

ISSN 0386-5878
土研資料第1843号

土 木 研 究 所 資 料

新潟地震および宮城県沖地震による樋管
の被害状況および復旧に関する資料調査

昭和57年 3 月

建 設 省 土 木 研 究 所
地震防災部・振動研究室

ま え が き

本資料は、昭和39年6月16日の新潟地震（ $M=7.5$ ）および昭和53年6月12日の宮城県沖地震（ $M=7.4$ ）による樋管の被害調査および復旧に重点を置いて、地震発生当時、工事々務所の第1線で活躍された建設省職員から聞き取りにより調査した結果をとりまとめたものである。調査期日が短く、また、聞き手の側の知識不足もあって、被害の調査、復旧に奮闘された方々の貴重な体験を十分くみ取り得ない面もあると考えられるが、このような資料が比較的少ない現状から、とりまとめを行ったものである。本資料が地震直後の第1線の状況を少しでも表わし得ていれば幸いである。

本調査に際しては、巻末に掲げる多くの方々の手をわずらわした。ここに記して厚くお礼申し上げる次第である。

昭和57年3月

建設省土木研究所地震防災部振動研究室

主任研究員 川 島 一 彦

研究員 常 田 賢 一

目 次

まえがき

1. 1978年宮城県沖地震による樋門樋管の地震被害および復旧状況	1
1-1 概 説	1
1-2 丸山排水樋管	2
1-3 中村排水樋管	8
1-4 阿久戸排水樋管	14
1-5 不来内排水樋管	22
1-6 北沢第2排水樋管	23
1-7 六郎館樋管	24
1-8 日形排水樋管	24
1-9 ま と め	29
2. 1964年新潟地震による樋門樋管の地震被害および復旧状況	30
2-1 概 説	30
2-2 下山樋管	31
2-3 桑山樋管	36
2-4 広野排水樋管	40
2-5 浜中樋管	40
2-6 そ の 他	40
謝 辞	41
参 考 文 献	42
付録 一 樋門・樋管の設計	43

1. 1978年宮城県沖地震による樋門・樋管の地震被害および復旧状況

1-1 概 説

調査対象の母数として、樋門・樋管および排水機場（樋管）の総数を北上川下流工事々務所管内で調べてみると表1-1のようになり、河川管理施設と許可工作物を合わせるとそれぞれ119, 58となる。これらを材質面から分類すると、鉄筋コンクリートが全体の59%を占め一番多く、以下、コンクリートヒューム管が19%となっている。また、断面積別にみると、2~4 m²のものが全体の28%と一番多いが、1 m²以下のものも25%ある。長さは、堤防断面に応じ各種のものがある。竣工年を分類すると、昭和30~40年代が一番多く、全体の24%、以下、昭和40~50年代、昭和20~30年代となっている。不明のものが16%あるが、これらの多くは、明治期に作られたと考えられるので、これを合わせると、明治期のものも全体の20%と比較的多い。

表1-1 樋管および排水機場（樋管）の区分（北上川下流工事事務所管内）

種 別 ・ 区 分		河 川 管 理 施 設		許 可 工 作 物		合 計 (%)
		排 水 樋 管	直 轄 排 水 機 場	排 水 機 場	排 水 樋 管	
材 種	鉄 筋 コ ン ク リ ー ト	62	3	37	2	104 (59)
	コ ン ク リ ー ト ヒ ュ ー ム 管	23	0	5	5	33 (19)
	そ の 他	9	0	2	1	12 (8)
	不 明	15	4	7	2	28 (16)
	合 計	109	7	51	10	177 (100)
断 面 積 A [m ²]	0 < A ≤ 1	34	0	5	5	44 (25)
	1 < A ≤ 2	17	2	8	2	29 (16)
	2 < A ≤ 4	31	1	17	1	50 (28)
	4 < A ≤ 6	9	0	8	0	17 (10)
	6 < A ≤ 8	3	0	3	0	6 (3)
	8 < A	0	0	3	0	3 (2)
	不 明	15	4	7	2	28 (16)
	合 計	109	7	51	10	177 (100)
長 さ [m]	0 < l ≤ 10	9	0	2	0	11 (6)
	10 < l ≤ 15	9	0	2	1	12 (7)
	15 < l ≤ 20	17	0	6	2	25 (14)
	20 < l ≤ 25	21	0	1	1	23 (13)
	25 < l ≤ 30	11	0	7	3	21 (12)
	30 < l ≤ 35	8	2	4	0	14 (8)
	35 < l ≤ 40	4	0	5	1	10 (6)
	40 < l ≤ 50	11	0	7	0	18 (10)
	l > 50	4	1	10	0	15 (8)
	不 明	15	4	7	2	28 (16)
	合 計	109	7	51	10	177 (100)
竣 工 年	明 治 時 代	7	0	0	0	7 (4)
	大 正 時 代	9	0	1	0	10 (6)
	昭 和 0~10年	11	0	2	2	15 (8)
	10~20年	9	0	2	1	12 (7)
	20~30年	15	0	9	2	26 (15)
	30~40年	25	1	15	2	43 (24)
	40~50年	17	1	10	1	29 (16)
	50~60年	1	1	5	0	7 (4)
	不 明	15	4	7	2	28 (16)
	合 計	109	7	51	10	177 (100)

対象河川の延長 北上川 54Km 新江合川 5.2Km 吉田川 31.9Km
 二股川 2.9Km 追波川 0.51Km 鞍坪川 1.1Km
 旧北上川 35Km 鳴瀬川 40.9Km 竹林川 4.2Km
 江合川 30.5Km 多田川 3.5Km 善川 0.8Km (合計 210.51Km)

1-2 丸山排水樋管

(1) 概 要

丸山排水樋管は、吉田川右岸2.0Km地点の宮城県黒川郡大郷町粕川字丸山地内に設置されている自然排水方式の樋管であり、竣工は昭和4年5月である。本樋管の集水区域は、滑川の右岸約24haの水田であり、昭和4年当時吉田川の連続堤を建設するに伴ない水田からの排水のため構築されたものといわれている。

構造一般図は図1-1に示す通りであり、管長18m×幅0.9m×高さ0.9m（矩形）の鉄筋コンクリート製である（写真1-1参照）。竣工図等図面は現存しないが、樋門胸壁コンクリート剝離部分には鉄筋がほとんど入っていないことから判断すると、近くに設置されている中村排水樋管と同様、鉄筋はごく少量しか使用されていないと考えられる。扉は木製の観音開式であり、吐口側に1箇所設置されている。なお、地震後に写真1-2に示す箇所で行われた地盤調査結果によれば、本樋管周辺の地盤条件は図1-2に示す通りである。

(2) 被害状況

呑口より約13mの地点において、樋管の全周にわたり幅1.0cm程度のクラックが入った。写真1-3は地震後6日めに撮影されたクラック箇所の状況を示したものである。なお、本樋管周辺の堤防には被害は報告されていない。

(3) 被害の発見状況

地震発生後ただちに建設省北上川下流工事々務所鳴瀬出張所（以下、出張所と呼ぶ）の職員がパトロールに出発した。堤体に甚大な被害が認められたので、地震当日（6月12日）および翌6月13日は堤体の被害の発見に全力を挙げた。しかし、6月13日に不來内排水機場の門柱の被害が発見されたことから、他の樋門樋管にも被害の発生が予想された。このため、6月13日以後は、樋門樋管についても、直接内部にもぐるか、もしくは一方の端から内部をのぞき込み、他方の端を見通すことにより被害の発見に努めた。このような調査の結果、6月13日に本樋管の被害が発見された。この際には技術系職員2人で班を構成し、被害点検にあたっていた。

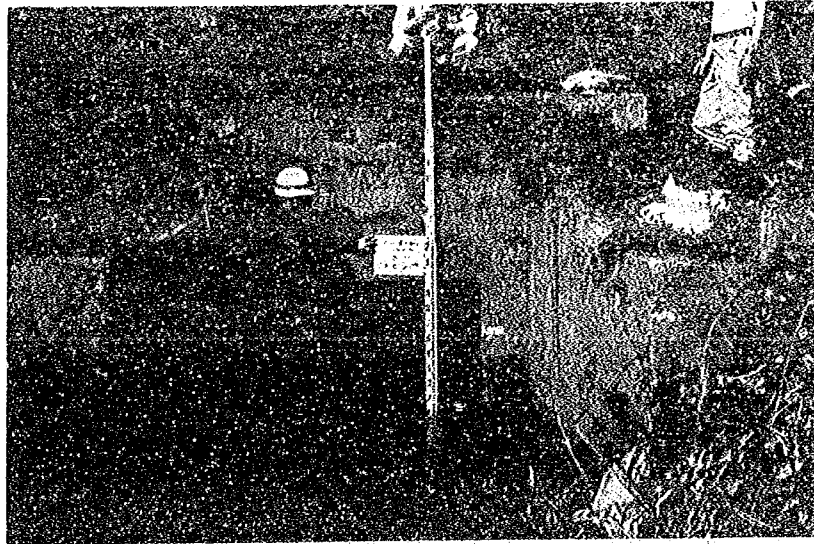
被害発見後クラックの入り具合、深さ等を巻尺で簡単にあたった結果、被害は軽微であり、緊急応急復旧の必要はないと判断した。この際の判断の基準としては、樋管に入ったクラックから堤体の内側に水が浸透し、堤体の破壊を生じる可能性の有無とした。

その後、工事事務所を総動員して被害状況全体の再把握が実施された際に本樋管も6月18日に再調査されている。再調査では出張所の技術系係長を班長に技術系主任と事務所から応援の技術系職員若干の5～6名からなるパーティーを組み被害写真の撮影、クラック幅の測定等が行われた。

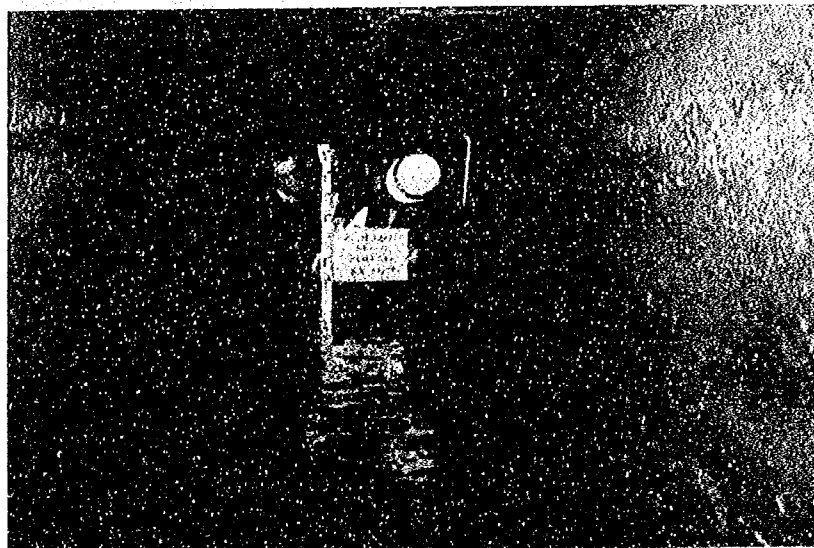
(4) 復旧工事

本樋管は老朽化等により以前から改築の必要性が検討され、また集水区域内の耕地整備に

伴ない新規の排水機場の設置が計画されそのための樋管の改築も検討されていた。このため、改築が近々行われると考えられたこと、地震による被害が軽微なことを考慮し、災害復旧工事としては採用しないこととした。その後昭和55年には当地区の堤防天端に達する程度の出水もあって堤防拡築の必要性が生じ、これに合わせて昭和56年度から本樋管の改築に着手している。これに伴ない旧樋管は撤去されることとなった。

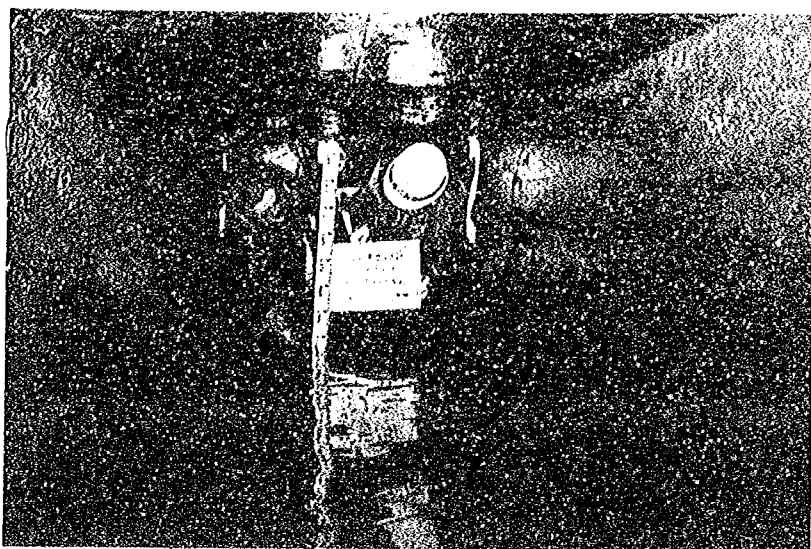


(a) 呑口付近



(b) 呑口から5 m

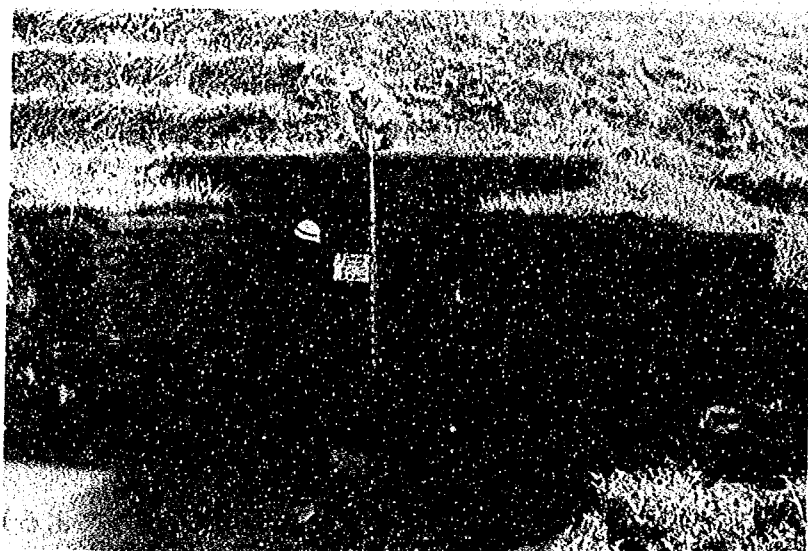
写真1-1(1) 丸山排水樋管(北上川下流工事事務所による)



