営業種目

建設工事の地質調査、防災・環境関連調査、資源・学術調査

文献調査･資料調査	地形,地質,地震,災害,土地利用等
地表踏査	地形,地質,水質,植生,土壌
物理探査	屈折法,反射法,電気,電磁,重力,磁気,放射能,地中レーダ,音波,微動アレイ等
検層	速度,音波,電気,密度,温度,キャリパ,ＶＳＰ,放射能,トモグラフィー等
磁気探査	危険物（機雷,爆弾,砲弾等）,地下埋設物（基礎杭,残置杭,洞道）等の深度および位置
ボーリング	土質,岩盤；大口径,温泉
乱さない試料採取	シンウォール,デニソン,フォイル,サンド,ブロック等
原位置試験	水平載荷,孔内水平載荷,現場透水,湧水圧,揚水,各種サウンディング
動態調査	振動,騒音,常時微動,変位,その他各種計測と解析
室内試験	物理試験,力学試験,水質分析,土壌分析,地中ガス分析等
解析	GEOSCAN,各種物理探査,地震応答,地すべり,地下水流出,水収支,各種ＦＥＭ等
電算業務	ソフトウェア作成,計算業務
機器の販売	磁気探査システム,電磁探査システム,弾性波探査システム,その他の測定機器
測定機器のリース	電磁探査機器のリース
測量	基準点測量等
防災対策工事	のり面、崩壊斜面
施工管理	トンネル施工管理等

NGP 日本物理探鑛株式会社

本　　社　〒143-0027 東京都大田区中馬込二丁目 2 番 12 号　TEL 03(3774)3211　FAX 03(3774)3180
URL：http://www.n-buturi.co.jp
E-mail：gijutsu@n-buturi.co.jp

東関東支店	〒310-0804 水戸市白梅三丁目 10 番 5 号 コーラルトップ 108	TEL 029(231)7315	FAX 029(231)7316
		E-mail：mito@n-buturi.co.jp	
関東支店	〒143-0027 東京都大田区中馬込二丁目 2 番 12 号	TEL 03(3774)3161	FAX 03(3774)9353
		E-mail：kanto@n-buturi.co.jp	
札幌営業所	〒060-0061 北海道札幌市中央区南 1 条西 16 丁目 1-323 春野ビル 3F	TEL 011(558)3121	FAX 011(558)0900
		E-mail：sapporo@n-buturi.co.jp	
東北営業所	〒980-0021 仙台市青葉区中央四丁目 8 番 15 号	TEL 022(393)4155	FAX 022(393)4156
		E-mail：tohoku@n-buturi.co.jp	
埼玉営業所	〒336-0021 さいたま市南区別所 5-15-2	TEL 048(700)3184	FAX 048(700)3100
千葉営業所	〒273-0011 船橋市湊町 2-12-24 湊町日本橋ビル 6F	TEL050(6861)3024	FAX 050(6865)6843
神奈川営業所	〒221-0856 横浜市神奈川区三ツ沢上町 7-8 ジュネス 203	TEL 045(550)4865	FAX 045(314)6499
北陸支店	〒950-0983 新潟市中央区神道寺三丁目 11 番 19 号	TEL 025(241)2960	FAX 025(241)2959
		E-mail：hokuriku@n-buturi.co.jp	
中越営業所	〒940-2033 新潟県長岡市上除町 1128-3	TEL 0258(94)4420	FAX 0258(94)4421
中部支店	〒465-0094 名古屋市名東区亀の井二丁目 134 番地	TEL 052(753)9662	FAX 052(753)9664
		E-mail：chubu@n-buturi.co.jp	
三重営業所	〒511-0041 桑名市外堀 22 番地　ITO ビル 102	TEL 0594(32)7725	FAX 0594(32)7726
関西支店	〒543-0033 大阪市天王寺区堂ケ芝一丁目 3 番 24 号 LN 堂ヶ芝ビル 2F	TEL 06(6777)3517	FAX 06(6773)5488
		E-mail：kansai@n-buturi.co.jp	
滋賀営業所	〒520-0246 大津市仰木の里四丁目 13 番 2-204	TEL 077(574)2261	FAX 06(6773)5488
四国営業所	〒760-0012 高松市瀬戸内町 19 番 25 号	TEL 087(863)6191	FAX 087(863)6192
		E-mail：shikoku@n-buturi.co.jp	
中国支店	〒731-0138 広島市安佐南区祇園 3-48-13	TEL 082(850)0073	FAX 082(850)0080
		E-mail：cyugoku@n-buturi.co.jp	
九州支店	〒803-0814 北九州市小倉北区大手町 7 番 38 号 大手町ビル 3F	TEL 093(581)8281	FAX 093(581)8267
		E-mail：kyushu@n-buturi.co.jp	
福岡営業所	〒812-0016 福岡市博多区博多駅南三丁目 13 番 17 号	TEL 092(474)3087	FAX 092(474)3107
沖縄事務所	〒904-2155 沖縄県沖縄市美原 4-7-1　春マンション 103	TEL 098(923)1915	FAX 098(923)1916

