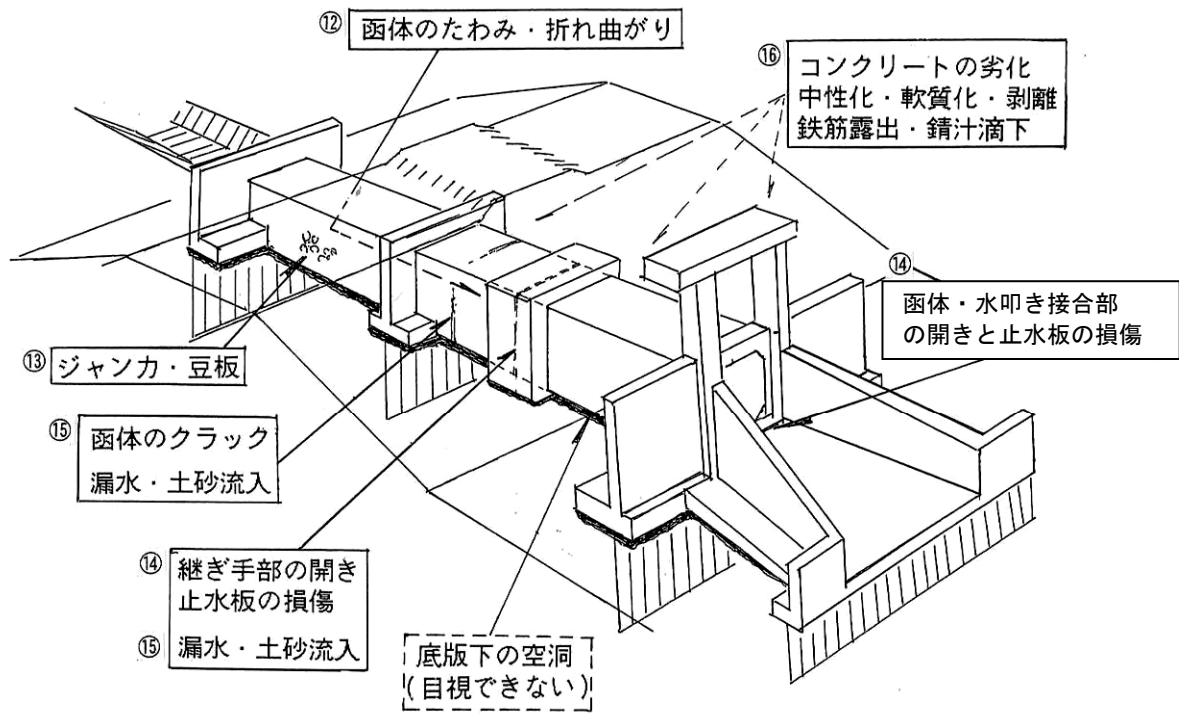
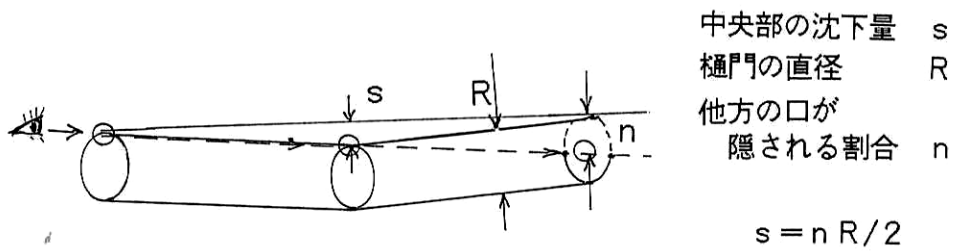
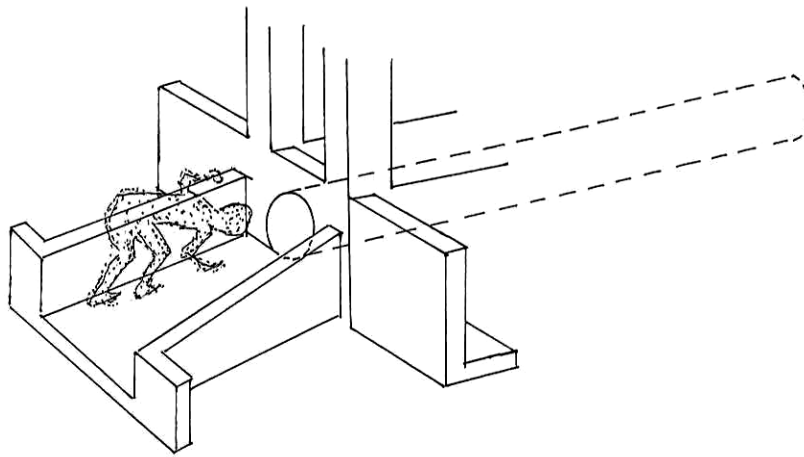


図-6 管内で観察される事象の見取り図



片側から天盤の勾配を見通して、“他方の口の隠れ方”から中央部の沈下量を推定する。

図-7 小口径樋管の変形の概況観察

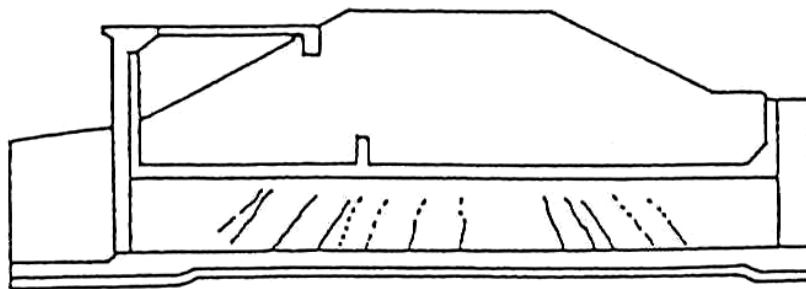


図-8 不同沈下によるクラックの発生状況例

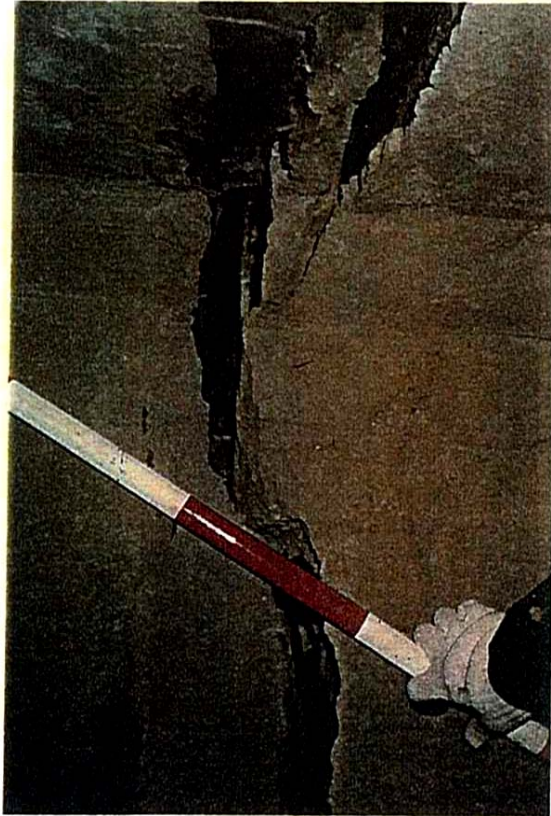


写真-7 樋管継ぎ手部の開口クラック。
開口が大きく、止水版も切れている。

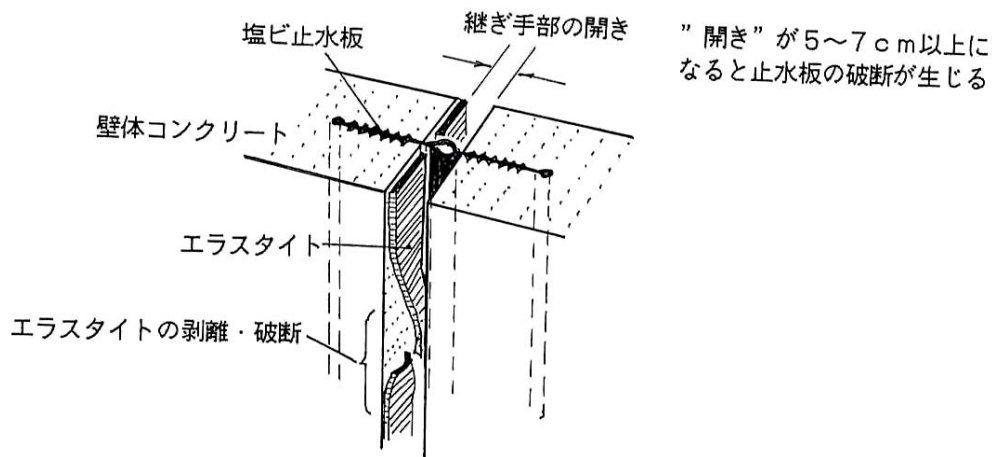


図-9 壁体と止水版の関係図

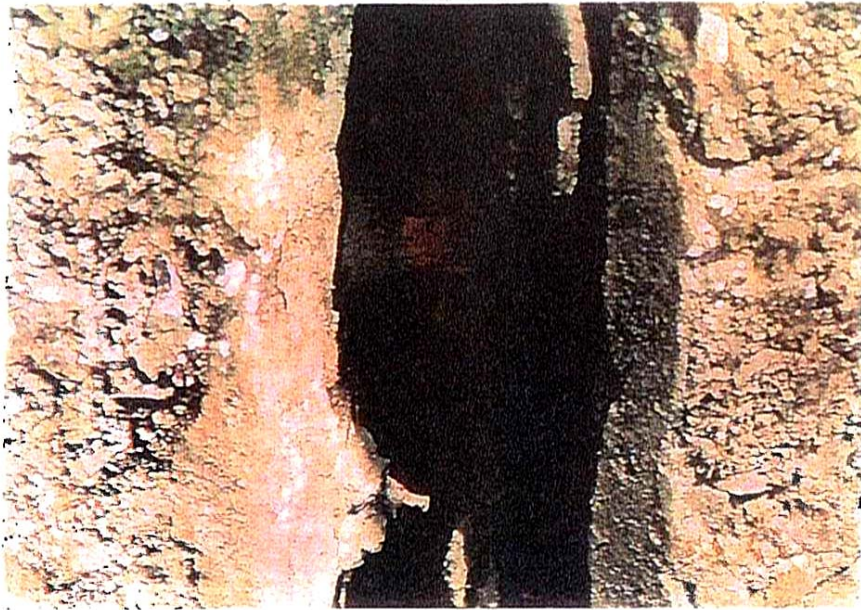


写真-8 継ぎ手部の開き.
連結鋼棒が露出している.

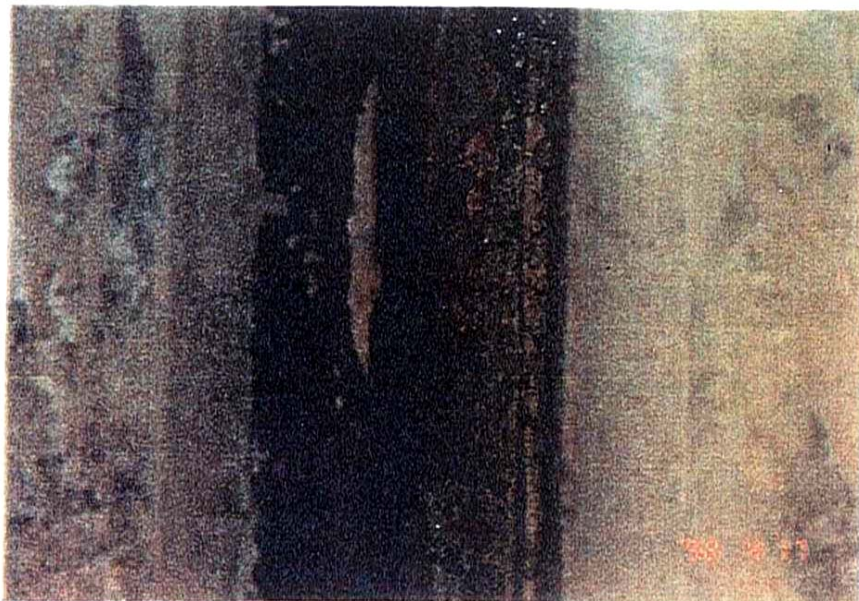


写真-9 継ぎ手部の開き.
止水板（塩化ビニール）が切れている.



写真-10 コンクリートの破断面のフェノールフタレイン処理による発色.
新鮮でアルカリ性の部分が桃色～紫色になり
風化して中性化した部分は発色しない.