(c) 呑口から10 m



(d) 呑口から15 m



(e) 吐口付近

写真1-1(2) 丸山排水樋管(北上川下流工事事務所による)

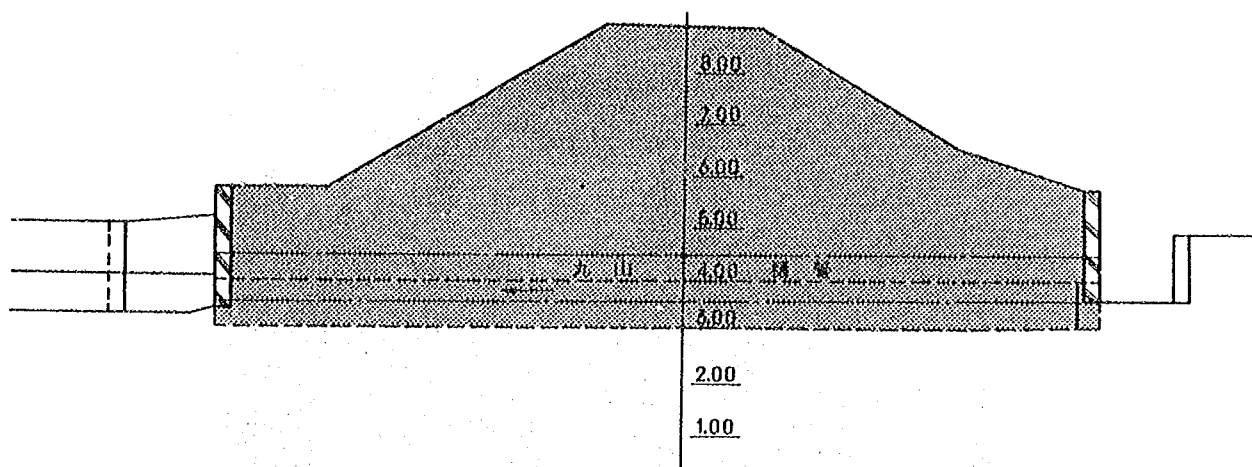
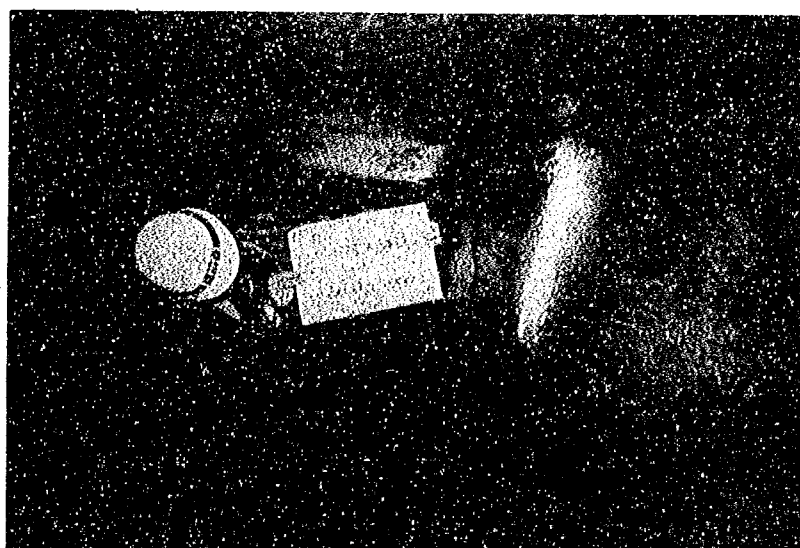


図 1-1 丸山排水樋管一般図（北上川下流工事事務所による）

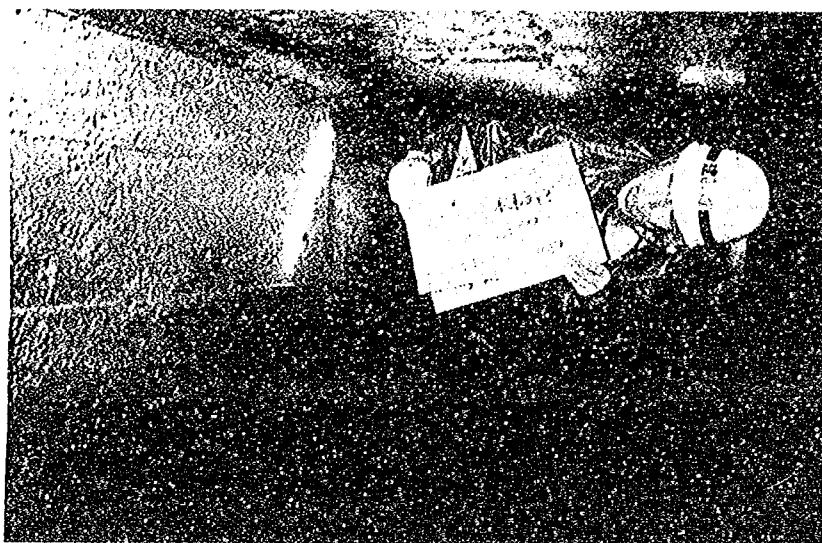


写真 1-2 丸山排水樋管地盤調査地点（北上川下流工事事務所による）



(a) 呑口から 13 m

写真 1-3(1) 丸山排水樋管の亀裂箇所（北上川下流工事事務所による）



(b) 呑口から 13 m

写真 1 - 3 (2) 丸山排水樋管の亀裂箇所 (北上川下流工事事務所による)

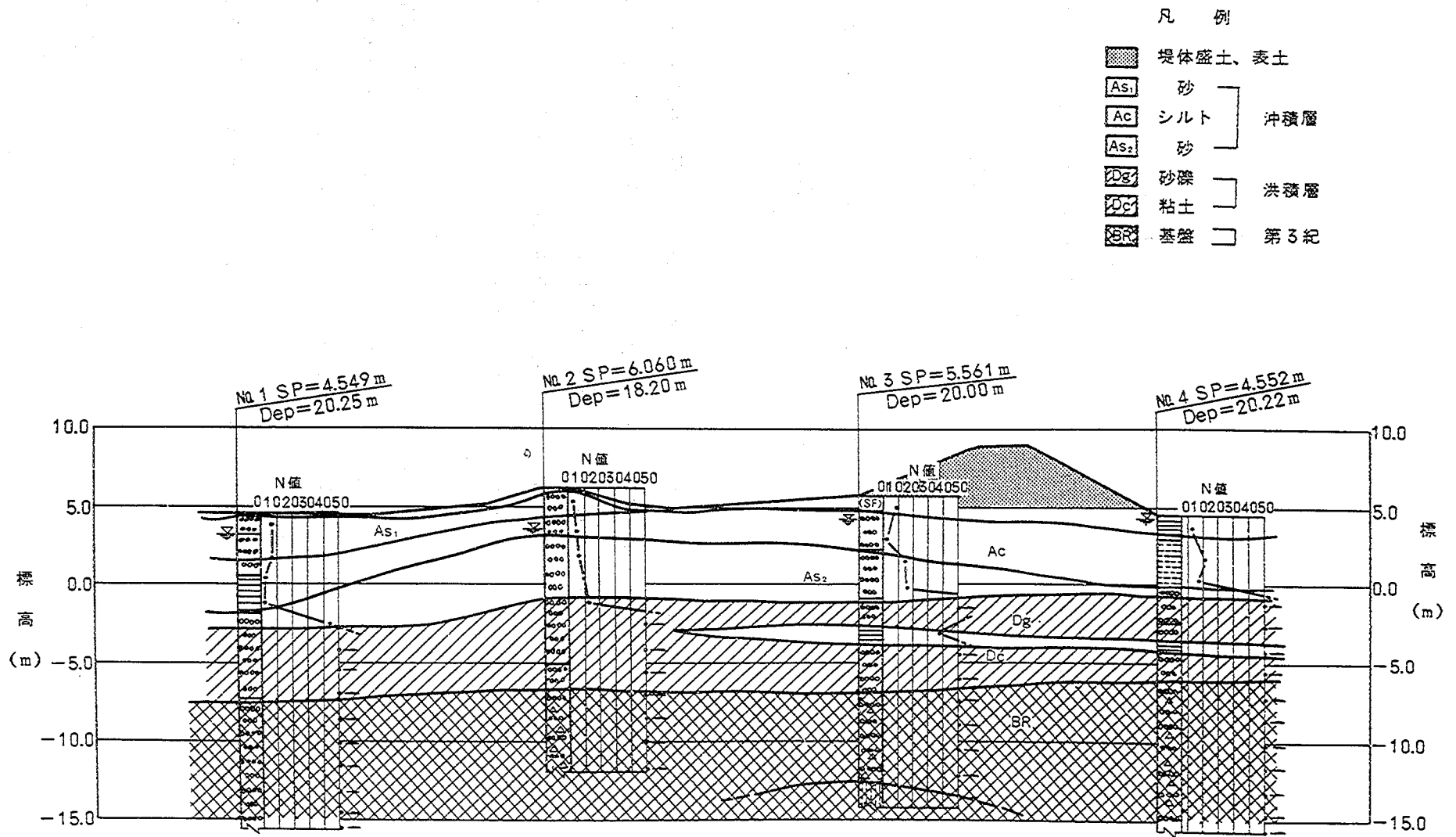


図 1-2 丸山排水樋管推定土層断面図（北上川下流工事事務所による）

1-3 中村排水樋管

(1) 概 要

本樋管は、吉田川右岸 2 0.6 Km地点の宮城県黒川郡大郷町中村地区に設置されている自然排水方式の樋管である。竣工は大正時代とされているが詳細は不明である。本樋管の集水区域は吉田川の蛇行地点にあたる袋地区であり、当時の吉田川に連続堤を建設するに伴ない堤防と台地との間にはさまれた約 1 5 0 haの水田の排水のために自然排水方式の樋管として構築されたものとされている。

構造一般図は図 1-3 に示す通りであり、管体長 1 9.3 m×幅 1.8 m×高さ 1.2 2 m（矩形）の鉄筋コンクリート製である（写真 1-4 参照）。竣工図等図面は現存しないが、昭和 5 6 年に実施された全面改築工事（後述）に伴う本樋管の撤去作業時の観察結果によれば鉄筋量は非常に少なかったとされている。扉は木製の観音開式であり、吐口側に 1 箇所設置されていた。なお、地震後に写真 1-5 に示す箇所で行われた地盤調査結果によれば、本樋管周辺の地盤条件は図 1-4 に示す通りである。

(2) 被害状況

呑口より約 3 mの地点において、樋管の全周にわたり幅 1 cm程度のクラックが入った。写真 1-6 は 6 月 18 日に撮影されたクラック箇所の状況を示したものである。なお、本樋管周辺の堤体には被害は報告されていない。

(3) 被害の発見状況

被害の発見に至る状況は前述の丸山排水樋管の場合と同様であり、本樋管の被害も 6 月 13 日に出張所の技術系職員 2 名が直接内部にもぐり、目視によりクラックを発見した。クラックの状況から被害は軽微であり、緊急応急復旧工事は不要と判定した。

また、丸山排水樋管と同様に 6 月 1 8 日に出張所の技術系係長を班長とする 5～6 人のパーティーにより、被害写真の撮映、クラック幅の測定等が行われた。

(4) 復 旧 工 事

本樋管は老朽化しており、また、排水機場が計画されていたこともあって、改築が検討されていた。このような時期に地震による被害が発生したため、災害復旧と改修の合併工事として昭和 5 4 年度に全面改築工事を実施する方針とした（昭和 5 5 年度に完成）。これに伴ない旧樋管は撤去されることとなった。