※NGPは日本物理探鑛株式会社の略称です　　2018.7

NGP 樋門・樋管の調査

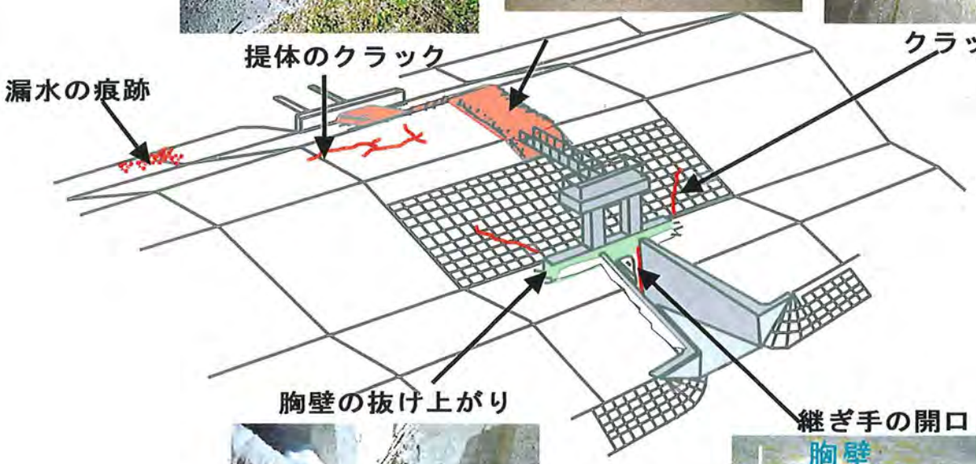
―樋門等構造物周辺堤防点検要領 他―

日本物理探鑛株式会社

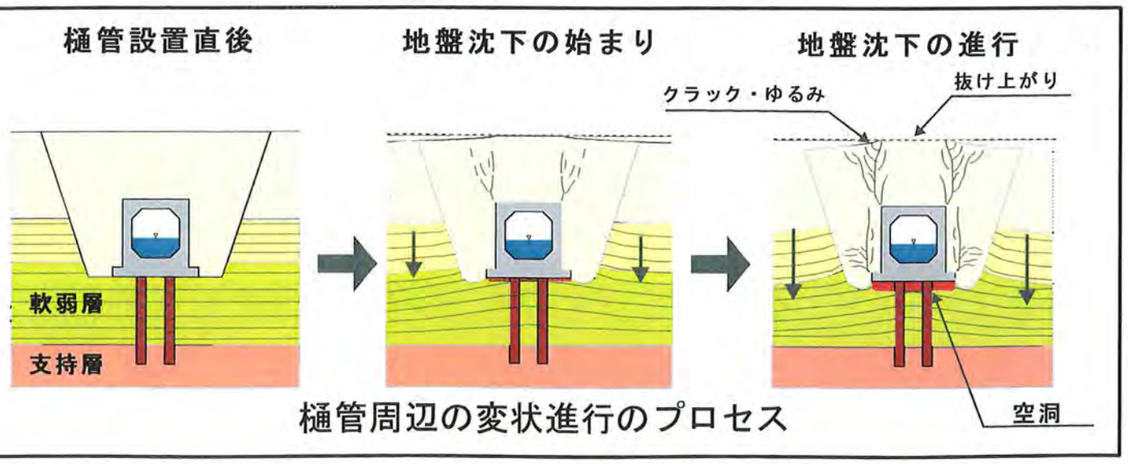
はじめに

樋門・樋管（以下、樋管）は、農業用水の取得や排水機場からの排水を目的とした、堤防を横断する暗渠形式の水路構造物です。堤防を連続構造物としてみたとき、堤防の一部を樋管で置換することによって、その部分は堤防の弱点にもなっています。