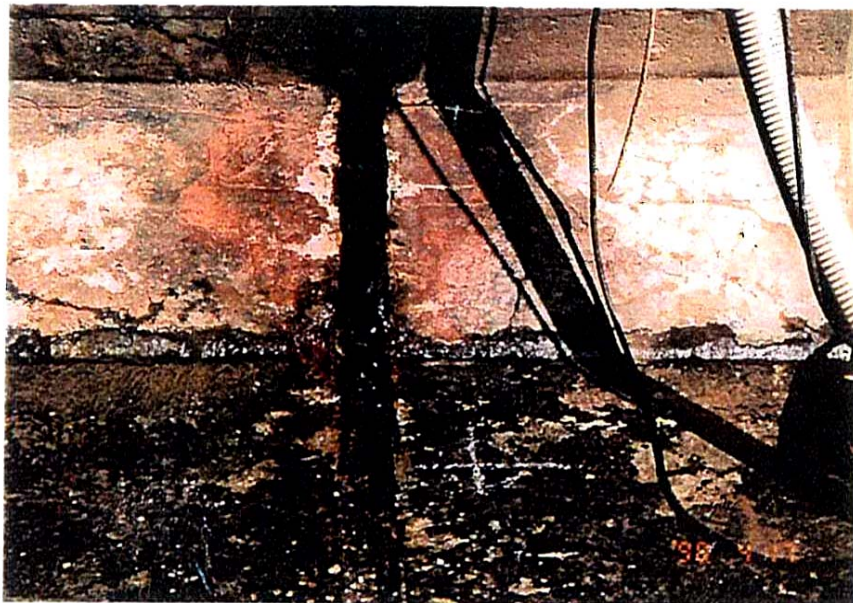


写真-11 継ぎ手部の開きからの湧水

6. 連通試験実施要領

連通試験は、原則として杭基礎構造物に適用されるものであり、構造物の現地診断後の処置判断において必要性が認められた箇所を実施するものとする。

6.1 目的および原理

6.1.1 目的

連通試験は、堤防を横過する構造物に沿った空洞・水みちの有無あるいはその連続性を確認するための試験である。

樋門・水門等の堤防横断構造物に沿って生じる漏水には、それに先だって底版周辺に空洞、隙間等が発生し拡大して、水みちが徐々に形成される過程があったと考えられる。特に、支持杭基礎の構造物では多かれ少なかれその直下に空隙を生じていることが多い。

このような空隙の存在自体は底版の削孔によって確認することができるが、削孔地点間の空隙の連続性、特に矢板を挟む2孔間の水みちの連続性は削孔だけでは確認できない。そこで、それらの削孔の1孔に注水を行い、その水圧変動が他孔にどのように及ぶかを測定して、水みちとしての繋がりを把握するのが連通試験である。

6.1.2 原理

連通試験は、底版あるいは底版周辺に設けた孔の間で、水による水圧の伝わりあるいは流れの伝搬の観測により、構造物に沿う空洞の連続性を確認する試験である。

構造物周囲の地盤あるいは堤体内の浸透流は、水が土粒子の間隙を移動するために一般に極めて緩慢である。しかし、空洞があるとその区間内の水圧の変動はほとんど同時に起こり、あるいはタイムラグなく注水の流動を生じる。

このように、土の浸透によらずに空洞を通して繋がる状態を「連通」と呼ぶ。

連通試験は、抜け上がりによる空洞の存在が考えられる構造物において、底版あるいは底版周辺の数カ所を削孔する等して、その1孔を「注水孔」とし他孔を「測定孔」とし、注水孔に注水するときのそれらの孔の水位変動あるいは水圧変動を測定して、変動量とタイムラグから空洞を通じた水みちの連続性の状況を診断するものである。

6.2 構造物の条件と試験法

連通試験は、構造物に沿った空洞や水みちの有無あるいはその連続性を確認するものであって、漏水を生じる限界圧力を求めるためのものではない。また、試験によって新たな水みちを生じさせてはならない。

従って、試験にあたっては以下の事項を原則とする。

連通試験の原則

① 試験圧力の制限

空洞の存在が想定され、かつ矢板による仕切があるとき、1箇所の矢板の両側に加えてよい圧力差は1 m以下とする。

② 削孔時に作用する水圧の制限

ボーリングによる削孔の場合、削孔が空洞に到達した時は孔内水の高さ分の水圧が作用するが、この圧力を極力小さくする。

③ 底版からの湧水の抑止

底版削孔で湧水のある場合、削孔直後の圧力解放によって地盤が乱されることを防ぐため、直後に管を立ち上げ湧水を止める措置をとる。

試験法には底版削孔法とボーリング法があり、外観観察および函内観察の結果を充分参考にし、構造物の条件等によって使い分ける。

イ. 函内作業ができる内空断面があり、函内排水が可能、かつ底版下水圧水頭が敷高面からの高さ1 m以下の場合

.....底版削孔法

ロ. 断面が小さいか排水が困難の場合ボーリング法

ハ. 常時水位が敷高面より1 m以上ある場合ボーリング法

なお、削孔した箇所については、その後のグラウト注入孔や空洞の進行観察の監視孔（モニター孔）としての利用を検討する。

樋門等の構造物周辺堤防は、構造物と堤体・基礎地盤との物性の違いにより不同沈下が生じ、特に構造物の底版周辺にゆるみや隙間を生じやすく、これが発達すると空洞となり、漏水経路となりやすい部分となる。

函内での削孔・測定等の作業が可能な大きさは概ね内空高さ1.3m以上であり、比較的容易に水処理が可能な場合は、函内で底版削孔を行って試験孔を設ける。なお、近年設置された樋門においては、グラウトホールが設置されている場合があり、これを利用する。

一方、函内での作業条件が厳しい場合は、堤体上から樋門側面に沿って底版側面部にボーリング孔を掘削し、底版下数十 cm 範囲を測定区間とする試験孔を設ける。ボーリングの位置の選び方によっては、胸壁の底版を掘り抜いて空洞に直接達する試験孔を設けることができる。

ボーリングによる場合は、掘進のために使用する泥水圧が試験時の水圧に比べて非常に大き

くなることを避けるために、極力孔口位置が低くなるように位置を選定しなければならない。

6.3 試験孔の位置

試験孔は次の位置に設けることを標準とし、漏水状況や矢板位置などの構造物の条件によって変更するものとする。

- イ．川表胸壁矢板の前後 …………… 2 孔
- ロ．中央止水壁矢板の前後 …………… 2 孔（底版削孔の場合のみ）
- ハ．川裏胸壁矢板の前後 …………… 2 孔

樋門・水門等が単連の場合は函体中心線上に孔を設ける。2連の場合はいずれか一方の中心線上に設ける。3連あるいはそれ以上の場合は、上下流いずれか一方の中心線上～壁寄りに設置する。

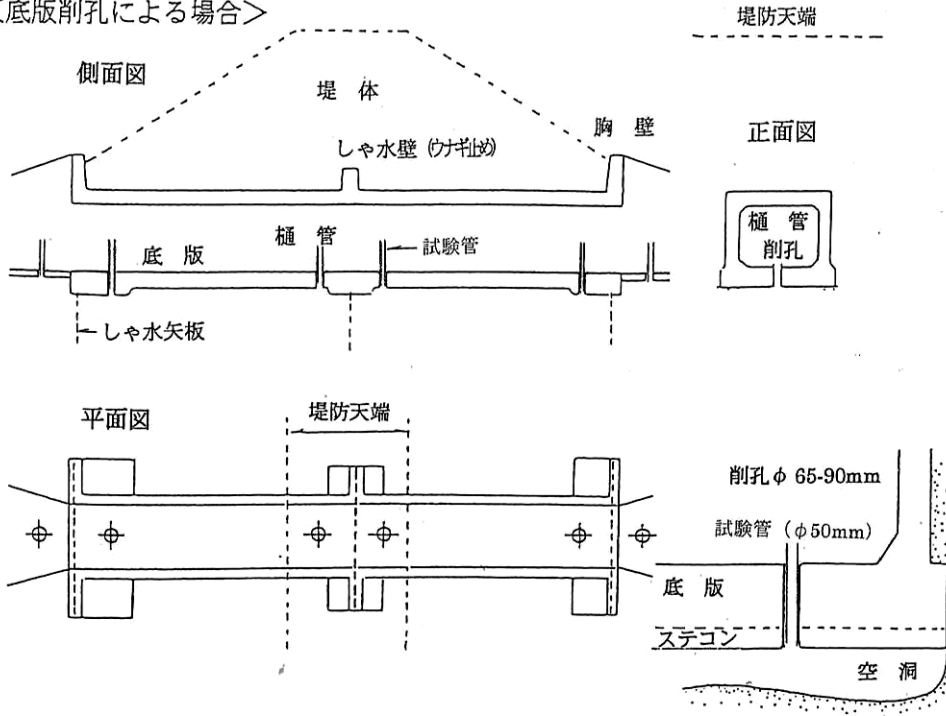
なお、比較のために、連続する堤防にも最低1箇所の試験孔を設けることが望ましい。

試験孔の位置および構造の概念図を図-10, 11に示す。試験孔の孔径は65～90mmとする。詳細な試験孔の位置の決定にあたっては、事前に竣工図面や磁気探査等により鉄筋の位置を把握し、鉄筋を極力損傷させないようにする。

なお、感潮影響区間の場合、あるいは洪水時の観測も行う場合は河川水位も併せて測定することが望ましい。

また、構造物周辺とそれ以外の部分を比較するために、連続する堤防にも試験孔を設けることが望ましい。その場合は、構造物設置時の埋め戻し範囲を避けるため、上流側あるいは下流側に取付護岸設置範囲以上離れた位置に試験孔を設けるのがよい。

＜底版削孔による場合＞



＜ボーリングによる場合＞

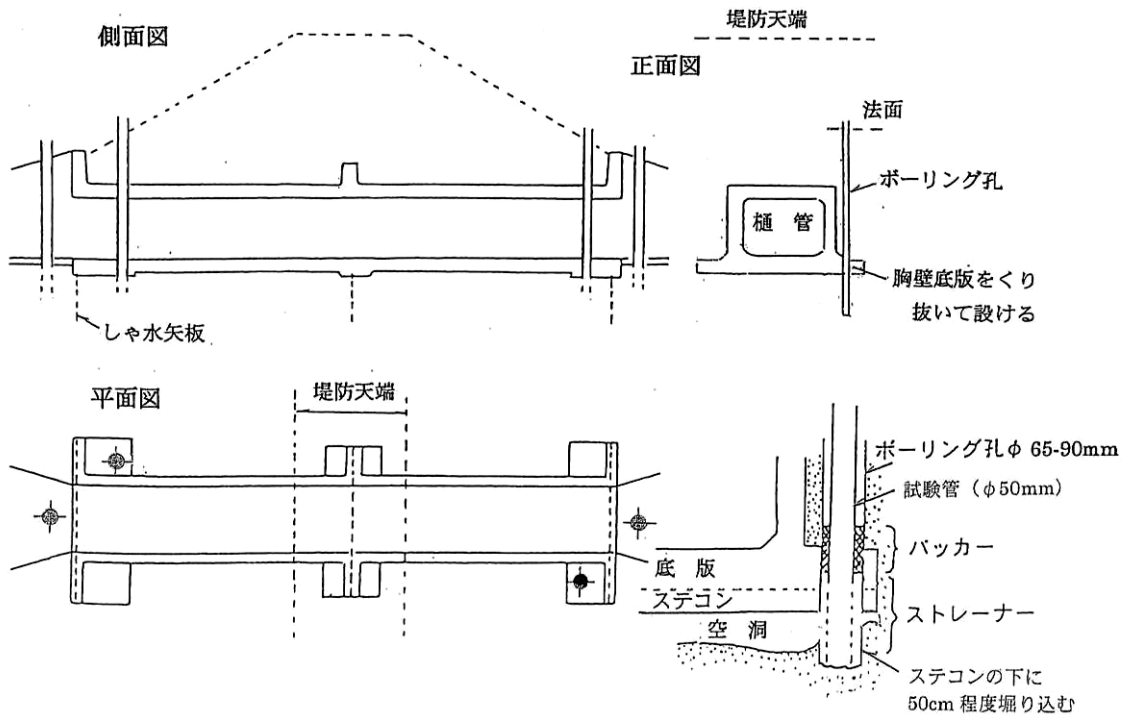
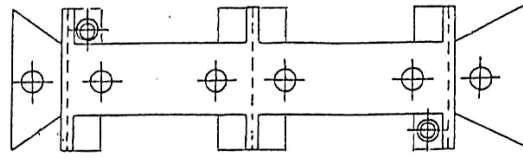


図-10 連通試験孔位置の概念図（1連の例）

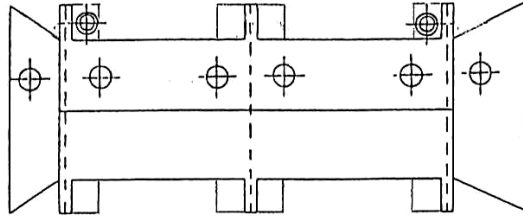
単連樋門の場合



○：床版削孔 ◎：ボーリング孔

(函幅が2mを超える場合は内壁面から1m以内の位置とする)

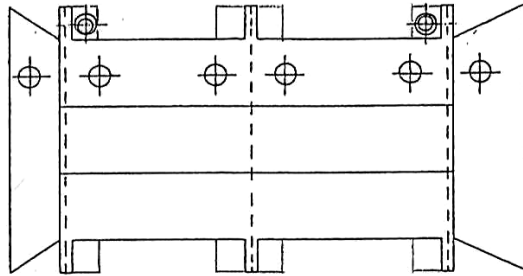
2連樋門の場合



(上下流側いずれかとする)