写真 1-7 は、本樋管の撤去工事の状況を示したものであり、少数の鉄筋（丸鋼）が使用されているのがわかる。

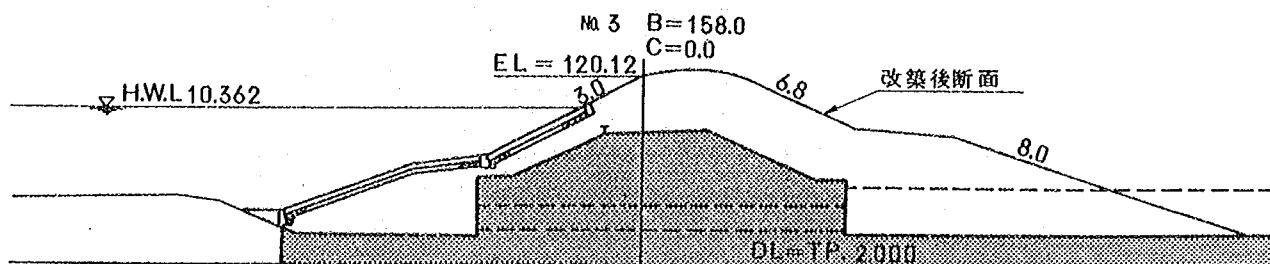
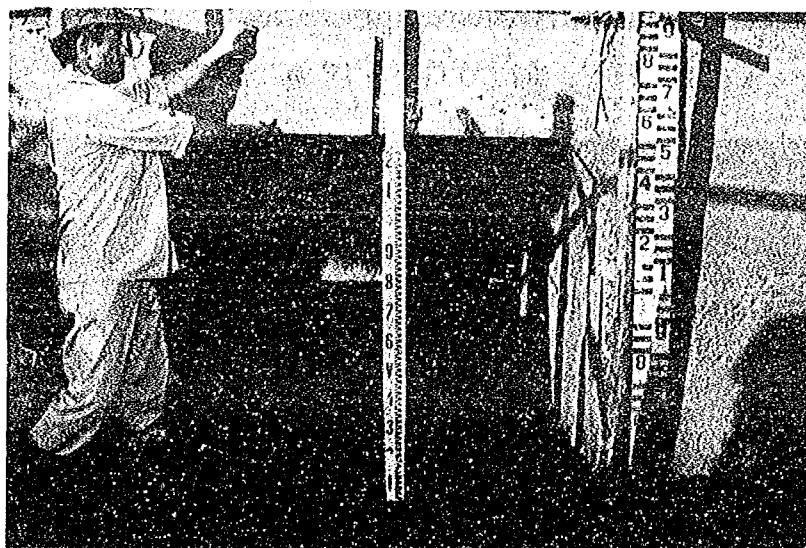
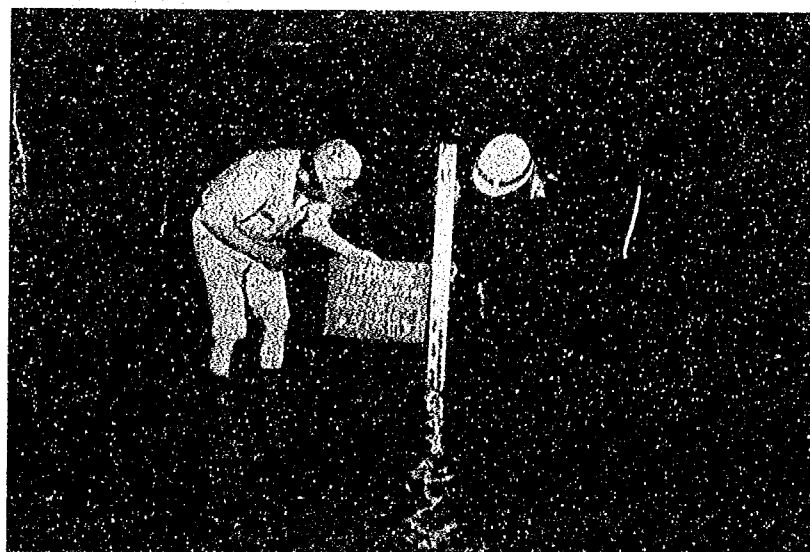


図 1-3 中村排水樋管一般図 (北上川下流工事事務所による)

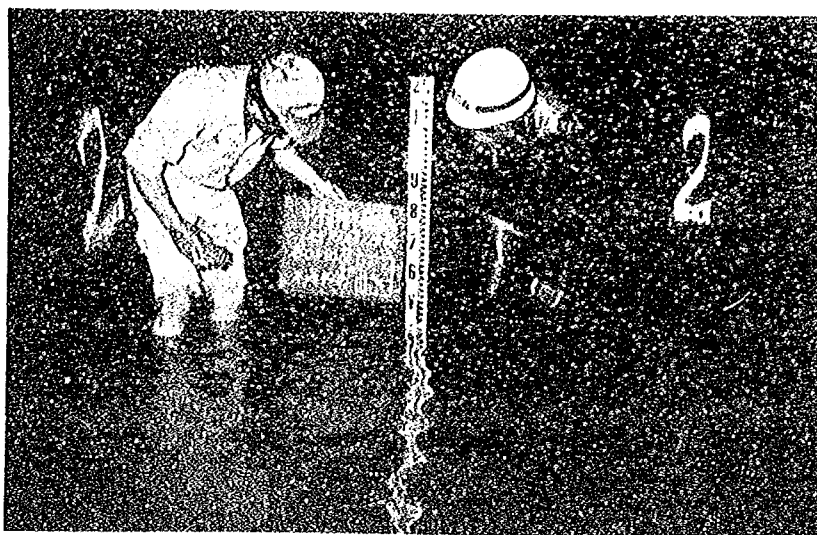


(a) 呑口付近



(b) 呑口から 5 m

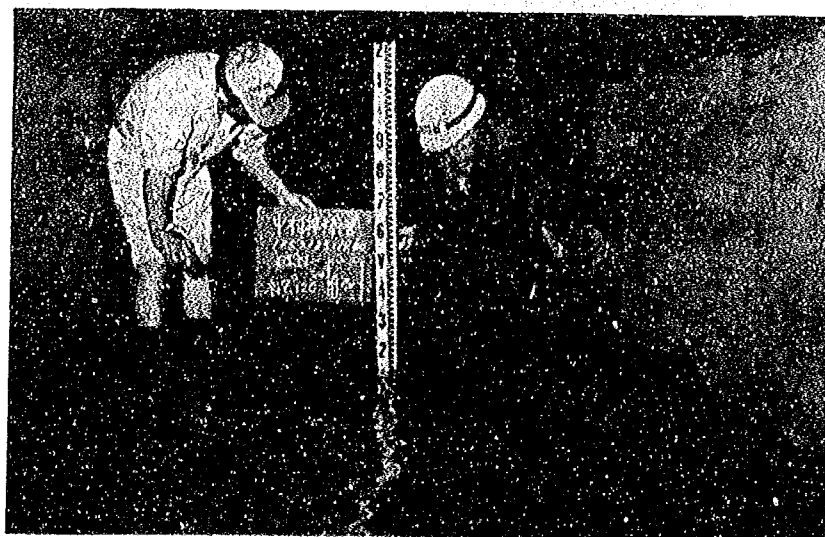
写真 1-4 (1) 中村排水樋管 (北上川下流工事事務所による)



(c) 呑口から 10 m



(d) 呑口から 15 m



(e) 吐口 (呑口より 19 m)

写真 1 - 4 (2) 中村排水樋管 (北上川下流工事事務所による)

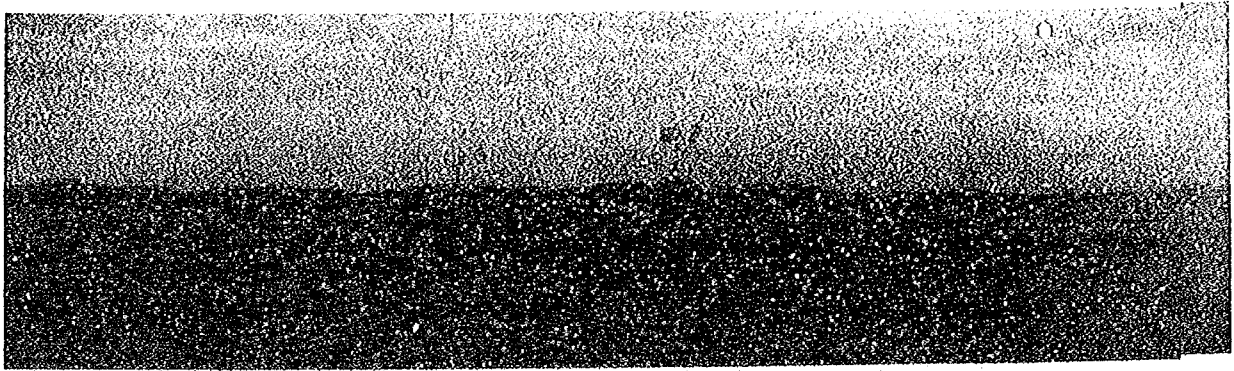
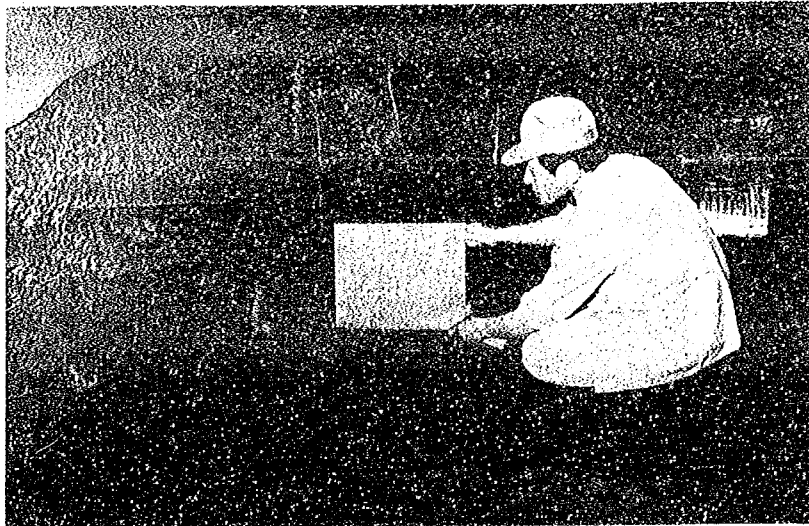
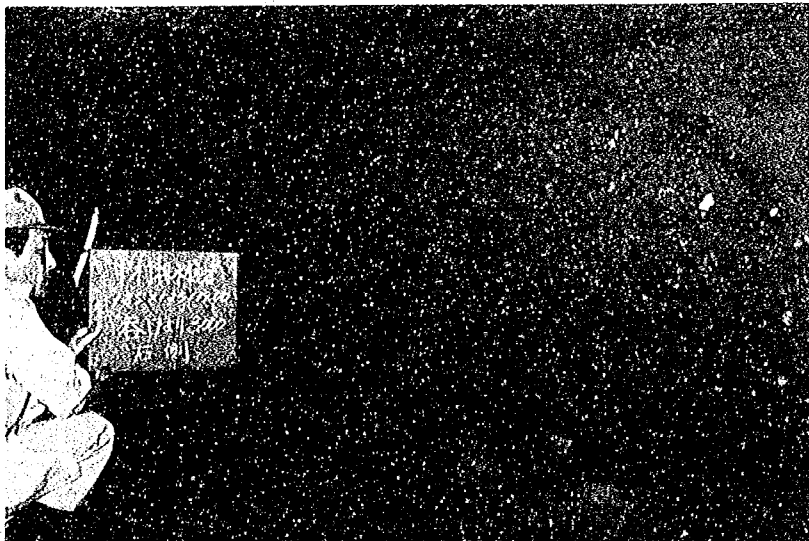


写真 1-5 中村排水樋管地盤調査地点（北上川下流工事事務所による）



(a) 呑口から 3 m 地点（左側）



(b) 呑口から 3 m 地点（右側）

写真 1-6 中村排水樋管の亀裂箇所（北上川下流工事事務所による）



(a) 川側より



(b) 数は少ないが鉄筋(丸鋼)が
認められる

写真 1-7 吉田川中村排水樋管の撤去状況(北上川下流工事事務所による)