樋管が作られる場所は一般に軟弱地盤であり、従来の樋門・樋管は杭基礎となっています。このような場所で地盤沈下が発生すると、樋管周辺に、クラックや抜け上がりのような変状が観察されるようになります。変状進行のプロセスを考えると、函体周辺の堤防部に空洞が発生していることが予測されます。

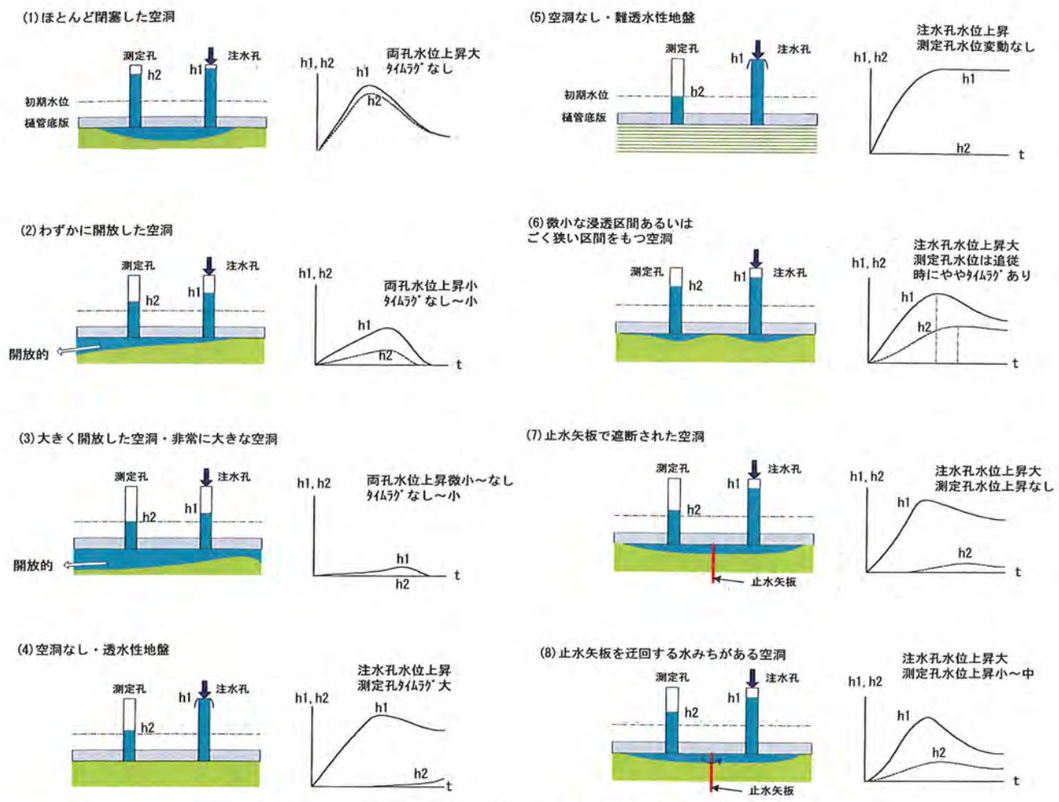
空洞はパイピング発生の原因となり、堤防の安全性を損ないます。樋管周辺に異常が見つかった場合には早期に点検を行い、適切な処置を行うことが必要です。