○：床版削孔 ◎：ボーリング孔

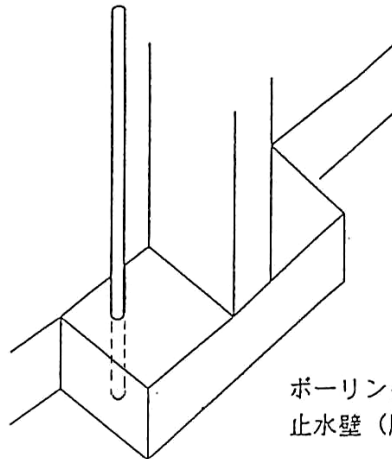
3連樋門の場合



(上下流側いずれかとする)

○：床版削孔 ◎：ボーリング孔

(水叩きに設置する孔は底版削孔とボーリング孔で同一位置とする)



ボーリングで
止水壁（胸壁）底版を削孔する場合

図-11 樋門の連通試験孔位置の概要図（2連・3連の例）

6.4 試験用資材の準備

連通試験を行うにあたっては、以下の資材を準備する。水位測定は水位応答が早い場合が多いので水位の自動測定および自動記録とするのが望ましい。

- ・ 試験管（ ϕ 50mm 程度、長さ 1.0～1.5m）
- ・ 空洞測定器
- ・ 湧水時の立ち上げ管（長さ 0.5～1.5m；底版削孔の場合のみ）
- ・ 水位変換器
- ・ データロガー（サンプリング間隔 10 sec 以下）
- ・ 注水用設備（流量を 1 リットル/min 程度で調整可能なもの）
- ・ 孔壁保護管（ ϕ 50mm 程度、長さ 0.5～0.8m；底版削孔の場合のみ）
- ・ 遮水材（パッカー、シール、コーティング剤など）



左から、
鋼製孔壁保護管、
アクリル製試験管、
試験管および底版部の塩ビ管、
空洞測定器（2種）

写真-12 試験用資材の例



写真-13 水位変換器



写真-14 データロガー

6.5 底版削孔および空洞観察

6.5.1 上部鉄筋の探査

上部鉄筋を極力破断しないために、竣工図面や磁気探査器等によって位置を確認し、鉄筋のない位置で削孔する。



鉄筋探査器による測定。
仮削孔位置を中心として
60cm×60cm を探査する。

写真-15 鉄筋探査器による測定状況

6.5.2 削孔時の湧水状況確認

削孔時に湧水がある場合は、削孔直後の圧力解放によって地盤が乱されることを防ぐために、直ちに管を立ち上げて湧水を止めると共に湧水高さを記録する。

管内の水位が落ち着いた後に次の作業に移る。

底版削孔直後に被圧した水が孔口から湧出する場合には、その状況を素早く観察した後、孔口より数十 cm～1 m 程度高い管を立てて測定管とし、管内の平衡水位を確認し、初期水位とする。

初期湧水については、孔径と湧き出し水柱の高さを測定し記録するものとする。

6.5.3 空洞観察

コンベックス、空洞測定器等により底版下の空洞の大きさ、奥行きを測定する。空洞測定器には図-12のようなものを用いるとよい。

測定結果は図-13のようにまとめる。

その後、ファイバースコープ等により空洞の状況を直接観察するとともに、写真に記録する。

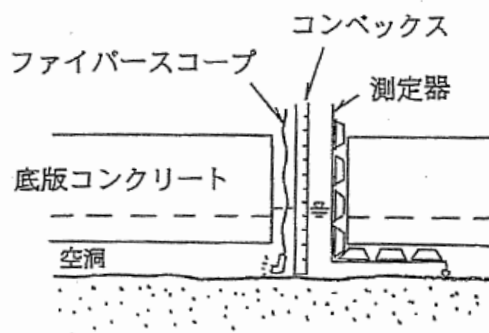


図-12 コンベックス、空洞測定器、ファイバースコープによる
空洞厚さ、奥行きの確認および空洞観察状況概念図



写真-16

ファイバースコープ.
カメラを装備している.



写真-17

ファイバースコープによる写真.
底版コンクリートとグラウト材の
間の空洞が明瞭に捉えられてい
る.
コンベックス測定による空洞厚さ
は2cm程度である.

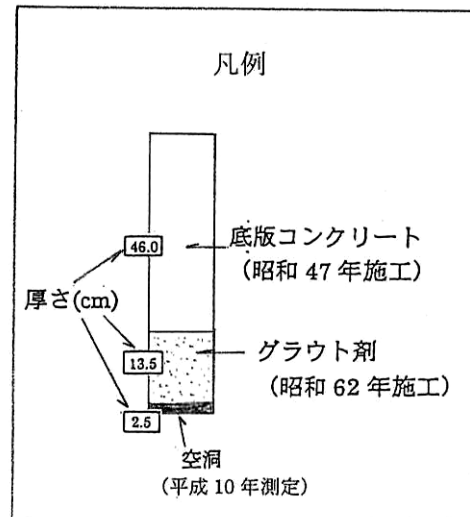
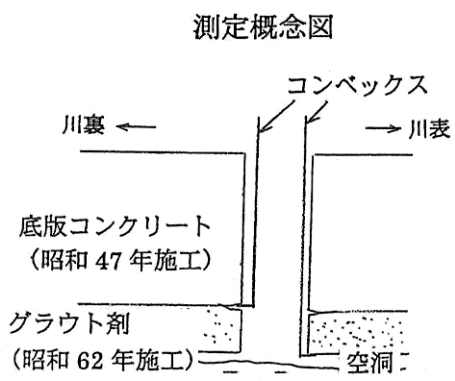
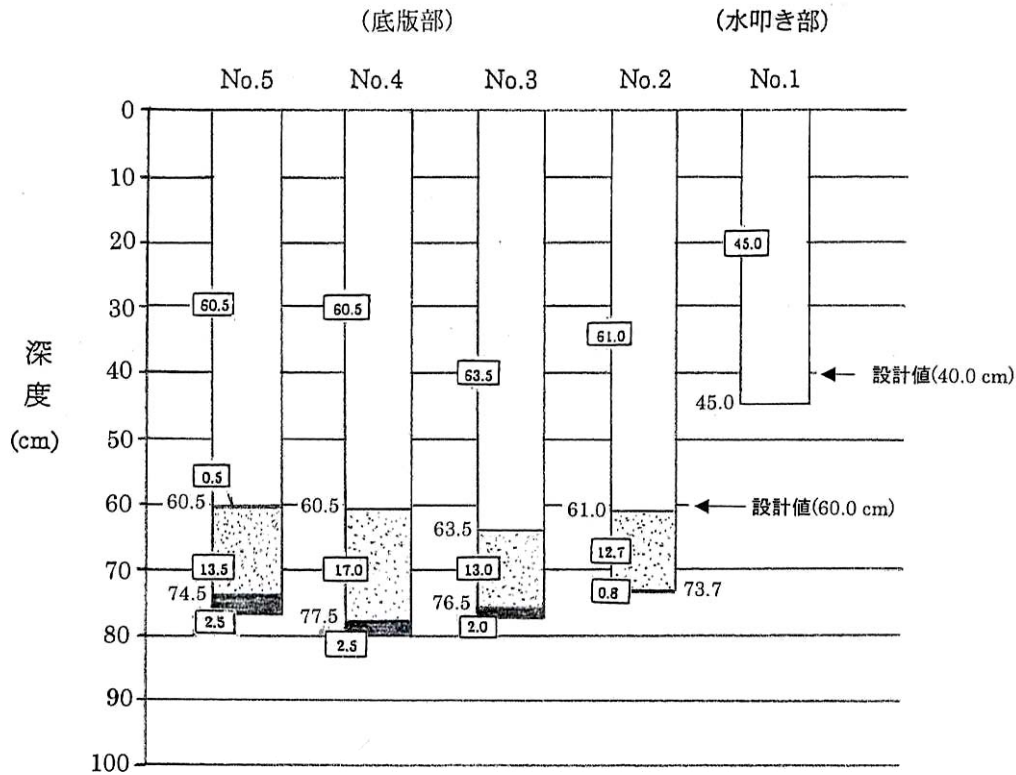
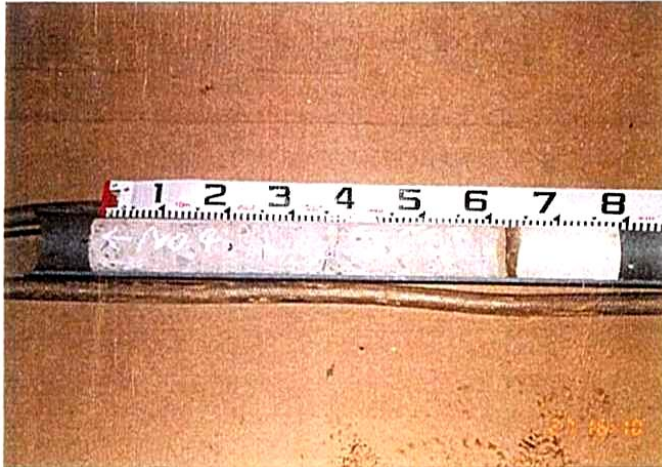


図-13 コンベックスによる空洞厚測定結果の一例

6.5.4 底版状況の確認

削孔したコアを深度方向に並べ、底版厚さ、グラウト材厚さを確認するとともに、孔内で実測した厚さと比較して空洞状況を確認、写真に記録し、設計値と比較する。



左側が底版上面。
底版コンクリート厚は約 61cm、
グラウト材の厚さは約 17cm で
ある。

写真-18 削孔後のコア写真

6.6 試験管および水位計設置

試験管は、径 50mm 程度とする。試験管と底版の間の隙間から漏水しないように、パッカー、シール、コーティング剤などにより確実なしゃ水を行う。

管内に立ち上がる部分は、水位変化を目視観察できるように、透明アクリル管などを用いるとよい。測定管には標尺をつける。

水位計には、電気式の水変換器を用いる。測定記録はデータロガーに収録し、現場でチェックできるようにする。データロガーのサンプリング間隔は 10 秒以下とする。

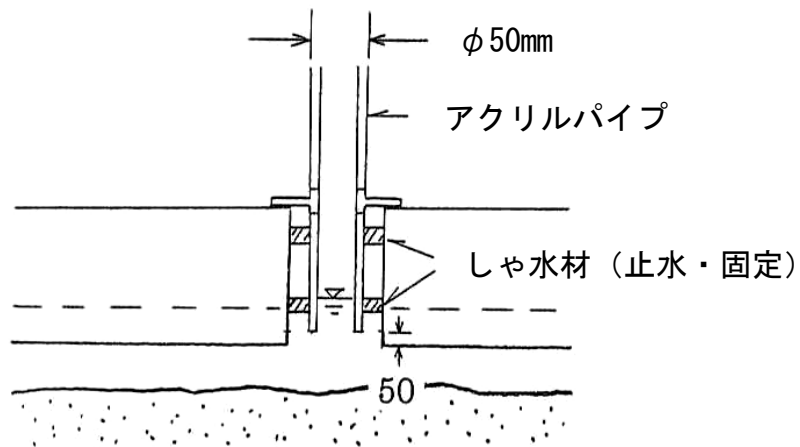


図-14 試験管設置概念図



写真-19 アクリル製試験管の立ち上げ



写真-20 試験管内の水位

6.7 予備試験および本試験

6.7.1 予備試験

予備試験は、注水量を変化させながら注水孔の水位を観測し、水位がほぼ一定となって安定した注入状態となる時の水位および注水量を求めるために行うものである。

注入量は調節可能な最小となる注水量とし、管口から溢流する場合は溢流量を測り、これを差し引いた量とする。

連通試験は、注水孔の水位を一定に保ったときの測定孔の水位の応答を求めることを原則とする。このため、予備試験において注水孔水位が測定管の範囲内で定水位となるように注水量を調節する。

調節できる最小の注水量でも管口から溢流する場合は溢流量を測定し、最小水量からこれを差し引いた分を、管頭定水位に対する管内流入量とみなす。

ボーリング孔を用いる場合も原則的には同様であるが、底版削孔の場合に比べて孔内で水位変化を測定できる区間が充分あるため、注水量を大きくする場合の制約は少ない。しかしながら、周辺に比べて非常に大きな水圧を局所的に働かせると、その周辺に浸透破壊や侵食を引き起こす恐れがあるため、初期水位に対して1 m程度以内の水位変動を与えるにとどめることが望ましい。

複数の注水孔において、水位上昇量を同一にするために注水量を調節することが望ましいが、そのために適切な注水量の範囲が著しく広がる場合は、同一注水量での異なる水位上昇量を求めても良い。

6.7.2 本試験

① 試験の基本過程

本試験は、まず、各孔の初期水位を把握する。次に、常時水位より1 m以内程度の水圧を作用させた時の、しゃ水矢板を挟む水みちの連続性、および矢板を挟まない底版下での水みちの連続性を把握するために行う。