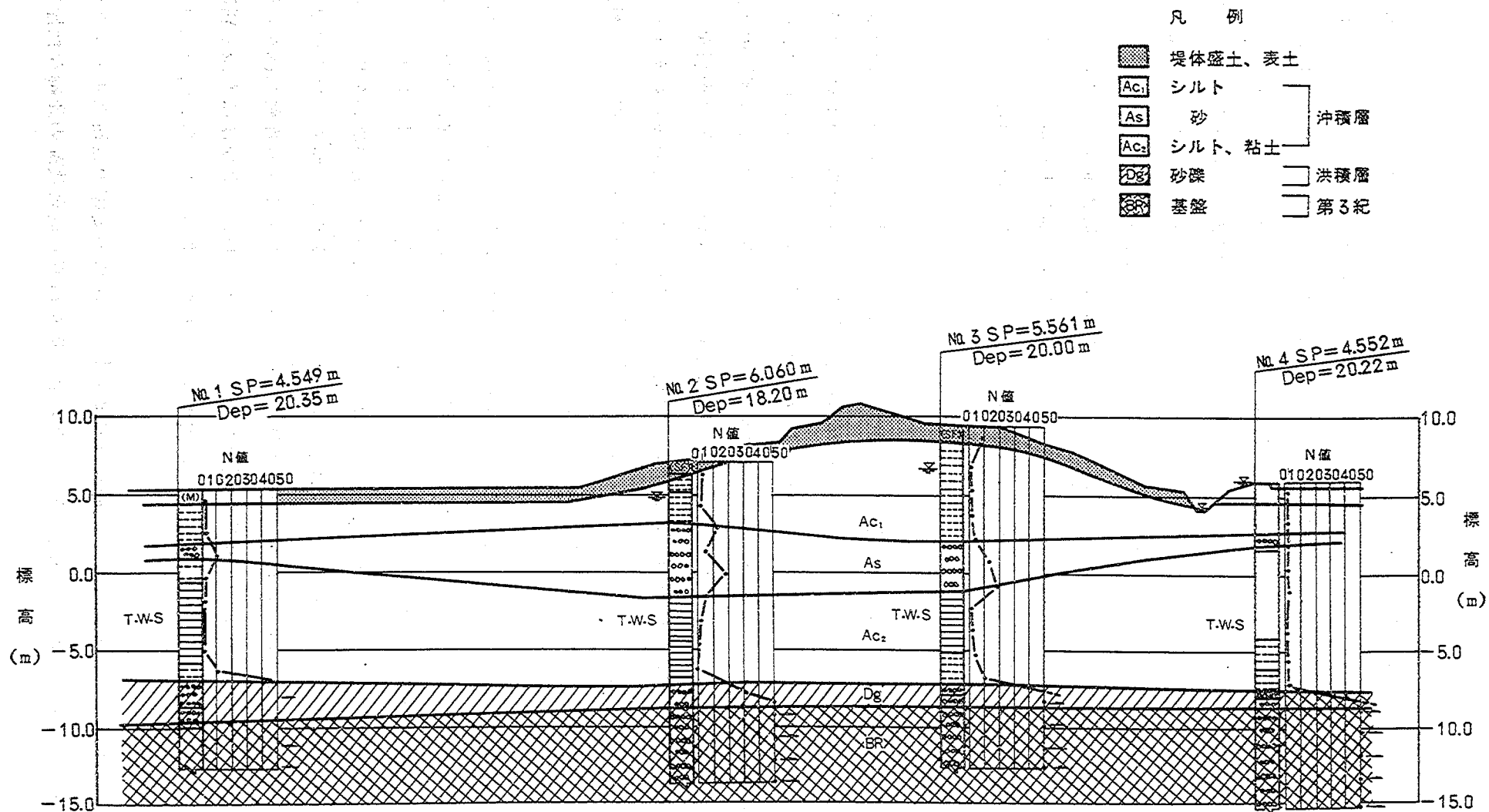


図 1-4 中村排水樋管推定土層断面図（北上川下流工事事務所による）

1-4 阿久戸排水樋管

(1) 概 要

本樋管は鳴瀬川右岸17.7Km+50m地点の宮城県志田郡鹿島台町船越字阿久戸地内に設置されている自然排水方式の樋管であり、竣工は昭和30年3月である。本樋管の集水区域は鳴瀬川右岸堤と鹿島台町阿久戸地内丘陵地の接合点より上流の約925haであり、本樋管はこの地区に常時たん水する内水を鳴瀬川に排除するために構築されたものである。

構造一般図は図1-5に示す通りであり、管長40.15m×幅2m×高さ1.8m(矩形)の鉄筋コンクリート製である。竣工図等図面は現存しない。扉は2.26m×2.52mの木製であり、これを鋼製手動昇開機により上下方向に移動させ、開閉する構造となっている。

なお、本樋管の上流には、阿久戸機関場樋管(管長45.0m×幅2m×高さ2mの矩形、鉄筋コンクリート造)、下流には旧阿久戸樋管(管長18.2m×幅2.46m×高さ2.14mの馬蹄型、レンガ造)が、それぞれ隣接して設置されている。これらの2樋管には地震被害は発生しなかった。

(2) 被害状況

門柱が折損し、川側に約7度の残留傾斜を生じるとともに、中間支柱も川側に約25度の残留傾斜を生じた。このため、門柱上部の操作台に取付けられていた門扉の手動昇開機の回転が不能となった。ただし、門柱の折損箇所が胸壁の天端付近であったため、門扉、戸当り金具および捲上機等については特に被害はなかった。写真1-8はこのような被害の状況を示したものであり、このうち、写真1-8(c)、(d)は折損した門柱の根元付近の配筋を示したものである。なお、本樋管は当初観音開き方式の扉になっていたが、その後これを手動昇開式に変更したものであり、門柱はその際に新規に設置されたものである。このため、胸壁にさし筋し、これに門柱本体の鉄筋と重ねる構造となっている。

(3) 被害の発見状況

地震後、建設省北上川下流工事々務所鹿島台出張所(以下、出張所と呼ぶ)の職員がパトロールに出発し、地震当日(6月12日)には堤体を中心とした被害の発見に全力を挙げた。この際には出張所の職員を出張所長を班長とし、事務系職員3名からなる計4名の班と、技術系係長を班長とし、技術系主任1名、技術系職員2名からなる計4名の班の2班に分け、調査に当たった。本樋管の被害は6月13日に発見され、箱尺を利用して傾斜、目地の開き等を調査し、第1報を出張所に入れた。樋門の扉の手動昇開機のハンドルの作動状況を直接確認することはしなかったが、門柱が約7度傾斜していることから、当然動作は不能と判断した。このため、梅雨期をひかえ早急に機能の回復を図る必要があることから、緊急応急復旧工事で対処すべきと判断した。

地震後2～3日して、事務所からの職員の応援を得て、堤防の被害の点検グループと構造物(樋門樋管、護岸等)の被害の点検グループ、計4班を構成し被害状況の詳細な把握に務

めた。この際、被害写真を撮影するとともに、門柱、中間支柱の傾斜等を測定した。

(4) 緊急応急復旧工事

門柱および操作台は全面改築，管理橋支柱については，図 1－5 に示したように基礎根元部をコンクリートで補強することとした。工事は 6 月 15 日に着工し，図 1－6 に示す工程により 6 月 29 日に完成した。総工費は 1,140 千円であった。復旧に使用した主要機械は表 1－2 に示す通りである。この間，本樋管の呑口を締切り，本樋管が分担すべき排水は隣接の旧阿久戸樋管および阿久戸機関場樋管により行った。

復旧工事は非常にスムーズに行うことができたが，これには以下の事情が幸した。

- i) 原形復旧のため，発注のための数量出しが比較的容易であった。
- ii) 堤体の被害が多かったが，堤体被害の復旧に要する資材と本樋管の復旧に要する資機材に重複が少ないため，資機材の手配に支障を生じなかった。
- iii) 本樋管のすぐ近くに道路があり資機材の搬入が容易であった。

写真 1－9 は緊急応急復旧工事の状況を示したものである。

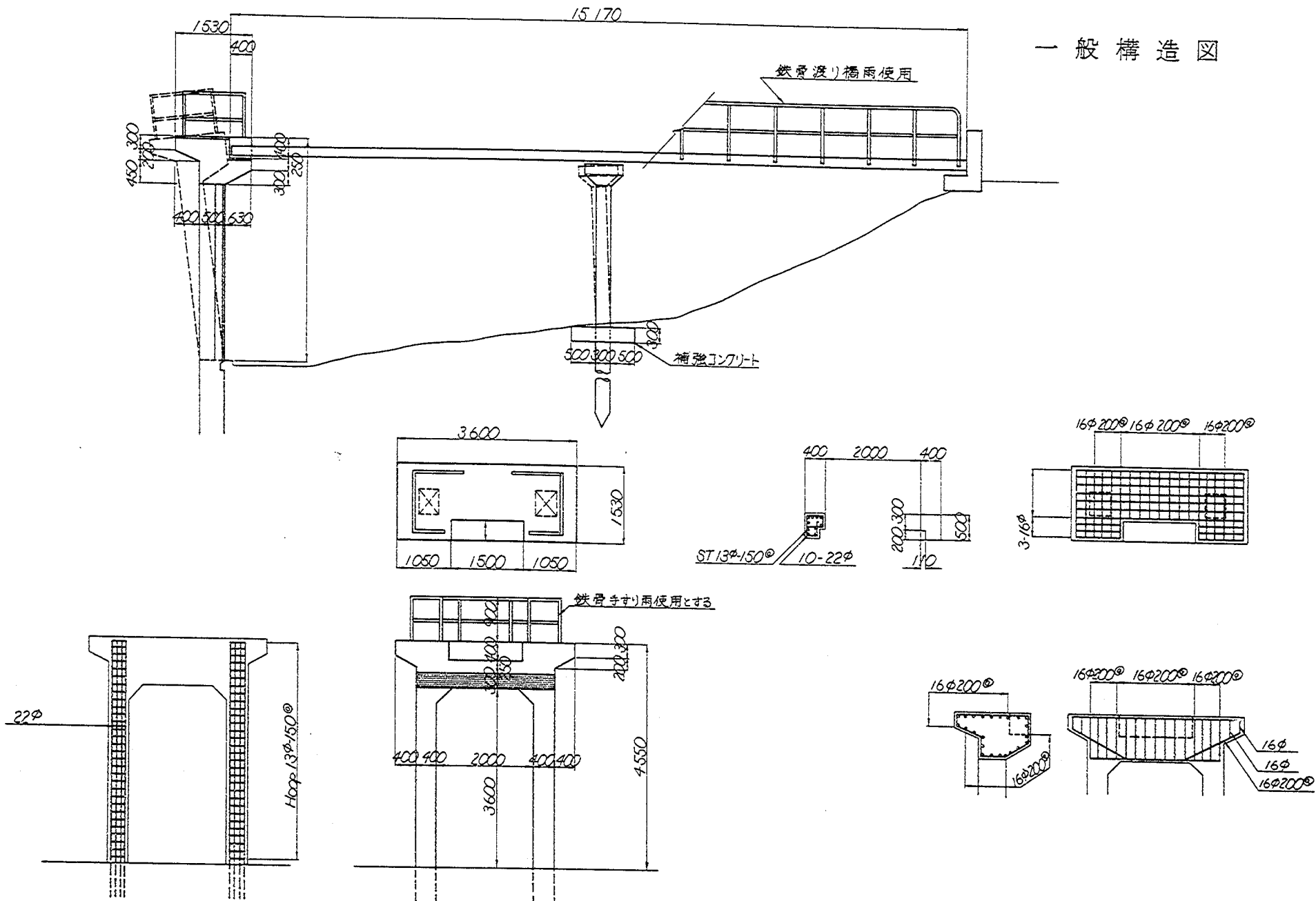
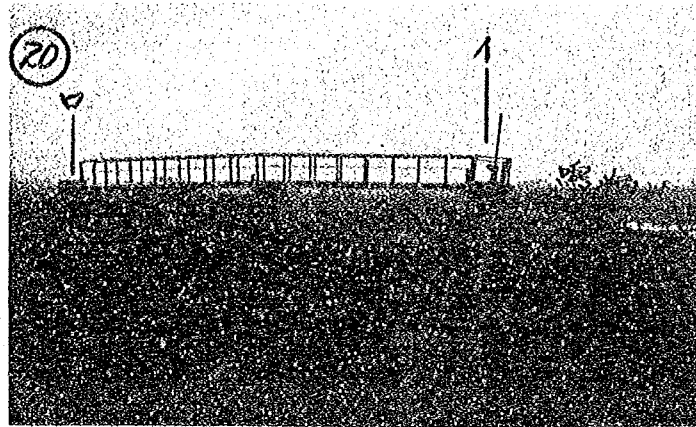
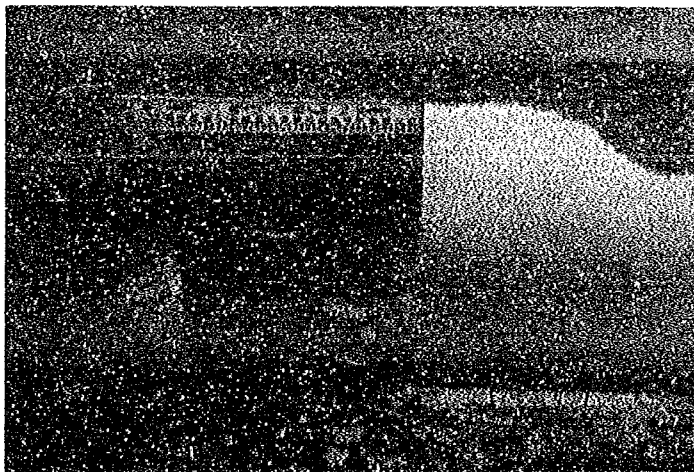


図1-5 阿久戸排水樋管一般図（北上川下流工事事務所による）



(a) 門柱および中間支柱の残留傾斜



(b) 門柱の被害状況



(c) 門柱基部の被害状況



(d) 門柱基部の被害状況

写真 1 - 8(1) 阿久戸排水樋管門柱および中間支柱の被害（北上川下流工事事務所による）



(f) 管理橋の移動

写真 1-8(2) 阿久戸排水樋管門柱および中間支柱の被害(北上川下流工事事務所による)