樋管周辺に見られる変状の例



樋管周辺の変状進行のプロセス



空洞の分布状況と水位応答図の関係

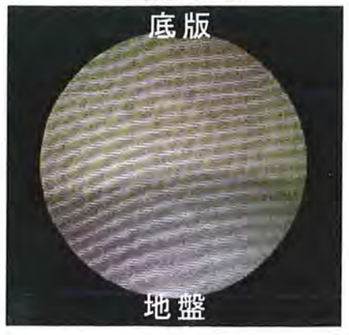
水位応答図からその特徴を抽出します　水位応答図をもとに応答相関図を作成し、連通試験結果の判定をします

4）ファイバースコープによる底版下空洞観察

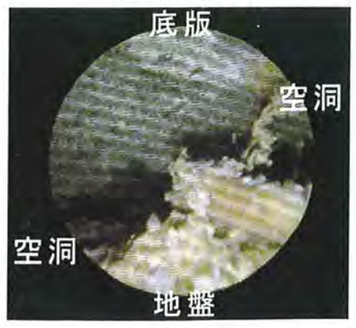
連通試験で削孔した観測孔を利用して、ファイバースコープによって直接、空洞の有無を確認します。

ファイバースコープ作業状況

空洞なし



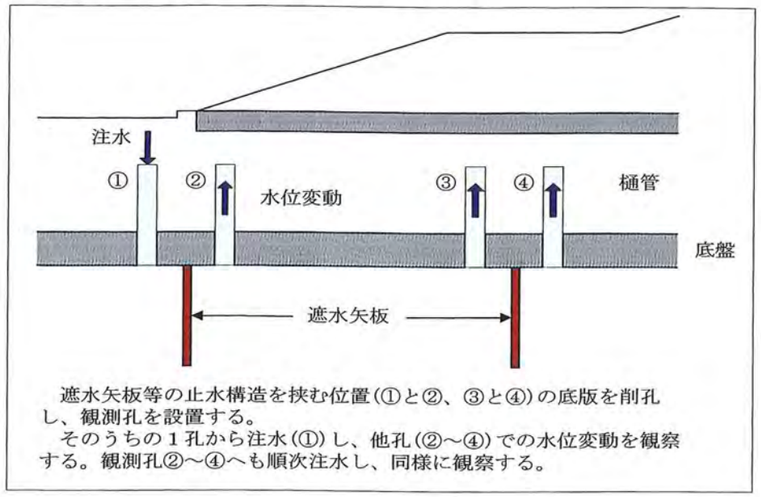
空洞あり



現地調査（精査）

3）連通試験

連通試験は、樋管下部に設置されている止水矢板が正常に機能しているかどうかを確認するための試験で、止水矢板をはさんだ観測孔で水の移動状況を調べます。止水矢板の両側が空洞で繋がっている場合には、水が制約されることなく移動（連通）します。