本試験では、予備試験から求めた注水量を注水孔に加えて一定の上昇水位を保ち、同時に他の複数の測定孔の水位を測定する。注水孔の定水位を5～20分程度保った後、注水を停止し、測定孔の水位の低下（回復）過程を測定する。各孔水位が初期状態に回復するか、相互の関係が判明できた時点で試験を終了する。

測定時間間隔は10秒程度とし、注水孔と測定孔を同時に測定する。注水孔の水位は常時水位より概ね1 m以内とする。測定孔の水位に応答がある場合は、常時水位より30～50cm程度でも良い。注水時間は、注水孔と測定孔の水位変動の関係が求まる範囲内とし、一定量注水時間は20分を超えない範囲とする。一定水位を保つ注水時間を20分程度以内とするのは、経験的に、注水時間が長くなると水流によって空洞の狭隘部などでは土砂の移動、空洞壁面

の崩壊などを生じ、空洞の状態が変化する恐れがあるためである。

注水量は 40 リットル分以内を目安とする。実際に管内に流入する水量が小さく制御しがたい場合は、溢流量を差し引いて注水量とするが、注水を停止したときの水位回復過程を重点的に測定する。

樋門等構造物の規模に応じて、注水孔から相当遠方にある測定孔の水位測定は除いても良いが、この場合は適当な時間間隔で手動の水位測定を行って、応答の有無と概略の変化を把握しておくものとする。ボーリング孔による場合も同様である。

回復過程の測定は、各孔水位が水位上昇量の 10%程度以下まで回復するか、または相互の関係が判明できた時点で終了する。

② 試験の孔間相互反復

注水孔と測定孔を順次変えて本試験を繰り返す。

構造物周辺の空洞は、試験孔の位置に対して一様あるいは対称的な分布形状とは限らず、川表・川裏の方向に対しても水の流れやすさが異なることもある。このため、各孔を順次注水孔として試験を繰り返して行い、構造物全体における水みちの状況に関するデータを得るものとする。ボーリング孔による場合も同様である。ただし、いくつかの孔への注水による試験結果から、空洞規模、連通状態が明らかとなった場合はこの限りではない。試験孔配置および測定例を図-16、17 に示す。

また、棒状のもの（ピストン）を注水孔内に挿入して上下すれば孔内水位が昇降し、一種の水圧パルスが発生し、空洞で連通した近接孔の水位には揺動が確認されるので、このような簡便な方法を併せて実施することも重要である。

なお、川表側に計画高水位程度の水圧を作用させて実際の洪水に近い状態とすることも考えられるが、その場合は空洞の状況、作用する動水勾配などを十分に検討した上で、空洞・水みちを発達させないことを前提に実施の可否を決定する必要がある。

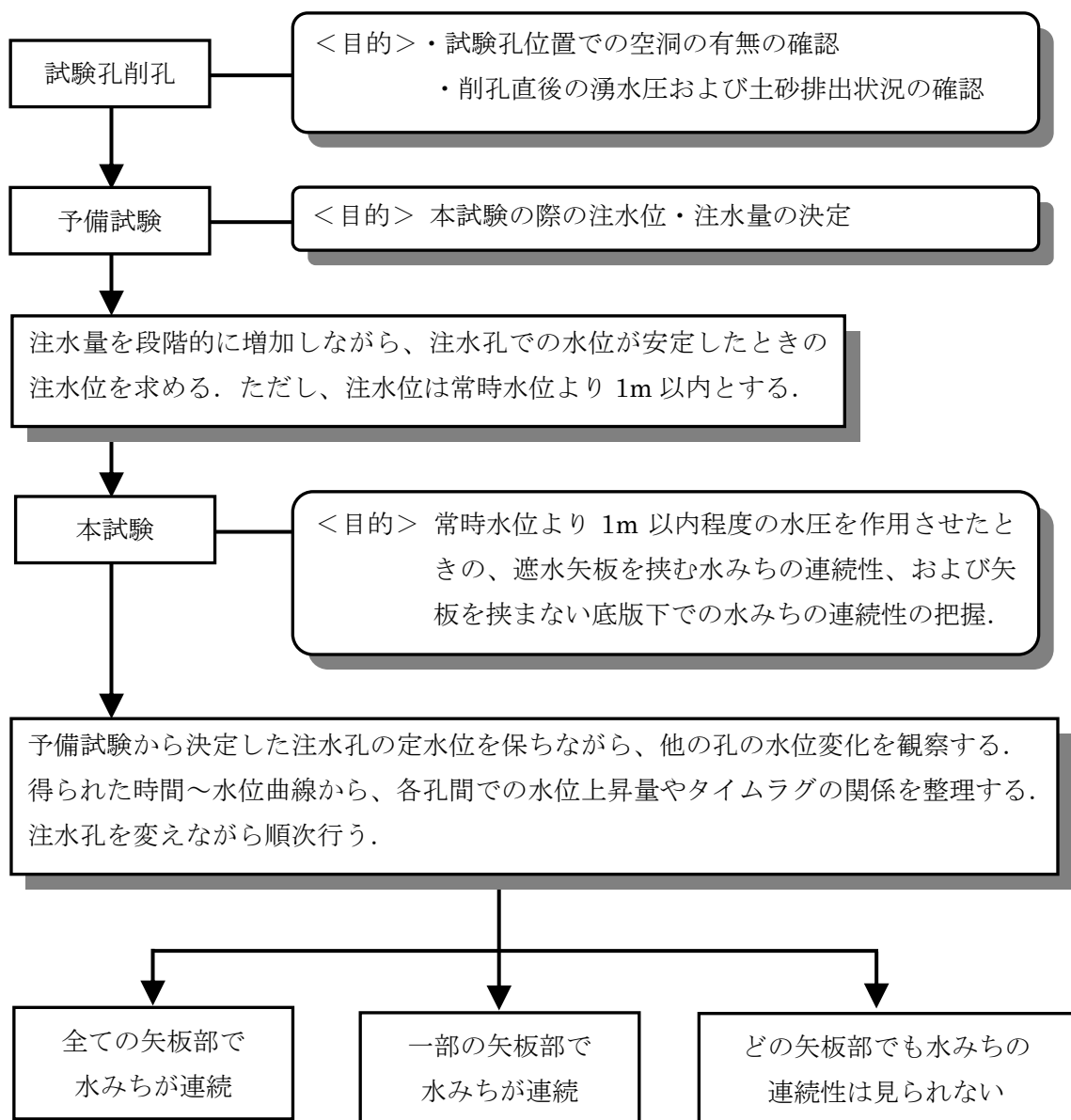


図-15 連通試験の考え方および進め方

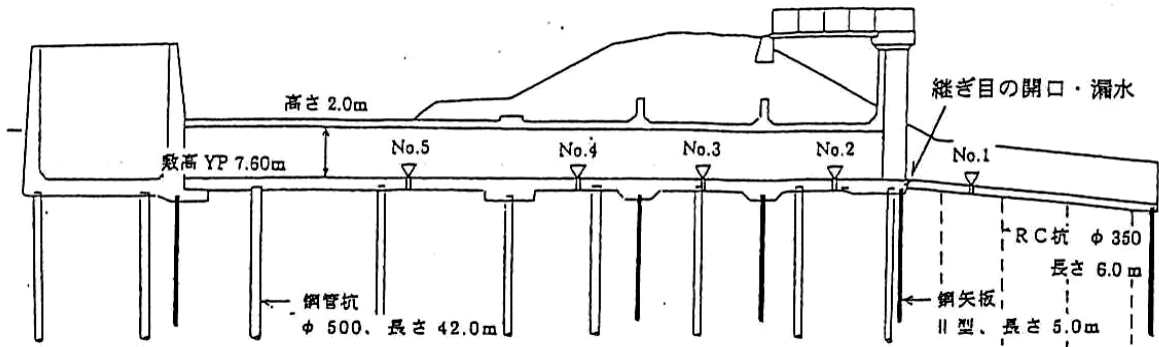


図-16 連通試験孔配置例 (No.1~5)

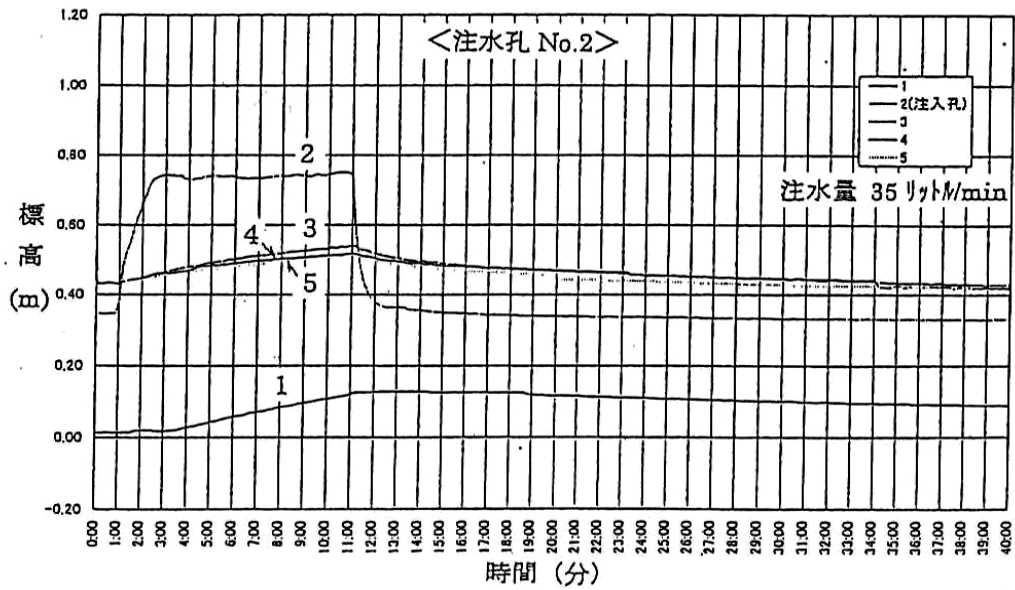


図-17 連通試験測定例 (時間~水位曲線)

6.8 試験結果のとりまとめおよび解釈

6.8.1 連通試験結果のとりまとめ

連通試験においては構造物形状と各孔の正確な位置関係を記録することが基本である。
試験結果のデータは「自動記録したデータ」あるいは手動観測の「データシート」を原記録として保存すると共に、「基本水位応答図」と「応答相関図」に表現する。

試験結果のデータシートを表-1に示す。データシートには削孔時の空洞観察結果なども記入する。

以下では、A樋門での試験結果を事例として連通試験結果のとりまとめ方法を示す。

「基本水位応答図」(図-18, 19 参照)は、注水孔に注水を始めてからの時間経過に対する注水孔と観測孔の各々の水位の変化を表したグラフである。この図から、図-20に示すように、注水孔と観測孔の水位上昇量、観測孔水位が上昇し始めるまでのタイムラグ、注水停止後に水位降下が始まるまでのタイムラグが読みとれる。A樋門の事例では、No.1孔やNo.5孔のように注水孔の水位が大きく上昇してもどの観測孔の水位も動かない場合と、No.2孔やNo.3孔のように注水孔の水位上昇量は小さいのに他の観測孔の水位が良い応答を示している場合がある。

「応答相関図1」(図-21 参照)は、注水孔への注水量と水位上昇量との関係を示す図である。この図から、空洞が有るか無いか、閉塞的か開放的か、等が読みとれる。僅かな注水量で水位が大きく上昇するのは空洞がない場合や、空洞があるけれども閉塞的な場合である。A樋門の事例では、改築部分の下では0.5~2.7リットル/分の僅かな注水量で水位が50~80cmも上昇するが、旧函体下では12~14リットル/分の注水量で水位は10~20cmしか上昇しない。旧函体下の方が空洞および周辺に水みちが広がっている様子が窺える。

「応答相関図2」(図-22 参照)は、注水孔と観測孔の水位上昇量の関係図である。両者の値の比は「応答比」を意味する。45度線上の場合は完全な連通状態で、閉塞空洞か至近距離であることを示す。全く連通していない場合は観測孔の水位上昇量はゼロであり、座標の横軸と一致する。その中間の場合は、川表側か川裏側の方向に僅かな漏水口が有る場合、あるいは空洞周辺の地盤の透水性がかなり高い場合と考えられる。また、規模の大きな空洞が狭い水みちでつながっている場合も中間的な値を示す。A樋門の事例では、No.2孔やNo.3孔に注水したときのNo.1孔やNo.4孔の応答比は0.8~0.9となっている。No.1孔に注水したときに他孔の動きは殆ど見られず、連通性なしと判断される。