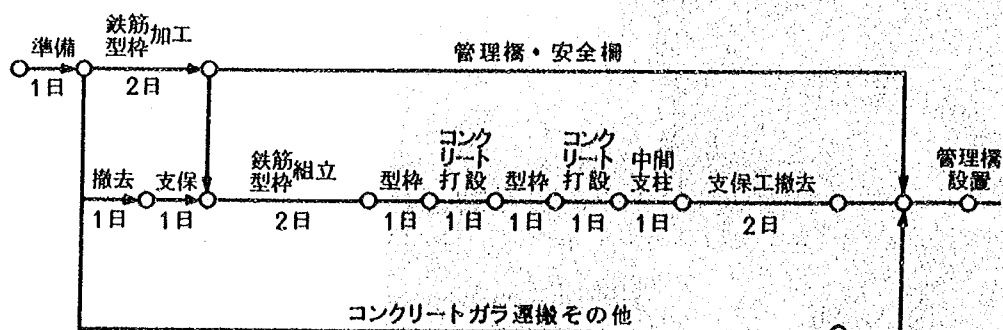
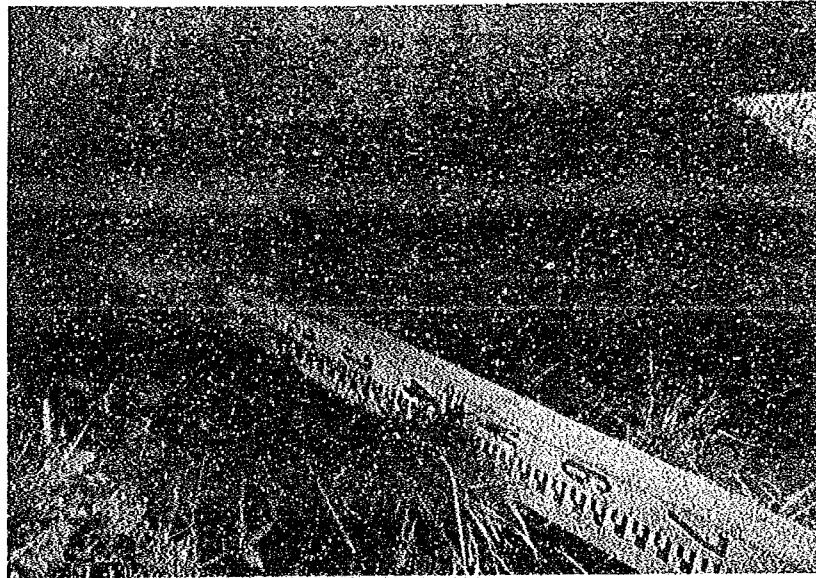


図1-6 阿久戸排水樋管の緊急応復復急工事日程
(6月15日開始, 6月29日終了)

表 1-2 復旧に使用した主要機械

機 械	延 台 数
トラッククレーン NK-200A	@ 1 × 2 日 = 2 台
ダンプトラック (4 t積)	@ 1 × 2 日 = 2 台
生 コ ン 車	@ 1 × 2 日 = 2 台



(a) 橋台。くいの周辺にすき間が生じている。



(b) 橋脚の切断

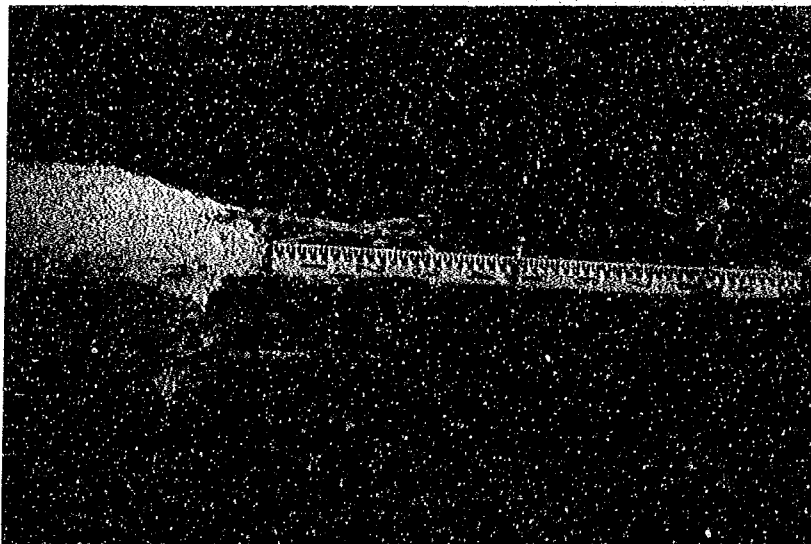
写真 1-9(1) 阿久戸排水樋管の管理橋および橋脚の緊急復旧工事の状況
(北上川下流工事事務所による)



(c) 橋脚の切断完了



(d) 橋脚の下からの鉄筋

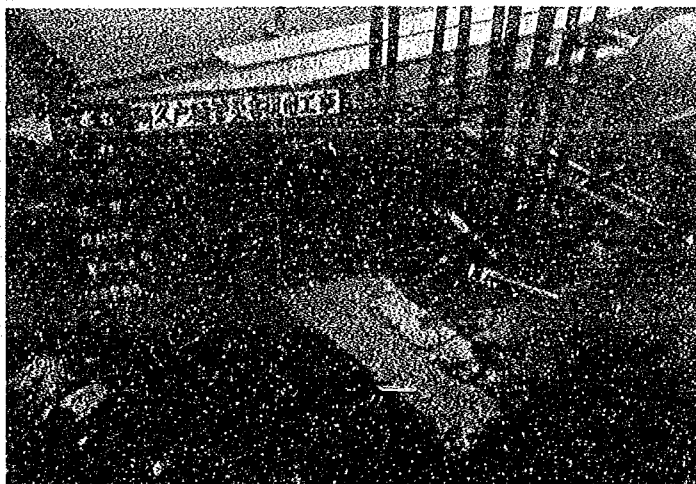


(e) 橋脚の上からの鉄筋

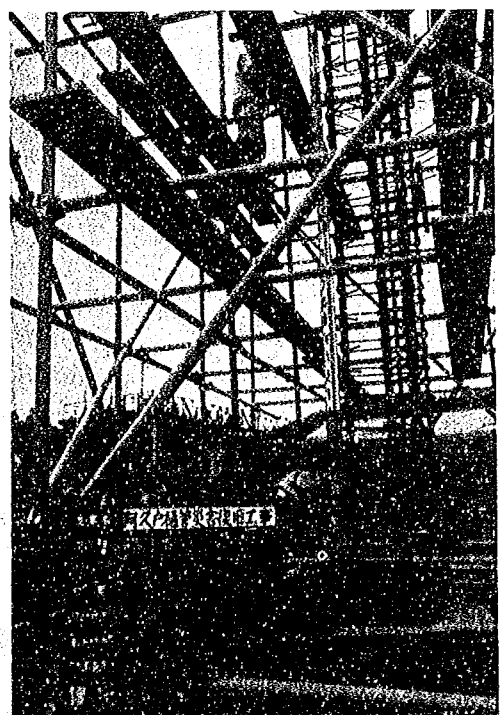
写真1-9(2) 阿久戸排水樋管の管理橋および橋脚の緊急復旧工事の状況
(北上川下流工事事務所による)



(f) 橋脚の配筋状況



(g) 橋脚の緊急復旧。下からの鉄筋を再利用



(h) 橋脚の緊急復旧。新しい配筋

写真 1 - 9 (3) 阿久戸排水樋管の管理橋および橋脚の緊急復旧工事の状況
 (北上川下流工事事務所による)

1-5 不来内樋管

不来内樋管は吉田川右岸13.7km地点の不来内排水機場（許可工作物）に昭和46年に設けられたものであり、管体は2.1m×2.1m×55.7mの鉄筋コンクリート製（1連）である。門扉は鉄製手動ローラーゲートとなっている。本樋管周辺の堤防には写真1-10に示すように亀裂が生じ、樋管取付護岸にも写真1-11に示すように沈下が生じたが、樋管本体には被害は生じなかった。ただし、門柱には取付護岸の沈下によると考えられる写真1-12に示すような損傷を生じた。

このため、復旧工事は堤防に対するもの（河川管理者の災害復旧）として、昭和53～54年度に実施され、取付護岸は周辺の高水護岸と連続して設置された。



写真1-10 不来内排水機場（吉田川右岸13.7km）



写真1-11 不来内排水機場（吉田川右岸13.7km）
門柱周辺の護岸沈下および格子の折損

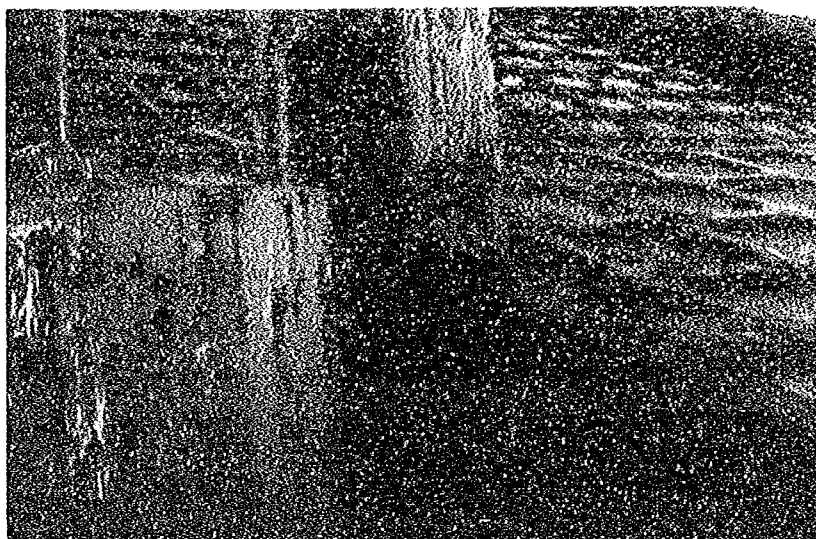


写真 1-12 不來内排水機場（吉田川右岸 13.7 km）門柱のコンクリート剝離

1-6 北沢第二排水樋管

北沢第二排水樋管は江合川左岸 4.4 km + 270 m 地点の北沢第二排水機場（許可工作物）に昭和 50 年 3 月に設けられたものであり，管体は 2.25 m × 2.25 m × 29.7 m の鉄筋コンクリート製（1 連）である。本樋管は写真 1-13，1-14 に示すように，門柱のコンクリートに亀裂が入り，護岸との間に不陸を生じた。



写真 1-13 北沢第 2 排水機場（江合川左岸 4 km）樋管門柱の亀裂



写真 1-14 北沢第 2 排水機場（江合川左岸 4 km）樋管門柱の亀裂

1-7 六郎館樋管

六郎館樋管は、江合川左岸 7.4 Km+45 m 地点の六郎館揚水機場（許可工作物）に昭和 48 年 3 月に設けられたものであり、管体は内径 0.6 m×長さ 14 m の鉄筋コンクリート製（1 連）である。

宮城県沖地震により、管体と取付護岸等との間に亀裂が発生したが、管体には被害は生じなかった。また、周辺の堤防にも被害は認められていない。管体と取付護岸との間の亀裂は、地震動により管体の周辺部分のみが多少沈下したために生じたものと考えられている。

被害が軽微であったため、災害復旧工事としては採用せず、河川の維持修繕費により亀裂にモルタルを充填した。

1-8 日形排水樋管

日形排水樋管は、北上川右岸 6.4 Km+50 m 地点に設けられたもので設置年は不明であるが、明治期のものと考えられる。樋管は図 1-7 に示すように岩盤中をくり抜き、内側を無筋コンクリートで 10～15 cm の厚さで巻いて作ったものであり、2 連から成っている。写真 1-15 は樋管の周辺状況を示したものである。断面形状は図 1-8 に示す通りであり、右側が幅 1.6 m×高 1.83 m、左側が幅 1.52 m×高 2.25 m である。写真 1-16 および 1-17 はそれぞれ吞口側および吐口側の状況を示したものである。

地震被害は写真 1-16、1-18、1-19 に示すように、左側樋管の吞口から 7 m 程度の所で直径 1 m 程度の範囲の樋管上部の土砂（風化した岩で、管体の両側は、ともにこのような状態になっていた）が内巻きをやぶって陥没したものである。写真 1-20、1-21 は樋管の閉塞状況を示したものである。

地震後、直ちに岩手工事事務所一関出張所では、出張所長、技術系係長等を班長とする 3 班に分かれて被害状況の調査にあたった。樋門・樋管等は全て内部にもぐり、被害の発見に努めた結果、6 月 13 日に本樋管の被害が発見された。

応急復旧は地震後 2～3 日めに行われ、松丸太で支工保を組み、土止後、樋管内部の土砂を排除した。樋管が 2 連あったため、復旧工事等に大きな支障は生じなかった。本樋管は地震前から改修計画があったため、昭和 56 年 3 月に 50 m 程上流側に樋管を新設し、これにより本樋管は撤去された。