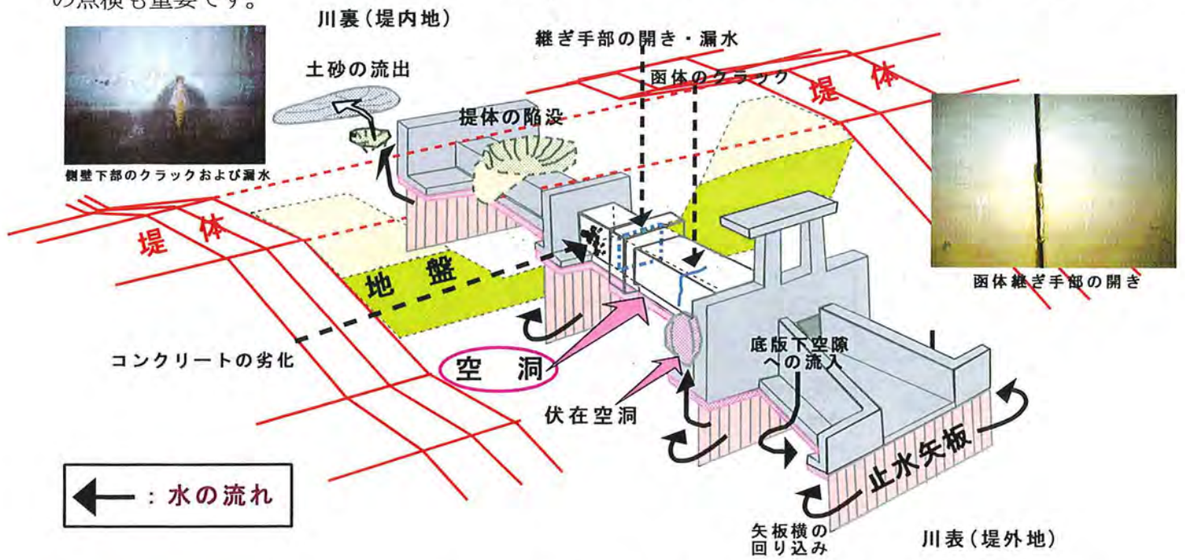
遮水矢板等の止水構造を挟む位置（①と②、③と④）の底版を削孔し、観測孔を設置する。
そのうちの１孔から注水（①）し、他孔（②～④）での水位変動を観察する。観測孔②～④へも順次注水し、同様に観察する。

連通試験の概念図

連通試験の作業状況

底版下の空洞によるパイピングと変状

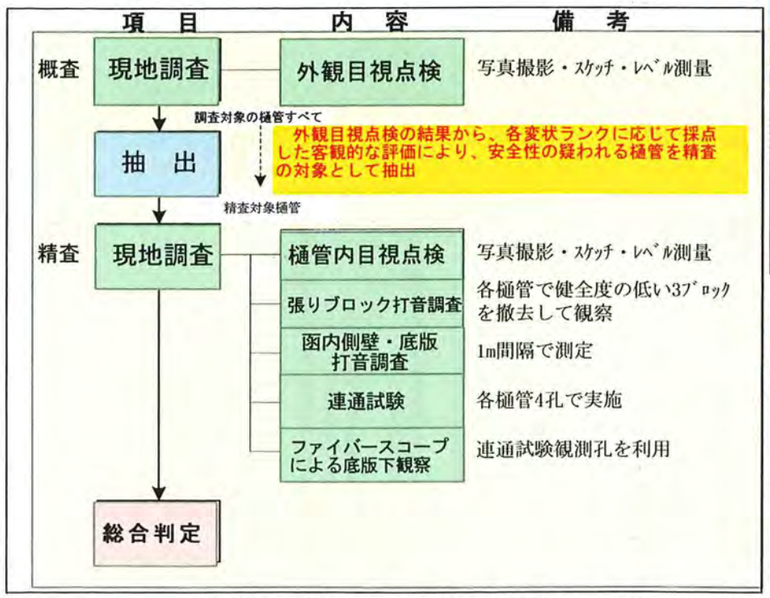
支持杭基礎の場合、沈下が進行すると空洞が発生します。これらの空洞がつながって水みちが形成されると、それにともなう変状が現れてきます。止水矢板の側方を迂回する水が土を浸食すると、堤体内に空洞が発生する場合があります。この伏在空洞が上部の荷重等により潰されると堤体の陥没となります。さらに進行して、川裏にまで水みちができあがると、堤内地に砂の流出等が観察されるようになります。もはや、止水矢板がその機能を果たしていない状況です。
樋管壁面のクラックやコンクリートの劣化、継ぎ手の開口なども漏水の原因となります。樋管内部の点検も重要です。



水みちの形成にともなう変状

調査の流れ

対象となる樋門・樋管について、概査として主に目視による変状の点検を行います。
次に、概査の結果をもとに健全度の低い樋門・樋管、すなわち精査を行う樋門・樋管を抽出します。
精査では、函内の詳細な観察や連通試験、底版下の観察などを実施します。樋管の両端で止水を行うこともあります。