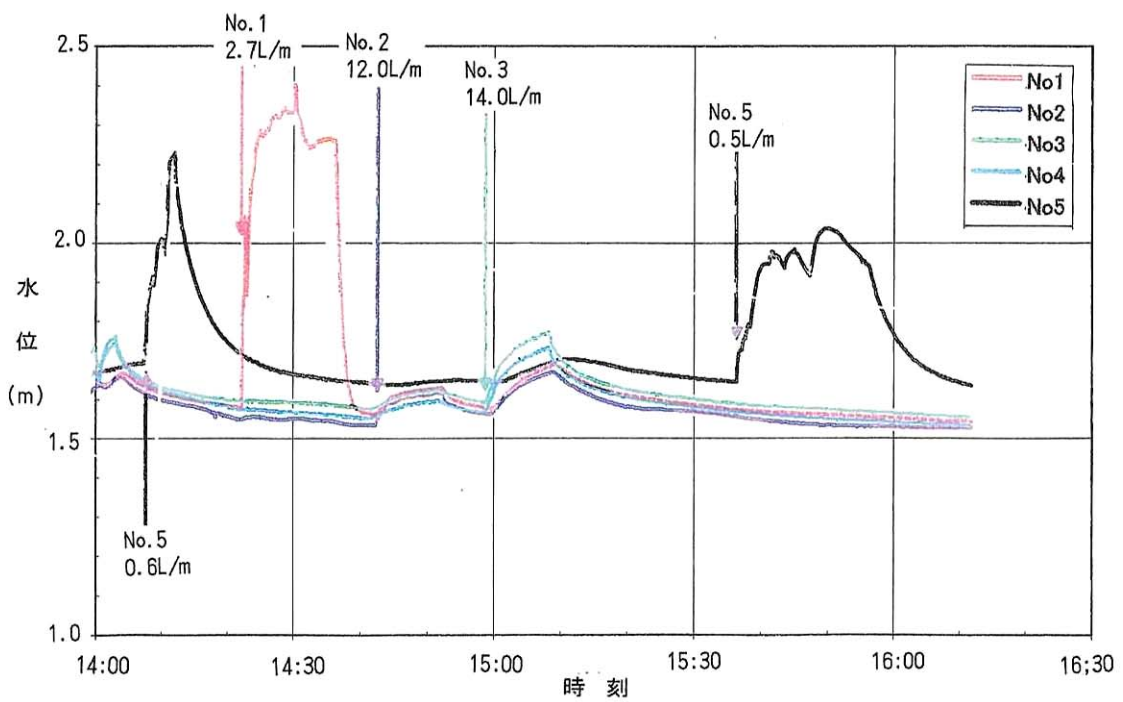
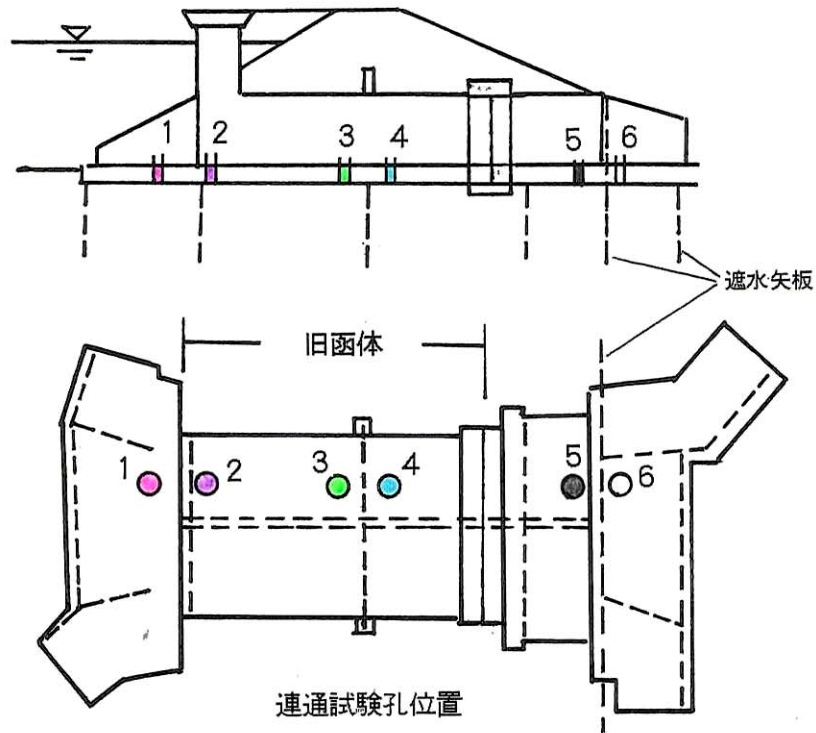
「応答相関図3」(図-23 参照)は、注水孔と観測孔の水位上昇量の「応答比」と「タイムラグ」の関係を示す図である。タイムラグがほとんどゼロの場合は、空洞・水みちでつながっていると判断される。タイムラグが例えば1~2分を越える場合は、2孔間に土を浸透する区間が僅かでも介在しているか、水みちに著しく狭い部分があると考えられる。A樋門の事例では、No.3孔とNo.4孔との間、およびNo.2孔と他の各孔の間ではタイムラグがほとんどない。特に、No.3孔とNo.4孔との間の応答比が0.9と高く、この2孔の間には矢板はなく、空洞で繋がり、周辺は閉塞的であることがわかる。一方、No.1孔に注水した場合と、

No.2 孔から No.5 孔への間は、空洞・水みちによる連続性はないと判断される。さらに、No.3 孔に注水したときの各孔の動きには 1 ないし 2 分のタイムラグが見られる。この場合は「自然水位の勾配の下流側に観測点が位置し」、「注水孔からの距離があり」、さらに「下流側に漏水口があるという条件」のもとで、「時間遅れ」が現れた、と考えられる。

表-1 連通試験データシート

施設名 _____ 試験日時 月 日 (am/pm : ~ :) 天候 _____
 注水孔 No. _____ 注水量 l/min _____ 測定孔数 _____
 函内水位 _____ 川表側外水位 _____ 測定者 _____

No.	(注水孔)		(測定孔)		(測定孔)		(測定孔)		備考
	T.P.+	m	T.P.+	m	T.P.+	m	T.P.+	m	
標高	T.P.+	m	T.P.+	m	T.P.+	m	T.P.+	m	
削孔直後の状況									
空洞状況									
時刻 時 分	時間 分	測定値 m	時間 分	測定値 m	時間 分	測定値 m	時間 分	測定値 m	



基本応答曲線

圖-18 连通試驗結果 事例1 (A 樋門)

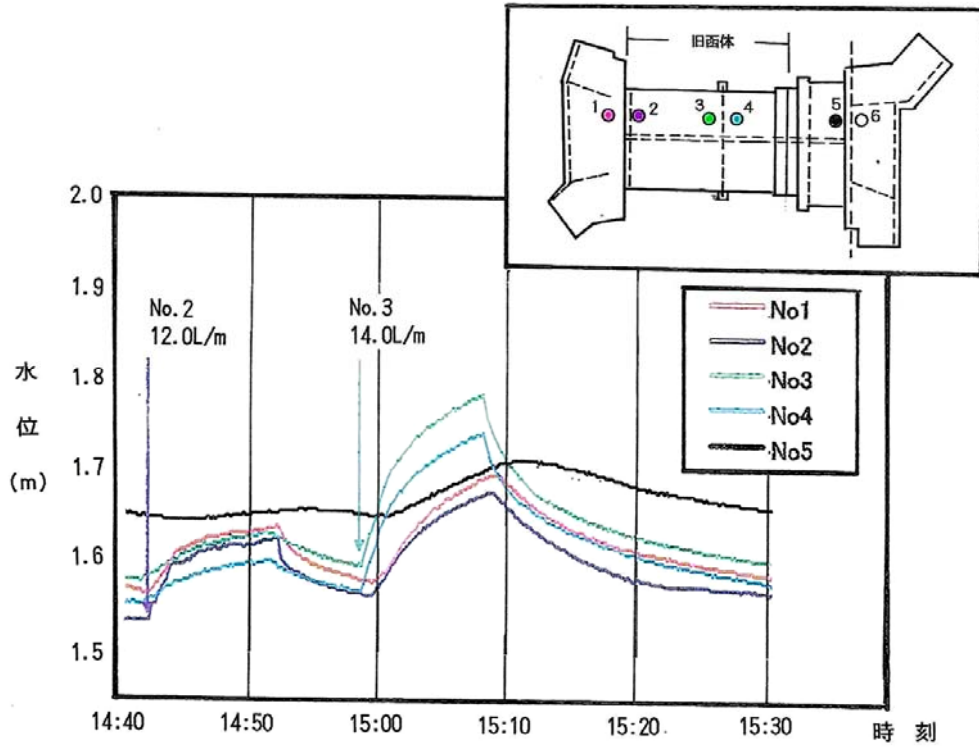


図-19 連通試験結果基本水位応答図 (図-18 の部分拡大)

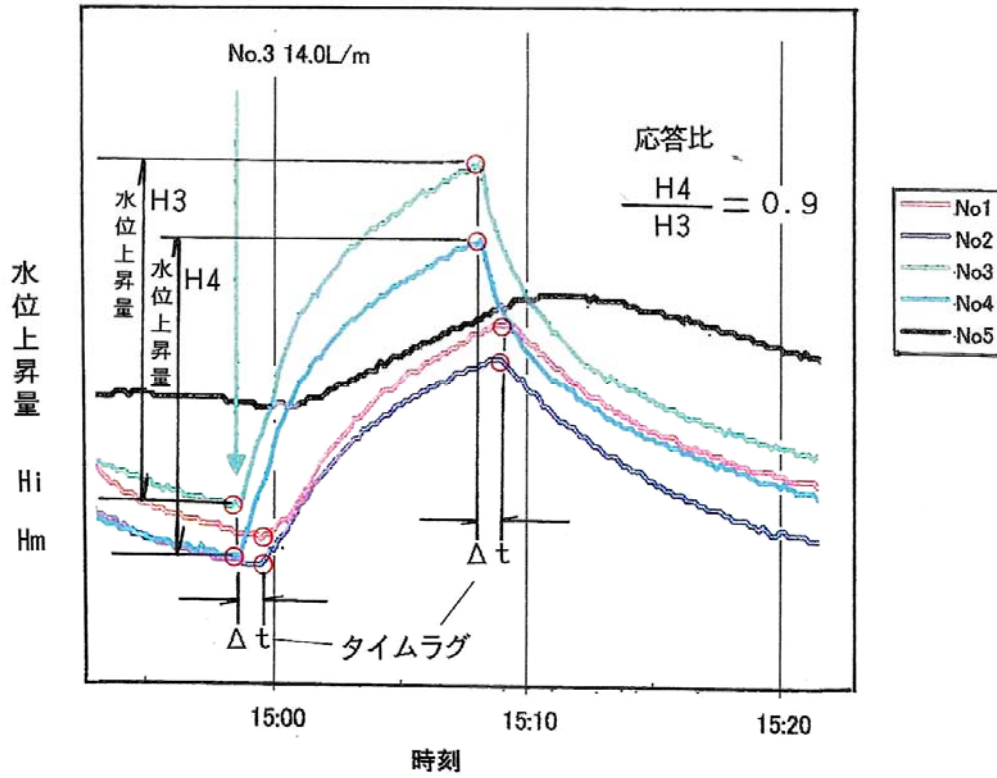


図-20 水位上昇量、応答比、タイムラグの読みとり

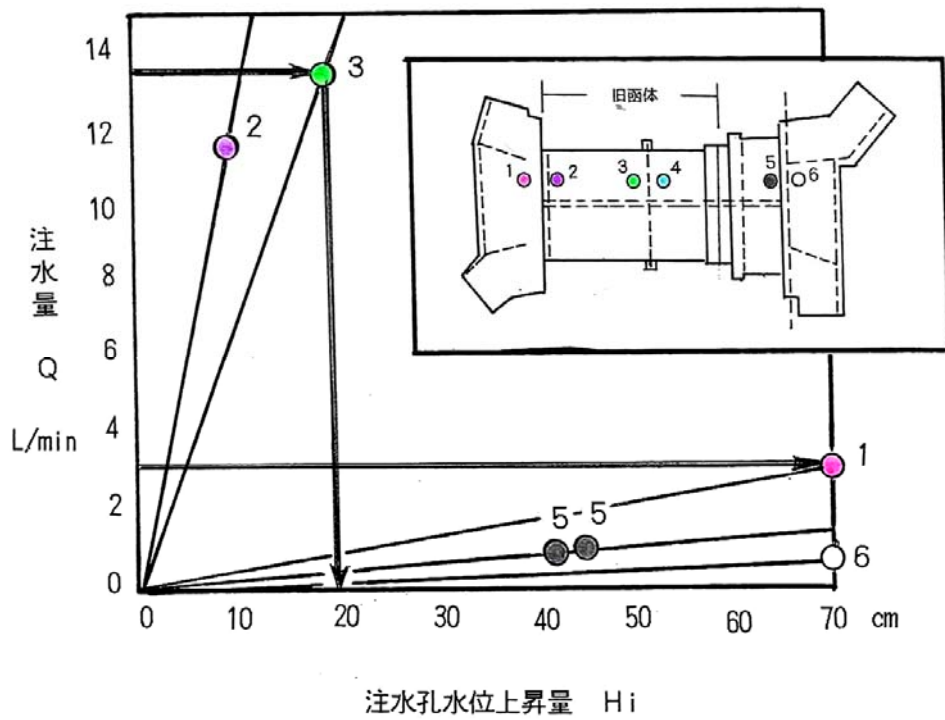


図-21 応答相関図 1 (A樋門)