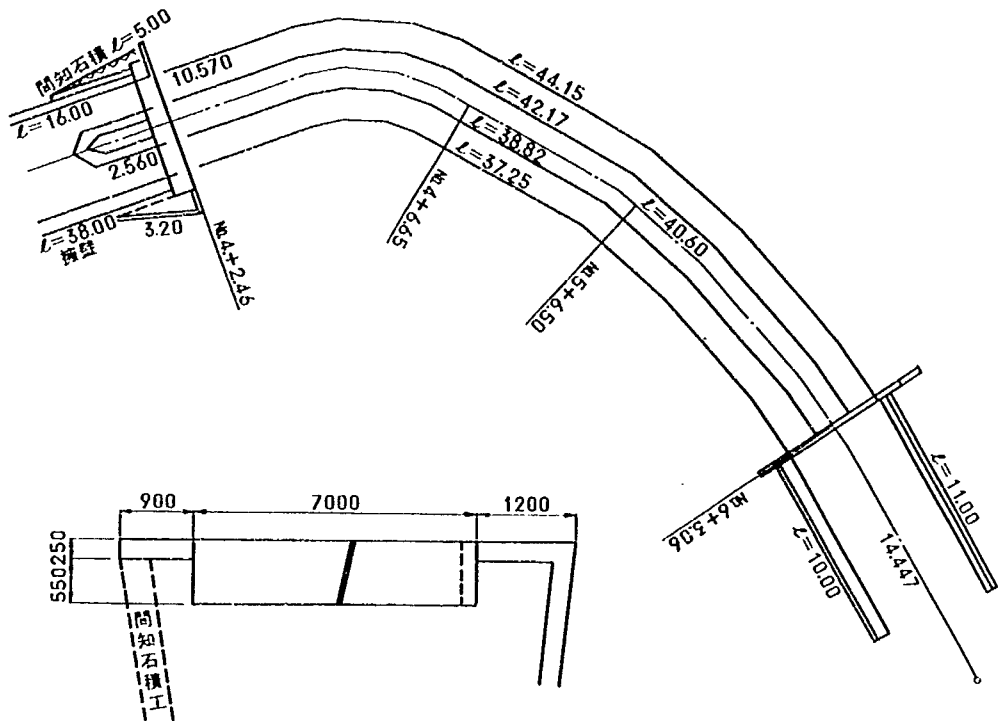


図 1-7 日形排水樋管（岩手工事事務所による）

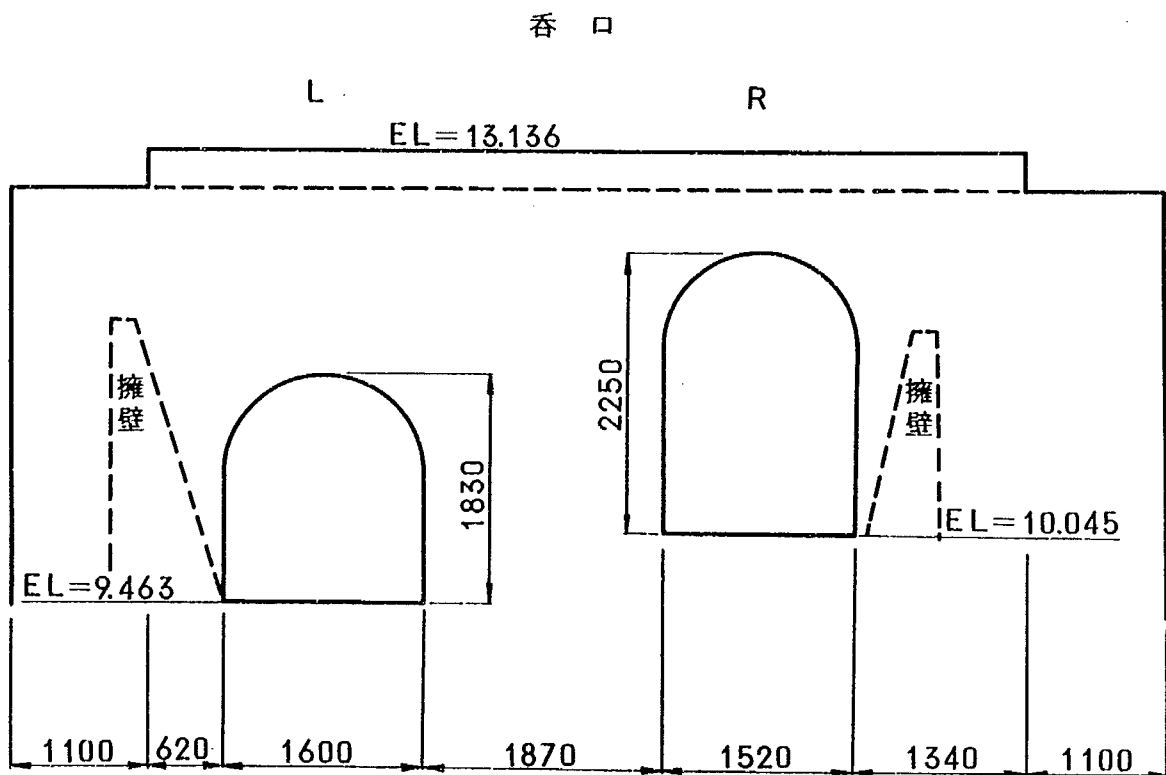


図 1-8 日形排水樋管の断面図（岩手工事事務所による）



写真 1-15 日形排水樋管設置周囲の状況（岩手工事事務所による）

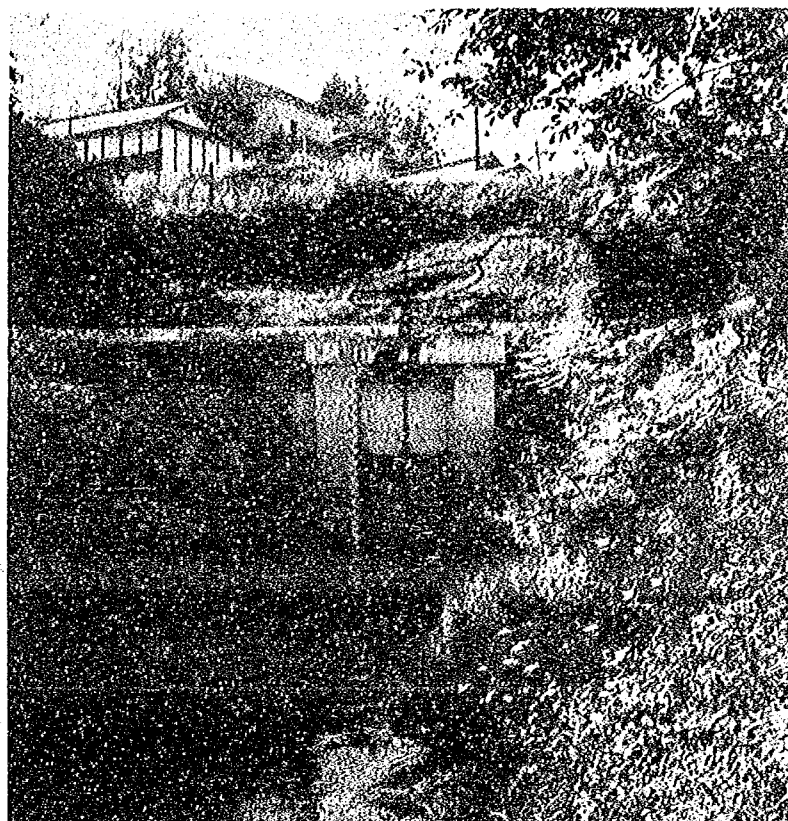


写真 1-16 日形排水樋管香口とその近くに発生した陥没箇所
(岩手工事事務所による)



写真 1-17 日形排水樋管吐口側の状況 (岩手工事事務所による)

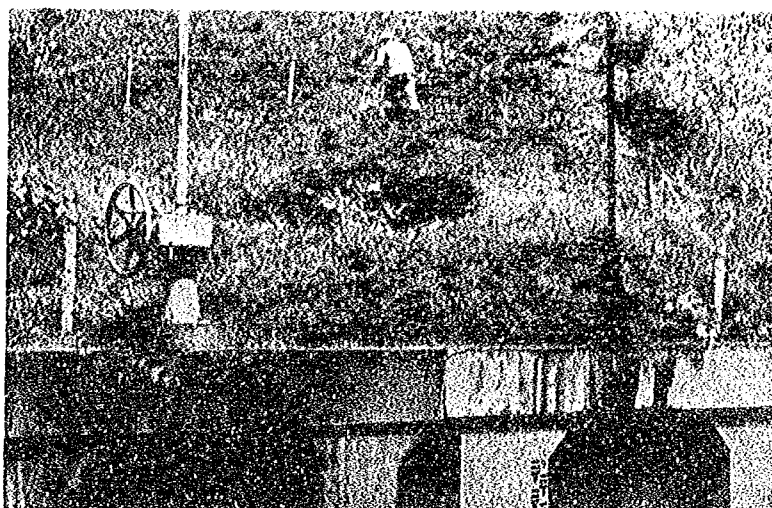


写真 1-18 日形排水樋管の陥没箇所（岩手工事事務所による）

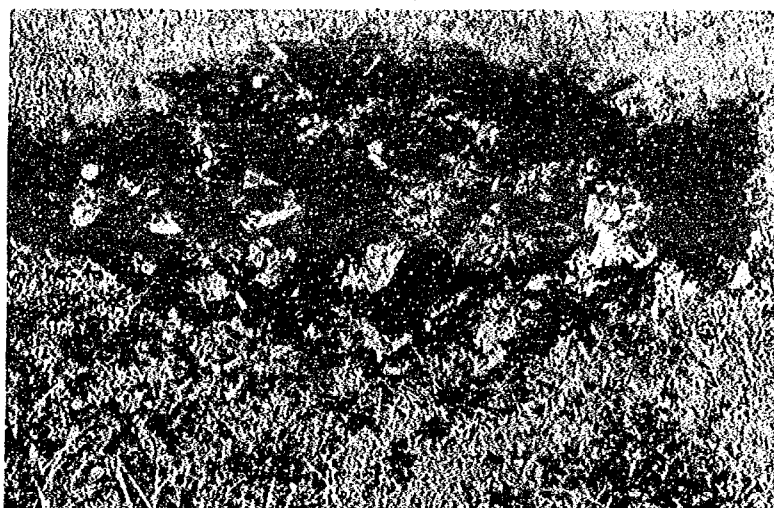


写真 1-19 日形排水樋管の陥没箇所（岩手工事事務所による）



写真 1-20 日形排水樋管の閉塞状況（岩手工事事務所による）



写真 1-2-1 日形排水樋管の閉塞状況（岩手工事事務所による）

1-9 ま と め

(1) 被害の発見

被害はいずれも技術系職員が直接樋管の中に入り、目視により発見している。樋管の長さは一般に30～60m程度であるから内部の水深が深い場合を除けば、樋門樋管の中に入り点検を行うことはそれ程面倒なことではない。また樋門樋管の沈下や、管軸方向への引張に伴う破断等大規模な被害の有無は、樋門樋管の片方からもう一方を見通すだけでもある程度可能である。しかしながら樋門樋管の本数が多いため、出張所等、第1線の職員による点検には相当の時間が必要になる。

(2) 被害の認定

今回の地震では、丸山排水樋管および中村排水樋管はともにクラックが入った程度の軽微な被害であり、近々予定された全面改築まで特別の措置を講じる必要のないこと（丸山排水樋管は56年度から改修費単独で、中村排水樋管は54～55年度に改修費と災害復旧費の合併でそれぞれ改築）、また阿久戸樋管については、ゲートの操作ができないため、緊急応急復旧を実施する必要があることは比較的判断に迷うことなく最初の被害発見時に判断することができた。

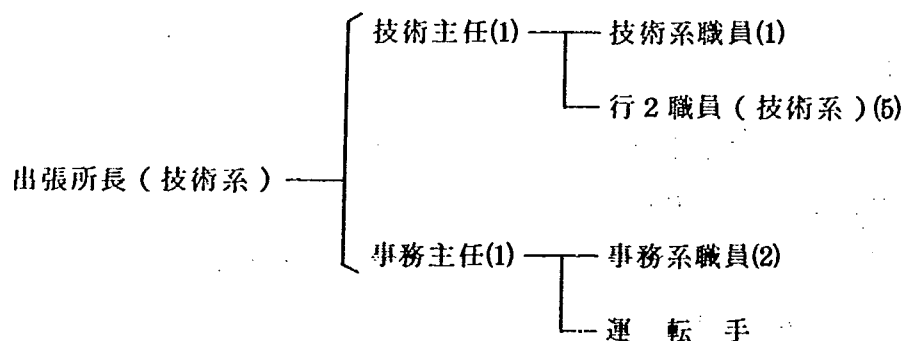
2. 1964年新潟地震による樋門・樋管の地震被害および復旧状況

2-1 概 説

新潟地震は昭和39年6月16日午後1時2分に粟島近海を震源とし発生したマグニチュード7.5の地震である。堤体等地震被害の著しかった信濃川（大河津付近）および阿賀野川は、当時それぞれ建設省長岡工事事務所および建設省新津工事事務所により管理されていた。信濃川関連については、はっきりした資料が得られないため、以下には阿賀野川関連の樋管の被害について示す。

当時、新津工事事務所は、新潟出張所、横越出張所、新津出張所の3出張所を有していた。このうち新潟出張所管内の被害が最も著しく、横越出張所管内にも被害が生じたが、新津出張所管内の被害は軽微であったため、同出張所は地震後、被害の出た2出張所の復旧の応援にまわった。

地震当日、新津工事事務所では出張所長会議が開催され、3出張所長が出席していた。地震後、直ちに職員は自宅に帰し、周辺の情報を集収させるとともに家族等の安否を確認させた。午後2時半頃になって新潟出張所から“堤防が無くなった”との第1報が事務所に入った。事務所は直ちに本局に連絡するとともに緊急体制を敷いた。被害状況の収集把握は、当時出張所の現場詰所（工区—直営工事時代の名残り）があったため、これを最前線として行われた。最も被害の著しかった新潟出張所は8～9Km@2（兩岸）の管理を行っていたが、当時の体制は凡そ以下のようなものであった。