樋管・樋門の調査の流れ（例）

止水工事の例

外観目視点検（概査）および変状

外観目視点検では、『樋管周辺に見られる変状の例』に示したような変状に注目します。これらの観察記録をスケッチや写真とともに残します。また、堤防に平行な複数の測線を設けてレベル測量を行い、抜け上がり量や不等沈下量も計測します。

樋管の変状度評価を客観的に行うために、点検によって見出された変状に応じて点数をつけ、その得点により樋管の危険度を数値化します。以下はその例です。

【樋管変状度評価基準例】重大な変状である『堤体抜け上がり』『護岸不等沈下』『胸翼壁接合部開き』『護岸クラック・目地開き』『護岸段差』の５項目と、これ以外でも無視できない変状（『特記事項』）を指標として選定。次に、これらに変状度に応じた配点を与えた評価基準を作成し、基準に従って危険度を判定。　　この結果をもとに危険度の高い樋管を選び出して精査を実施しました。

樋管変状度評価基準（例）

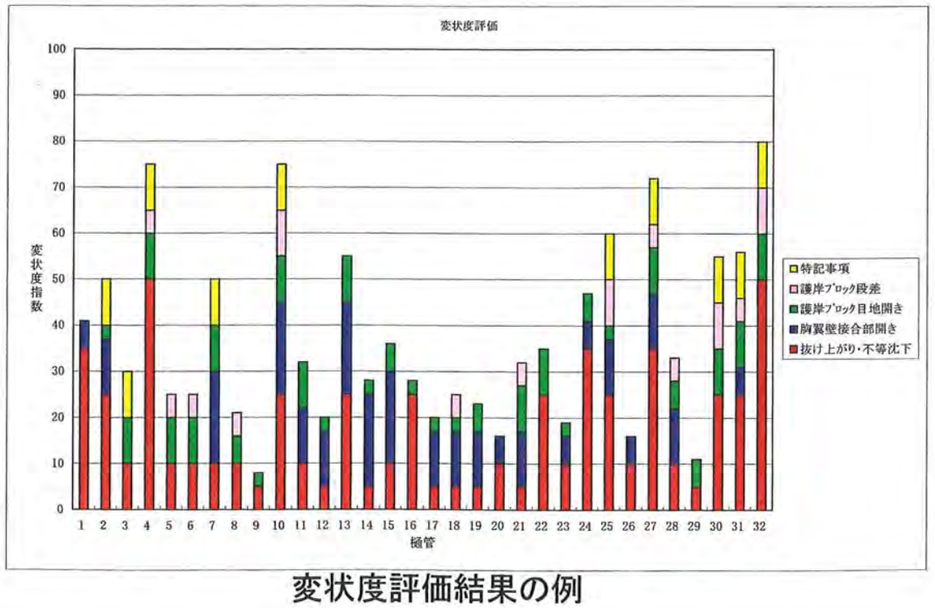
配　点	項　　目	評　　価　　値	質 値
50	堤体抜け上がり または護岸不等沈下	5cm未満	0.2
		5cm以上 15cm未満	0.5
		15cm以上 30cm未満	0.8
		30cm以上	1.0
20	護岸目地開き	なし	0.0
		1.0cm未満	0.3
		1.0cm以上 2.0cm未満	0.6
		2.0cm以上	1.0
10	胸翼壁接合部開き	なし	0.0
		0.5cm未満	0.3
		0.5cm以上 1.0cm未満	0.6
		1.0cm以上	1.0
10	護岸段差	なし	0.0
		5cm未満	0.5
		5cm以上	1.0
10	特記事項	あり	1.0
		なし	0.0

【変状度算出の例】

変状項目ごとの配点に質値を乗じるそれぞれの項目に対する計算値を加算し変状度を評価する。すべての項目において、大きな変状が観測された場合、値は１００になる。

※『抜け上がり』と『不等沈下』
樋管を中心に沈下量が対称であれば『抜け上がり』、非対称であれば『不等沈下』とし、両者を同時に計上しない。
『抜け上がり』『不等沈下』の数値は現地で計測された最大高低差を採用する。