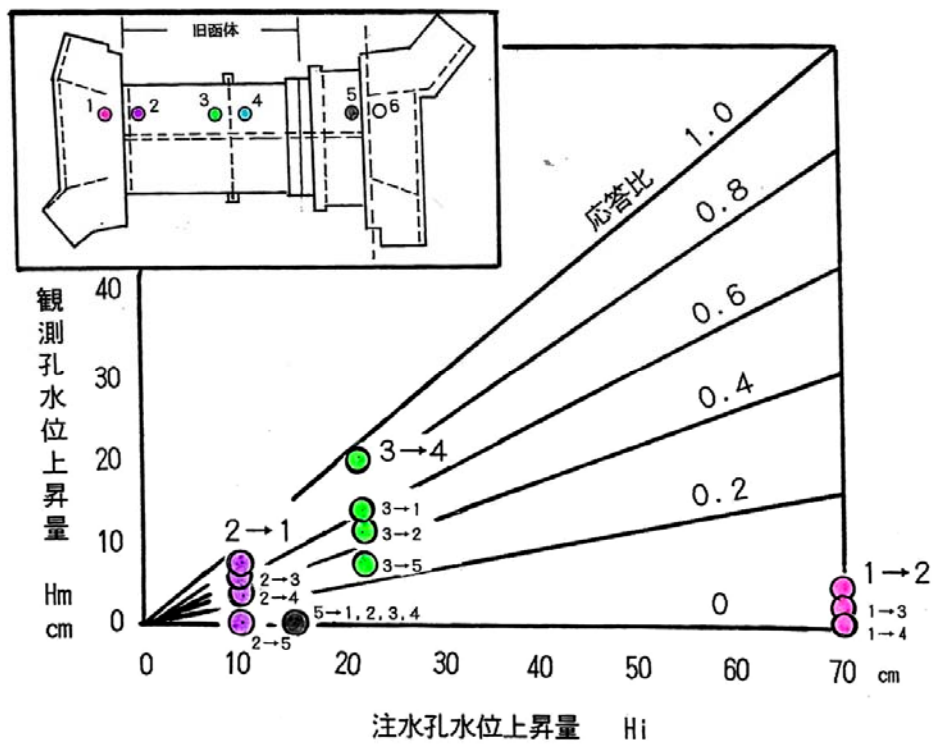


図-22 応答相関図 2 (A樋門)

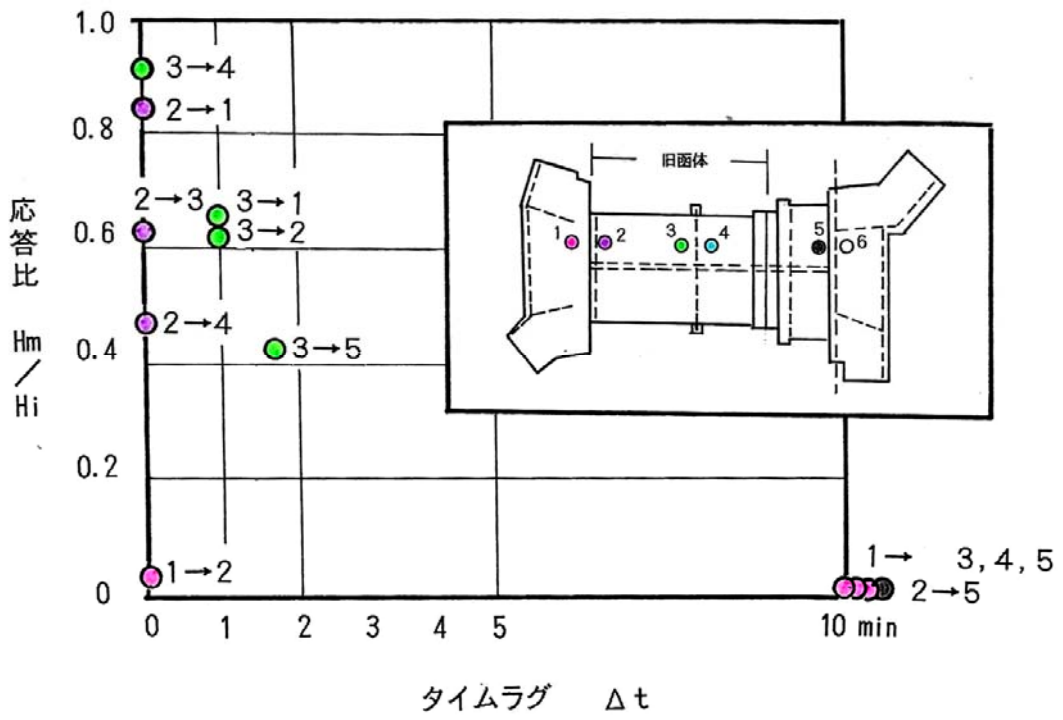


図-23 応答相関図3 (A樋門)

5.8.2 連通試験結果の解釈と活用

連通試験の結果から、空洞状況、各箇所毎のしゃ水矢板のしゃ水機能の状況、川表・川裏への漏水口の有無等を判断できる。

連通試験結果の判定の流れを図-24に示す。「基本水位応答図」から「応答相関図1～3」を作成し、順に判定していく。

以下では、A樋門でのとりまとめ結果を事例として連通試験結果の解釈と活用方法を示す。

A樋門の場合、底版下には一様に数 cm の空洞があるが、旧函体と改築部、およびそれぞれの矢板の機能状況には、図-25のように違いが見られる。

旧函体の中央部には機能しているしゃ水矢板はない。川裏側の「側方に拡張した矢板」は十分に機能し、No.6 孔には空洞がありながら、他の孔と完全に遮断されている。一方、川表側胸壁の下矢板は、その端部が翼壁底版の下に止まっていて、空洞が矢板の横を回ってつながっていて、しゃ水工の機能を果たしていない。

これらのことから、A樋門では、洪水時の河川水が川表の空洞に侵入すると、川裏の側方拡張矢板だけで高い水圧の水を支えなければならず、川裏側の地表や水路底に漏水が発生する恐れがある。この状況を図-26に示す。

高い圧力水頭を持った河川水が川裏側に到達するときには、川裏部の土被りに対するアップリフトやボイリングの発生、クリープ比から見た必要浸透路長の不足の点から、いずれにおいても安全が確保できない。

他の樋門における連通試験結果の事例を図-27～29に示す。

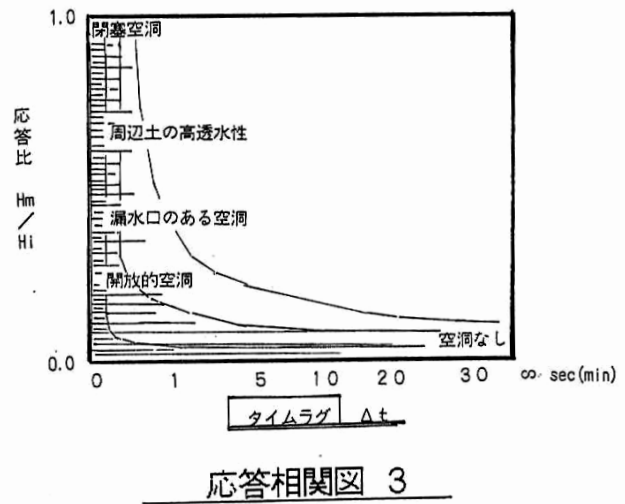
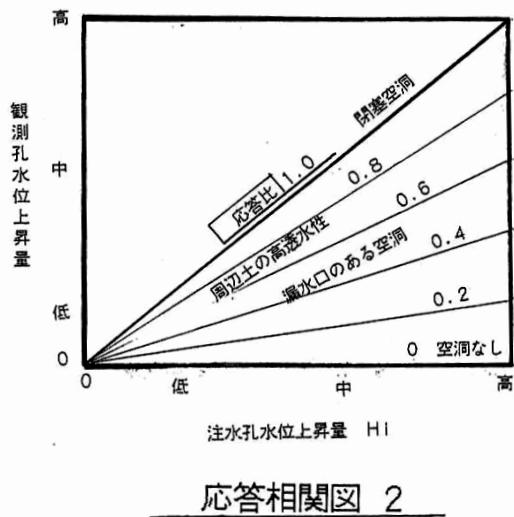
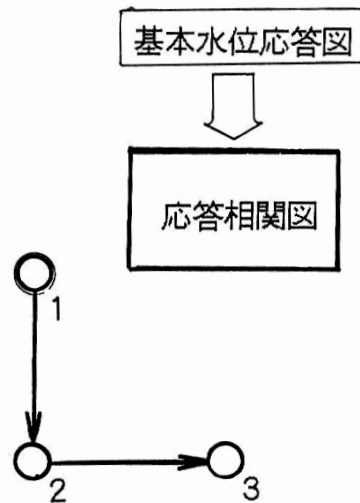
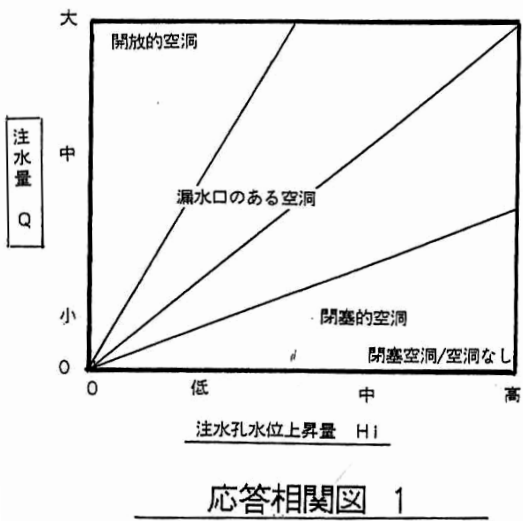


図-24 連通試験結果の判定

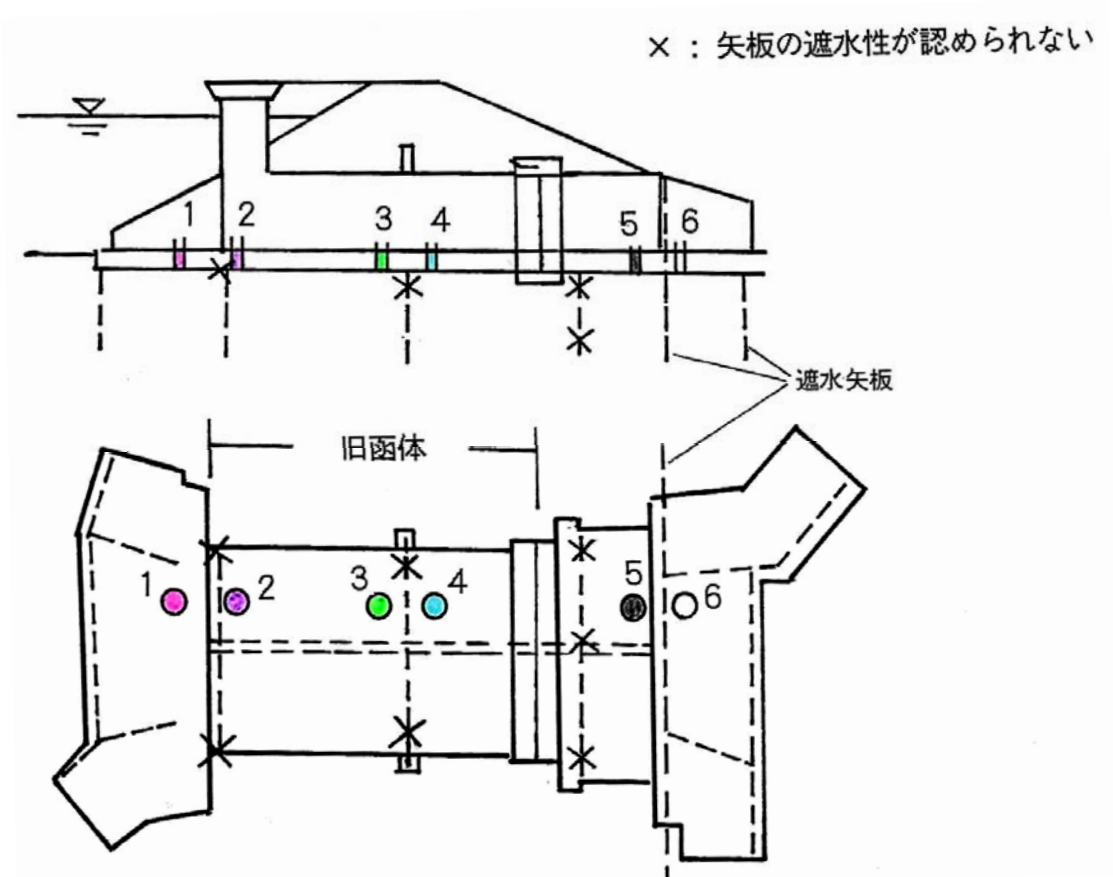


図-25 連通試験孔位置と遮水性損傷の判定 (A樋門)