出張所は上記人数を2班に分け、管理区間の被害状況の把握に当り、情報が混乱し、きわめて困難な状況の中で本堤防に関してはごく大雑把な状況を地震発生当日に行っている。ただし低水護岸、樋管等までは、当日中に調査することは物理的に不可能であった。調査には車が全く使用できなかったため、主として徒歩、自転車によった。調査中に顕著な余震を3回程度感じた。余震そのものによる物理的被害はさしたることはなかったが、心理的な不安感、動揺は大きかった。

他事務所からの応援は事務所側から本局に要請したのに応じ地震発生の翌日に第1陣が5～

6 人到着したのを始めとし、富山、石川の各地から 2 日～1 週間程度の間に続々到着した。

地震発生が梅雨による出水期にあたっていたため、出水に対処することを最重点に、以下のような復旧方針が立てられた。

1) 緊急復旧の方針

- i) H.W.L. 以下に堤防の沈下した箇所は緊急盛土し、H.W.L. 以上とする。
- ii) 亀裂の特にひどいものについては、亀裂部分の土砂を取り除き新しい土を填充して充分転圧する。
- iii) 台風期でも一応水防活動で持ちこたえる様な箇所については、本復旧廻しとする。

2) 本復旧の方針

- i) 軟弱な地盤における堤防、特に旧川の締切堤、旧破堤箇所等における堤防については、計画の標準断面にこだわらず、表裏小段の巾を充分広げ、余盛高を大きくする等の措置を講ずる。
- ii) コンクリート特殊堤における亀裂、傾斜、陥没等の事例にかんがみ、できれば特殊堤はさけ、やむを得ない場合、事後の対策の困難性を考慮して遮水及び基礎構造を充分強固にし、背後に十分な巾及び高さの盛土を実施する様考える。
- iii) 水門等の重要な構造物は、充分基礎調査を行い、耐震性を考慮した基礎工法を取るべきである。できれば井筒潜函構造とすることが望ましいと考えられる。
- iv) 矢板護岸の傾斜事例が多いため、これらの計画に当たっても耐震性を充分考慮すること。

緊急復旧工事は、6 月 18 日から 9 月 1 日の期間にかけて、阿賀野川関係で 7 箇所、信濃川関係で 4 箇所実施されているが、これらは護岸、特殊堤、築堤、水制であり、樋門、樋管、水門は含まれていない。災害復旧工事は昭和 39、40 年の 2 箇年にかけて実施されており、阿賀野川関係 22 箇所、信濃川関係 10 箇所となっている。この中には阿賀野川関係では、下山水門、桑山樋門、新井郷川水門の 3 箇所、信濃川関係では西蒲原郡分水町新長の樋管 1 箇所が含まれている。

2-2 下山樋管

1) 概 要

下山樋管は、図 2-1 に示すように阿賀野川左岸下山地区の排水樋管で、周辺低湿地の排水を目的として旧内務省時代に設置（竣工年は不詳）されたものである。ポンプは新潟市の下水道課が管理し、樋管は建設省が管理をしていた。延長は約 17 m、内面寸法は 2.2 m（高さ）× 2.75 m（幅）の長方形断面で鉄筋コンクリート構造である。コンクリート壁の厚さは、天井および側壁が 30 cm で、床版は 35 cm となっている。基礎は木ぐいを使用して

2) 被害状況

被害状況は、図2-2に示すように樋管のほぼ中央部（裏側より10mの所）が切断され、川側の部分が沈下陥没している。沈下量は約2mに達し、かつ表側にすべり出している。写真2-1は復旧時のものであるが、樋管中央がひきちぎられ、約1.5mのすき間が生じているのがわかる。また写真2-2、2-3は下山地区の堤体の被害を示したものである。本樋管周辺では延長約2.4kmにわたり全面的に本堤先端、のり面、のり尻等に幅30～50cm、深さ0.5～2mの亀裂が3～4本程度堤軸に沿って入ったとされている。また写真2-4、2-5はそれぞれ樋管とポンプ場との間にある水槽および樋管の継目の破壊状況で、水槽の方が沈下して生じたものと判断される。

この樋管の被災原因としては、

- (i) 周辺の堤防に基礎地盤の流動化に伴う著しい沈下亀裂が発生したこと
 - (ii) 平常の漏水により樋管に沿って空洞ができていたこと
 - (iii) 施工年代が古く、設計において地震に対する考慮が払われていなかったこと
- などを挙げることができよう。

参考までにこの樋管の近傍（約5m下流）で行われたボーリングの試験結果を図2-3に示す。これによると地盤はシルトまじりの中砂～細砂でN値は低く、-5mくらいまで $N < 5$ であり、-10mで $N 10$ 程度となっている。

3) 被害の発見状況

被害が発見された日時ははっきりしないが、地震発生当日かもしくはその翌日に前述した出張所の調査により発見されたと考えられる。下山地区では、ほぼ全域にわたり、堤体の沈下、はらみ出し、堤防護岸の陥没、沁り出し等が生じていた。調圧水槽が流動化により浮き上り、一目で被害の大きさが予想された。樋管の中には流動化により噴出した砂が詰まり、中に入ることはできなかったが、樋管直上の堤体に陥没があり、また樋管自体の折れまがり具合から樋管の折損と判断した。

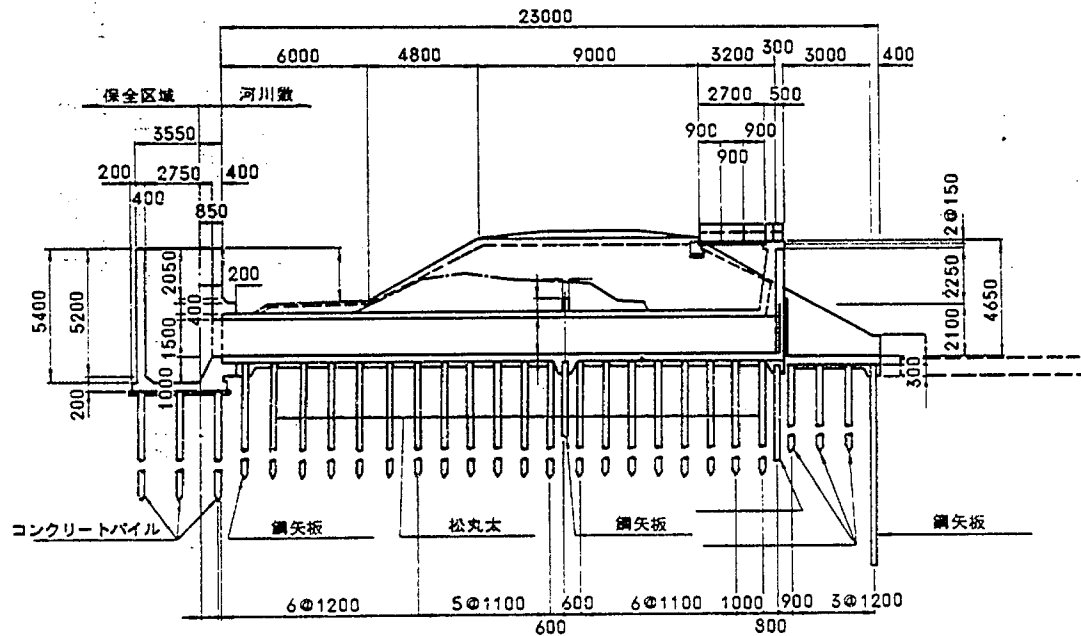
なお、地震直後には主として堤体の被害状況を中心に情報の収集を図っていたが、本樋管の被害が発見されたことから、他の樋管、水門についても改めて被害調査を行った。

4) 復旧工事

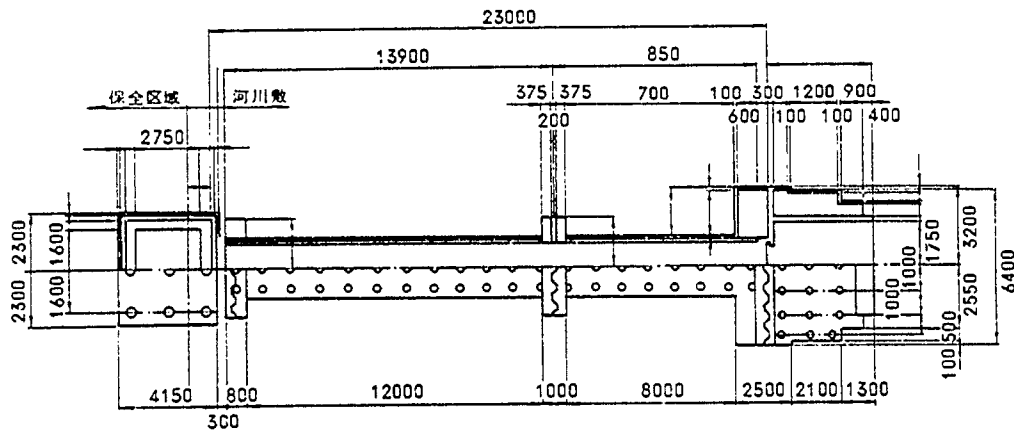
下山樋管は観音開扉であり、これが閉じないため動作不能となったため、樋管からの河水の浸入を防止するため仮締切りを緊急復旧により行った。内水の排除は、その他の箇所とも合わせポンプアップにより行っている。

本復旧工事は、昭和39年11月16日～昭和40年3月25日にかけて工費14,380千円をもって行われた。復旧工事の前にはボーリングを行い、地盤状況を調査している。この結果、流動化に対処するために、基礎杭の長さを従前の2.8mから8.5mと長くしている。ただし、写真、復旧工事の工程表等は現在残されていない。

側面図

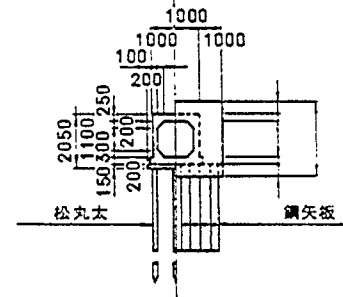


平面图



断面図

A-A' 断面 B-B' 断面



正 面 背 面

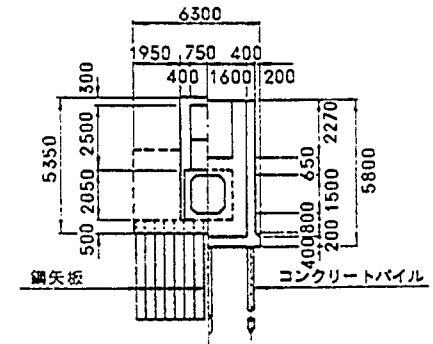


図 2-1 下山樋管構造一般図(阿賀野川工事事務所による)

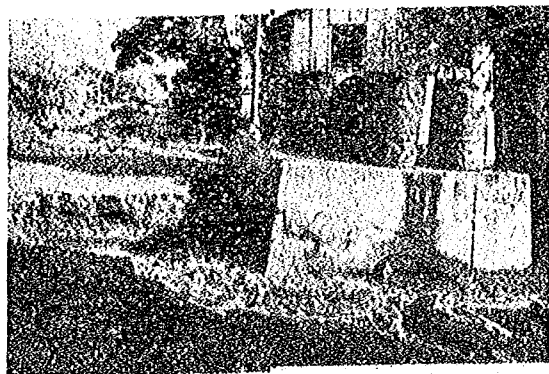


写真 2-4 下山樋管の堤内側被災状況
(〔1〕による)

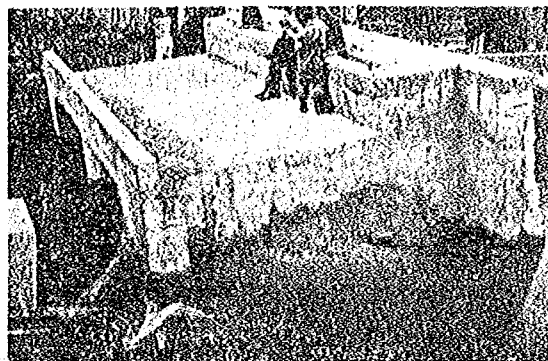


写真 2-5 下山樋管ポンプ場に接続する
コンクリート水路の被災状況
(〔1〕による)