※『護岸段差』と『抜け上がり』『護岸段差』の数値が『抜け上がり』の最大高低差より大きい場合は、護岸段差量のみを計上し、堤体抜け上がり量は計上しない。



変状度評価結果の例

現地調査（精査）

１）樋管内目視点検

精査では特に樋管内部の変状に重点をおいて点検します。樋管内部の変状状況を観察して記録し、写真やスケッチとともに残します（函内の水位が低い樋管では、概査時に内部の観察を行うこともあります）。函体のクラック、函体の撓み折れ曲がり等の変形、コンクリートの劣化、継ぎ手部の開きなどが樋管内で観察される変状の主なものです。変形量やクラックの幅などを測定しておくことは、樋管に対する応力状況を判断するために重要な情報となります。

目視点検状況

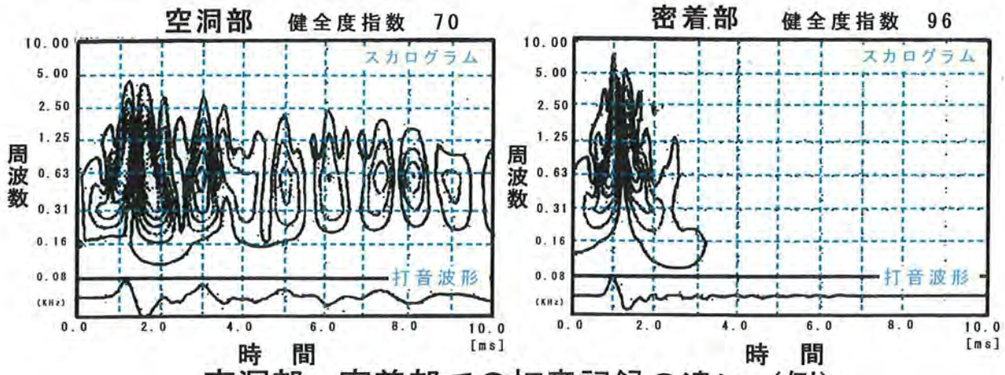
底版レベル測量状況

２）打音調査

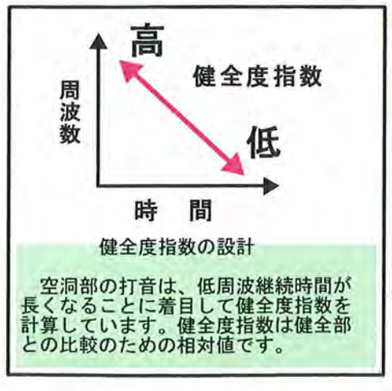
空洞調査には広くレーダ探査が採用されています。しかし、分厚い鉄筋コンクリート構造である樋管では適用が難しいのが実情です。

打音調査の場合、背面に空洞があるとその空洞が共鳴体となって音波が増幅され継続時間が長くなります。またコンクリートの厚さに対して空洞がある程度大きければ、壁面がたわみ振動を起こし、低周波が卓越した記録になります。一方、背面が密着している場合には、高周波成分が卓越して音波の継続時間は短くなります。打音データをウェーブレット変換し、周波数成分の時間変化を見ることのできるスカログラムで表すと、この現象を視覚的にとらえることができます。

厚いコンクリート構造である樋管函体に対しては、健全部と欠陥部との打音の違いが現れにくくなり、適応が困難であるのが現状です。今後、打音波形やスカログラムを詳細に比較・検討することによって、何らかの欠陥を発見できる可能性もあります。コンクリートの薄い護岸張りブロック等では打音による空洞調査の効果が期待されます。



空洞部・密着部での打音記録の違い（例）



健全度指数の設計

空洞部の打音は、低周波継続時間が長くなることに着目して健全度指数を計算しています。健全度指数は健全部との比較のための相対値です。

樋管内での打音測定
ソナライザ操作中