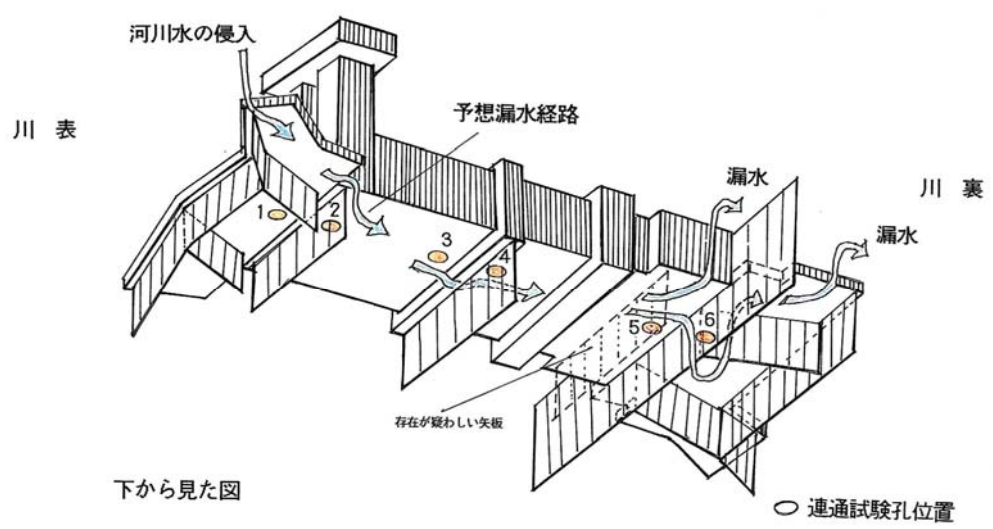
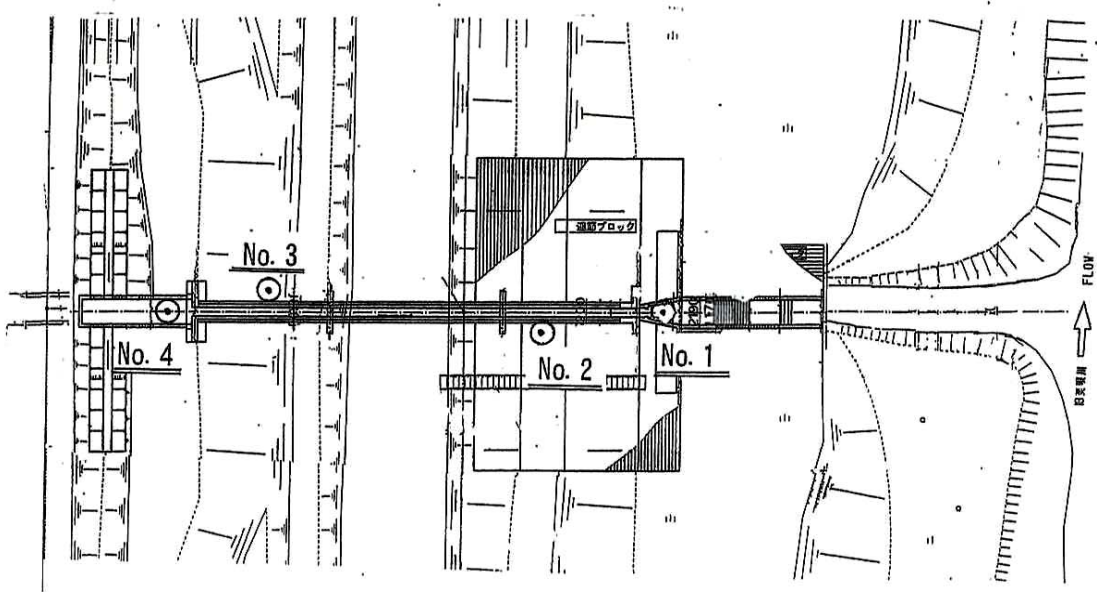
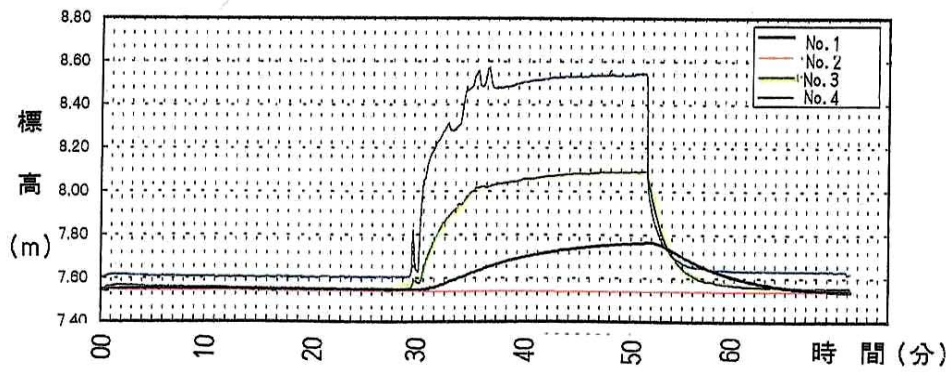


図-26 長時間の高水で懸念される漏水の発生 (A樋門)



連通試験孔位置

No. 4 注水



No. 3 注水

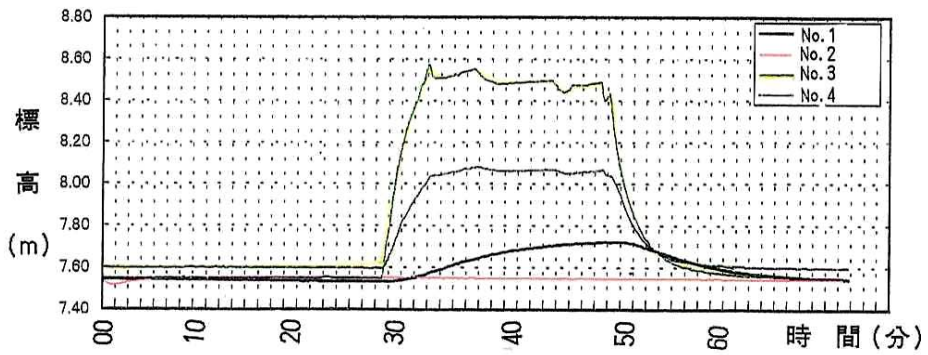
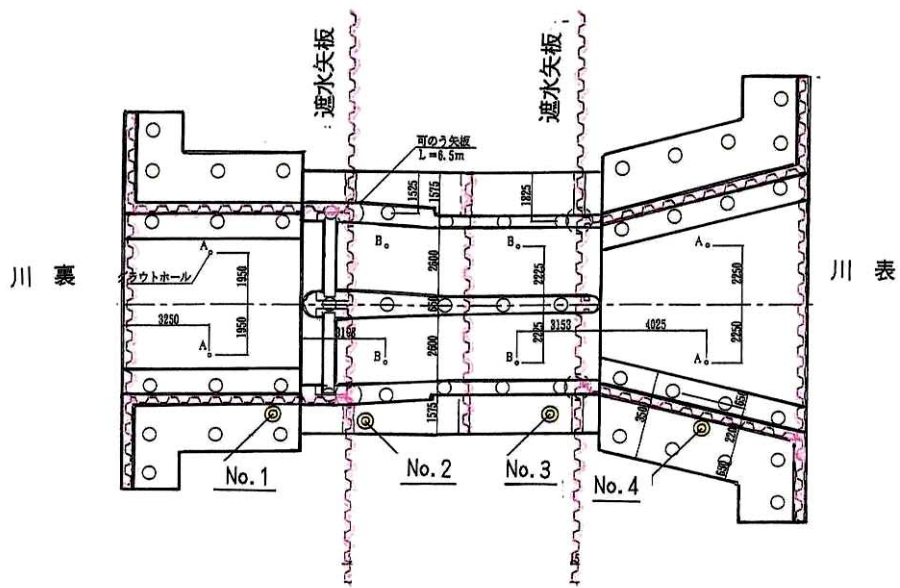


図-27 連通試験結果 事例2 (B極門)



連通試験孔位置

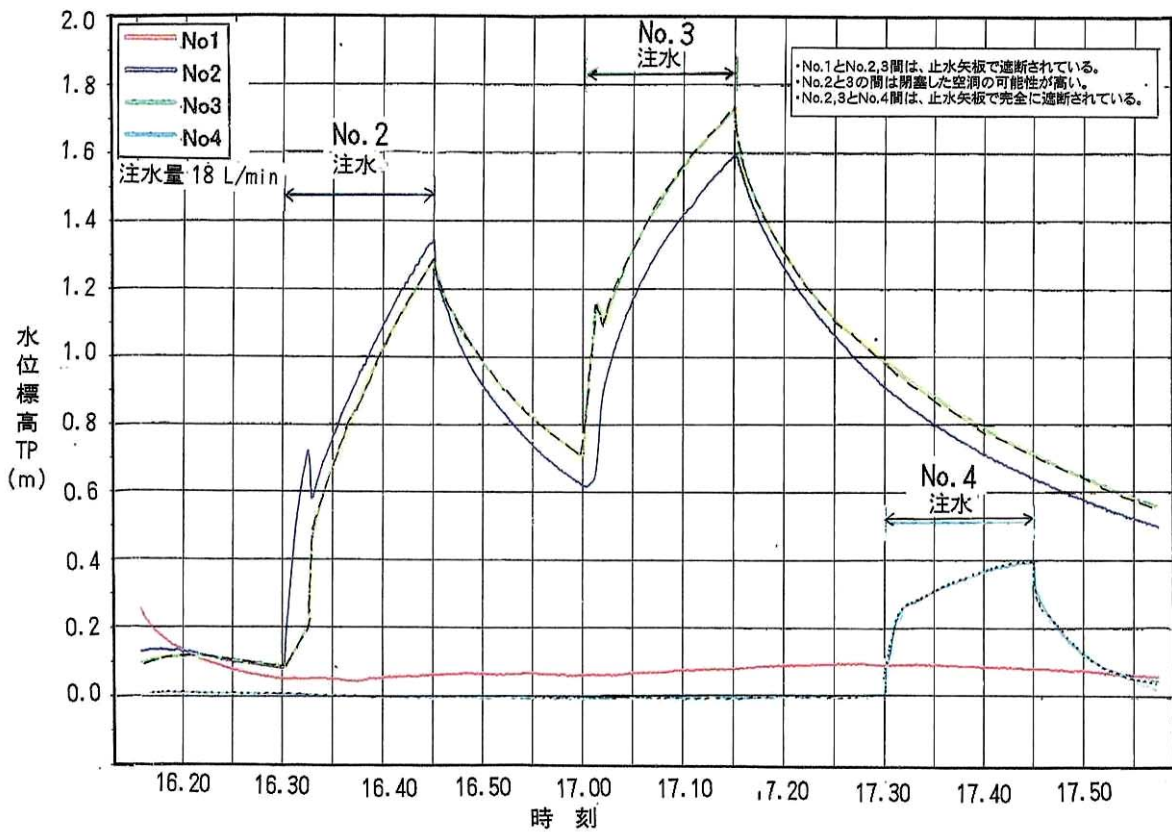
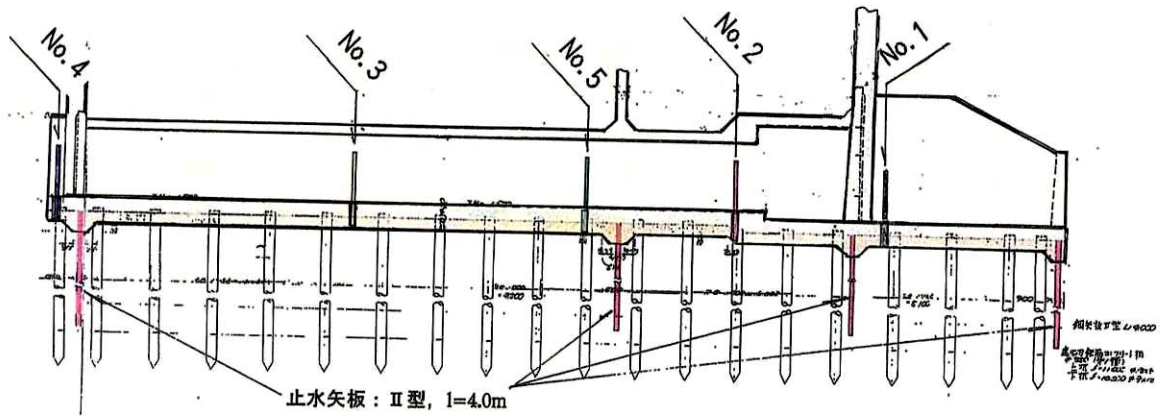


図-28 連通試験結果 事例3 (C樋門)



連通試験孔位置

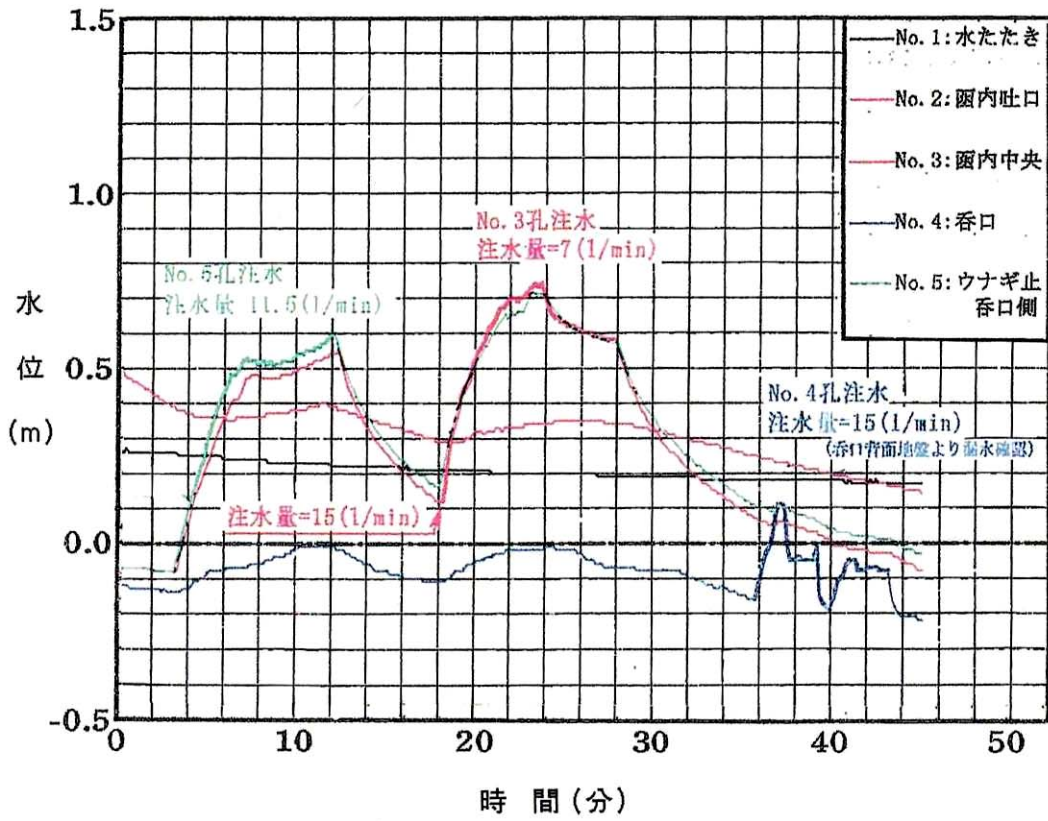


図-29 連通試験結果 事例4 (D樋門)

6.9 試験後の孔の処置

連通試験に用いた底版の孔は、その後の空洞および水位のモニター孔として用いることを原則とする。

あるいは空洞充填グラウトの注入孔として活用した後、再び削孔してモニター孔とする。モニター孔は計測器を設置する場合、または設置しない場合も底版下からの上向きの水圧に十分対抗する構造とし、函内に著しく突出することのない鋼製の蓋を設けるものとする。

底版下の水圧は敷高面に対して一般に被圧状態にあるので、削孔を放置してはならない。そのため、どのような場合にも孔口に被圧に耐えられる丈夫な蓋を設けなければならない。

堤体の上からボーリングして設けた孔は、原則としてグラウトにより完全に充填するものとする。空洞・水位のモニター孔として用いる場合は、水圧型の計器類のみを存置し、できるだけ孔を充填する。河川の高水時に空洞内の水圧は河川水と同程度の高さになることがあるので、特に堤内地側の低い位置、裏小段より下、のり尻部のボーリング孔は解放状態にしてはならない。

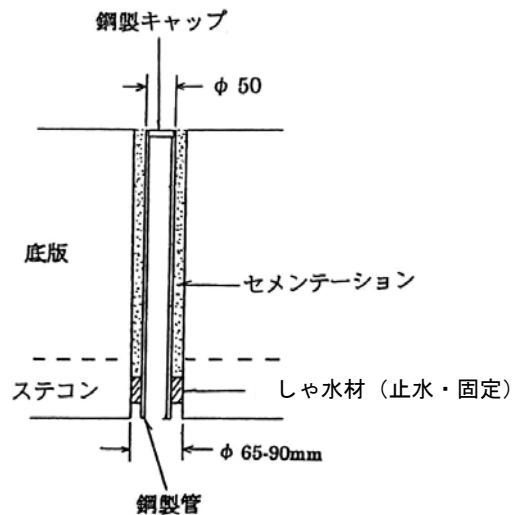


図-30 孔壁保護管設置概念図



写真-21 鋼製保護管およびキャップ



写真-22 設置後の状況

7. 専門家による所見表

本点検要領では、現地診断（一次診断）および二次診断において、専門家の所見を求めることとしている。所見の内容を様式－5に記載する。

専門家による所見表

河川名： _____ 施設名（樋門・水門名）： _____

<現地診断>（一次診断）

診断年月日： _____ 年 _____ 月 _____ 日	専門家氏名： _____
所見：	

<二次診断>

診断年月日： _____ 年 _____ 月 _____ 日	専門家氏名： _____
所見：	

8. 地震後の点検におけるポイント

地震後の点検については、別途通知（直轄河川に係る地震発生時の点検について：平成21年2月27日国河治保第6号）によるが、具体的な点検事項については「堤防等河川管理施設及び河道の点検要領」（平成24年5月、国土交通省水管理・国土保全局河川環境課）および以下に示す点検のポイントを参考とすることができる。ここでの点検では、外観で観察される事象を対象とする。

8.1 地震による被災形態

地震動による樋門等構造物周辺堤防の被災形態として、次の項目が考えられる。

- (イ) 樋門等構造物周辺堤防の変形および抜け上がり
- (ロ) 函体の継ぎ手等の損傷による堤体土の吸い出し・のり面陥没
- (ハ) 基礎地盤の圧密進行に起因する抜け上がり

8.2 被災形態に応じた点検のポイント

- (イ) 樋門等構造物周辺堤防の変形および抜け上がり

基礎地盤や堤体部分の埋戻し土は、土質・密度・地下水位の条件によっては地震時に液状化が生じる可能性がある。液状化により堤防が変形すると、**写真-23**に示すようなのり尻の亀裂や隆起、**写真-24**に示すような天端の沈下・管理橋の落座、**写真-25**に示すような堤防の沈下に伴う函体の抜け上がり等が見られる。これらの変状が大きい場合には、函体の損傷も懸念されるため、「5. 函内観察要領」等にしながら詳細調査を実施することが必要である。また、杭基礎構造の函体で抜け上がりが顕著な場合には、函体下に空洞が生じている可能性があるため、「6. 連通試験実施要領」等にしながら詳細調査を実施することが必要である。詳細調査の結果、函体周辺のゆるみ・空洞が懸念される場合は、別途サウンディングや開削調査もあわせて実施することが望ましい。

- (ロ) 函体の継ぎ手等の損傷による堤体土の吸い出し・のり面陥没

地震により、函体の継ぎ手や壁面に損傷が生じた場合、水や土砂が函体内に流入して、堤体土の吸い出しが生じる可能性がある。その後の降雨等により堤体土の吸い出しが進行すると、堤体のり面の陥没に至る危険性がある。**写真-26**は、地震により継ぎ手が大きく開いた事例である。この事例では、**写真-27**に示すように、翼壁と門柱の接合部が大きく開く変状があわせて確認された。函体の継ぎ手等に損傷が生じるのは、基礎地盤や堤体の液状化による樋門等構造物周辺堤防の変形にともない、函体に対して函軸方向に引っ張られる力が作用した結果であり、事例で示したように、変状は函体以外の箇所にも複合して現れる可能性が高い。したがって、翼壁と門柱、函体と水叩き等の接合部、護岸の沈下等が顕著に見られた場合は、函体の損傷も懸念されるため、「5. 函内観察要領」等にしながら詳細調査を実施することが必要である。詳細調査の結果、継ぎ手の損傷等により堤体土が吸い出される恐れがある場合には、別途サウンディングや開削調査等により函体周辺のゆるみ・空洞の調査を行う必要がある。また、函体の伸張が顕著な場合には、**写真-28**、**写真-29**に示すような支持杭の損傷も懸念される。損傷の度合いによっては開削調査等であわせて確認することが必要である。

(ハ) 基礎地盤の圧密進行に起因する抜け上がり

基礎地盤が粘性土で構成されている場合、地震により上昇した間隙水圧が徐々に消散するのに伴って圧密が進行し、地盤沈下が生じる可能性がある。杭基礎構造の函体の場合、地盤沈下により函体の抜け上がりが見られ、函体下に空洞が生じることが懸念されるため、「6. 連通試験実施要領」等にしながらって詳細調査を実施することが望ましい。なお、地震後の圧密沈下は、液状化に起因する地盤沈下よりもゆっくり進行する現象である点には注意が必要である。



写真-23 堤外のり尻部の変状
亀裂・空洞などの顕著な変状がみられる。

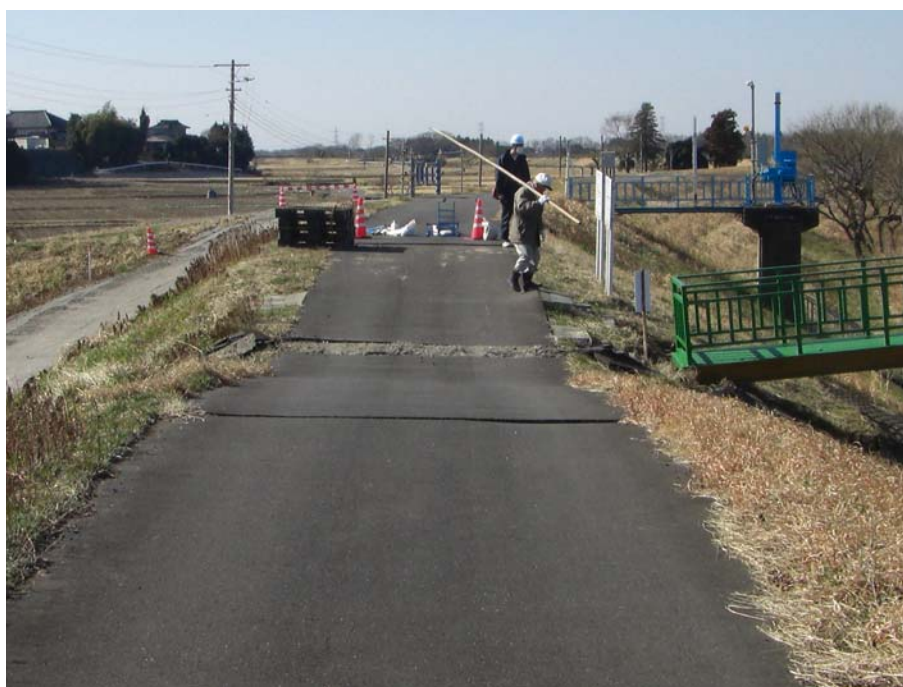


写真-24 天端の沈下と管理橋の落座



写真-25 函体直上の抜け上がり（堤内のり面）

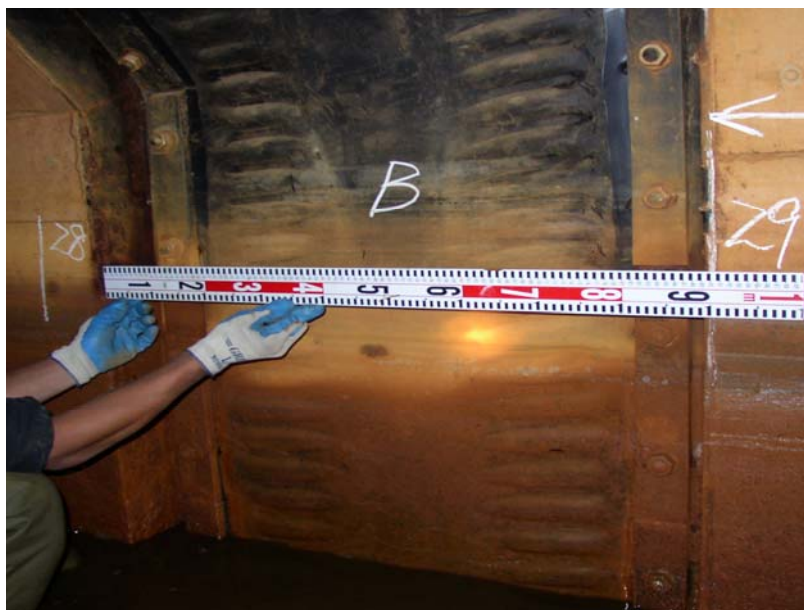


写真-26 継手部の開き
建設時の開き(45cm)が地震後に90cmまで開いている。



写真-27 門柱と翼壁部の開き
翼壁部が地震後に約70cm開いている。



写真-28 基礎杭頭部の破断
函体の変形に伴い基礎杭頭部が破断している。



写真-29 基礎杭頭部の破断
吐水槽の荷重により基礎杭頭部が座屈破断している。