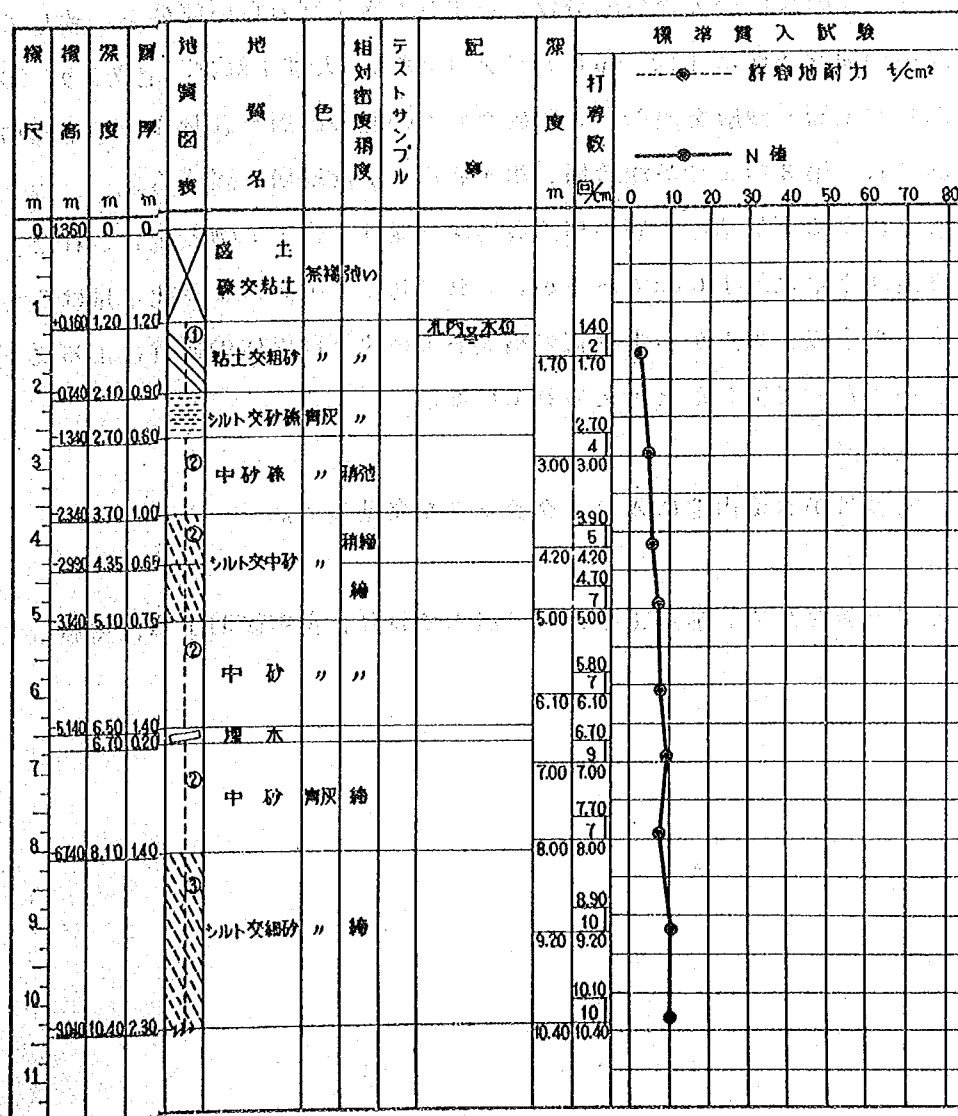


図 2-3 下山樋管付近の地盤ボーリング資料 (〔1〕による)

2-3 桑山樋管

1) 概 要

桑山樋管は阿賀野川支川早出川の五泉市羽下地内に地震直前の昭和39年3月に竣工したばかりの樋管である。構造一般図は図2-4に示す通りであり、呑口付近の状況は写真2-6に示す通りである。

2) 被害状況

本樋管では地震後、床版の沈下、側壁の亀裂、護岸の亀裂(写真2-7参照)等の被害が確認されている。被害状況は図2-5に示す通りである。床版高の測定結果によれば、高盛土の部分是一般に沈下量が多く、最大沈下量は施工時より約6cm大きくなっている。クラックの発生状況を見ると、一般に沈下量の大きい部分に著しく、またクラックは側壁の上部から下部にかけてその幅が次第に大きくなる傾向が認められた。さらにクラックの多い部分、もしくはクラックの規模の大きい部分は、いずれも盛土高の高い部分と一致している。

本樋管周辺の地盤条件は図2-6に示す通りであり、大別すれば、上位より、①表土～盛土砂、②上部粘性土層(砂層を挟む)、③砂礫層(礫混り砂層を含む)、④下部粘性土層、の4層に区別され、第3層までが沖積層、第4層以下が洪積層に属する。

堤体の盛土による下部粘性土層の理論最終沈下量は、約17cmと想定された。また6ヶ月経過後の理論沈下量は約10cmであるが、これに対して実測による沈下量は6ヶ月経過後で約6cmであった。以上の点から本樋管の亀裂および沈下は堤体の荷重による沈下と新潟地震による影響が重なって生じたと考えられている。

3) 被害の発見状況

新潟出張所職員が直接内部に入り、クラックを発見した。

4) 復旧工事

被害程度が軽微なため、補修工事程度で済んでおり、災害復旧工事は実施していない。

(桑山樋管)の被害状況(写真2-5)は、図2-5に示す通りである。

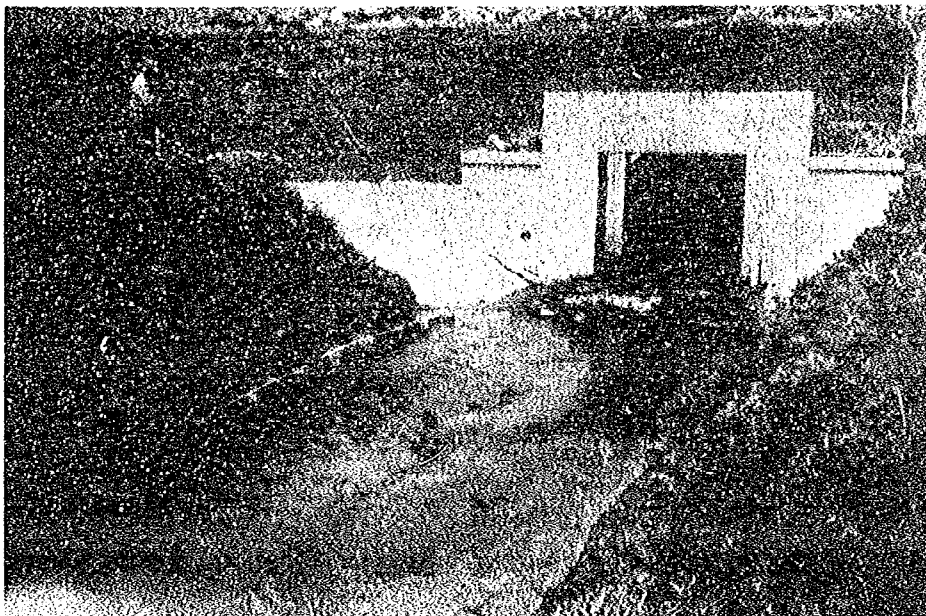
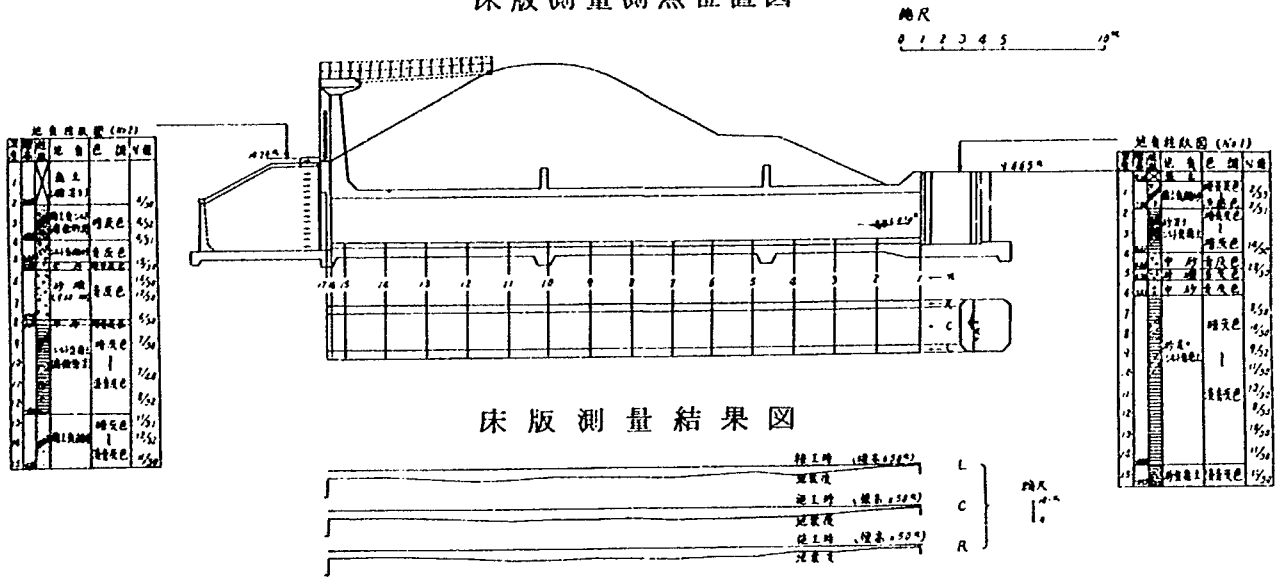


写真2-6 桑山川樋管堤防呑口（堤防裏側）（阿賀野川工事事務所による）



写真2-7 桑山川樋管取付護岸亀裂状況（阿賀野川工事事務所による）

床版測量測点位置図



壁体クラック調査結果図

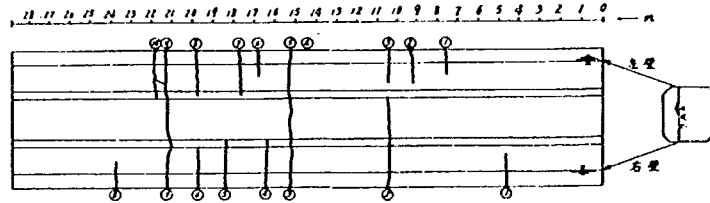


図 2-5 桑山川樋管のクラック状況および床版高の測量結果〔3〕による

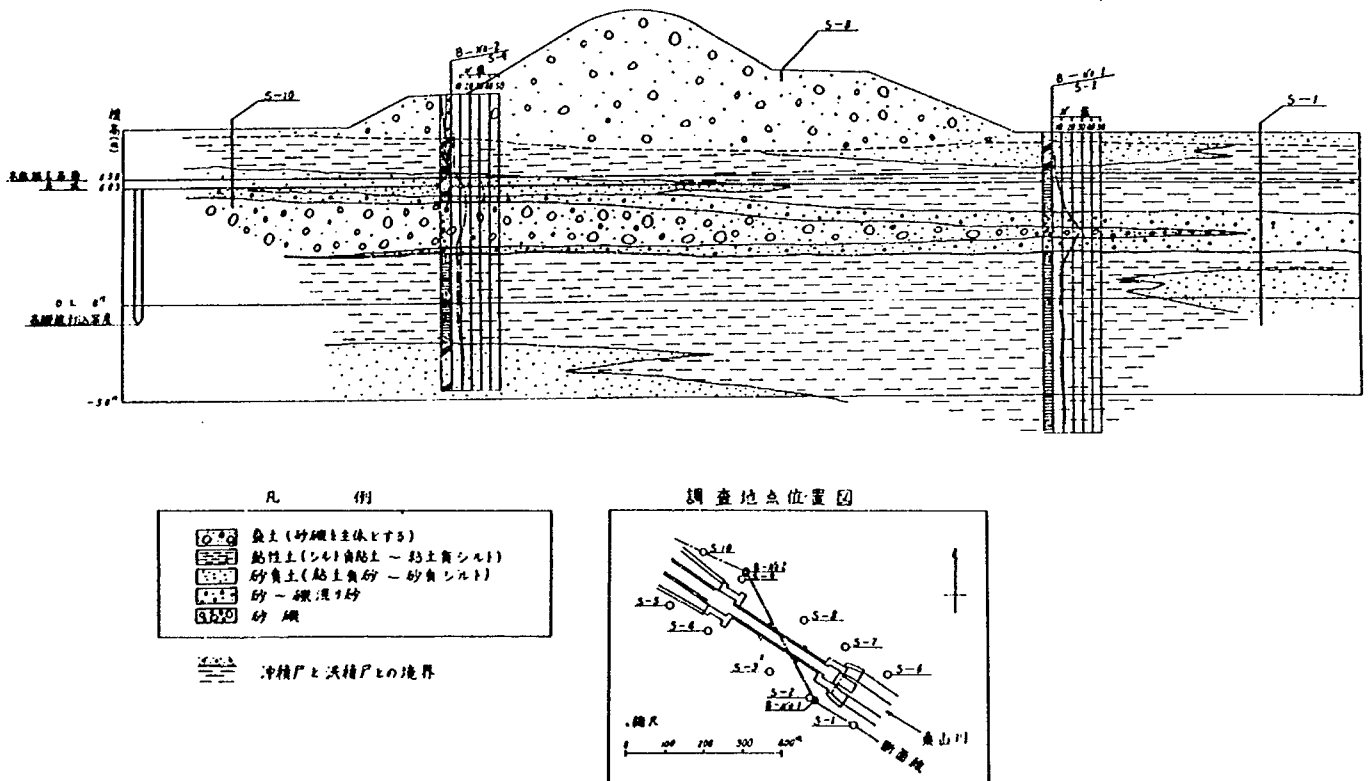


図 2-6 桑山川樋管周辺の地盤条件〔3〕による

2-4 広野排水樋管

広野排水樋管は京田川中流部の酒田市広野新田に設けられており、遠心力鉄筋コンクリート管を無筋コンクリートで巻いた構造となっていた。地震により写真2-8に示すように樋管の中央付近が切断され、管軸方向に折れ曲った。

2-5 浜中樋管

浜中樋管（赤川）では、樋管本体中央部に小さなクラックが発生した。

2-6 その他

赤川沿いの樋管では、そで石積およびその取付部などに多少のクラックあるいは沈下が発生したものがあつた。また、大山川沿の樋管でもそで石積の大部分にきれつが入り、樋管本体の遠心力鉄筋コンクリート管にクラックの入つたものや継手がはずれたものなどがあつたとされている。



写真2-8 広野排水樋管被災状況（〔2〕による）

謝 辞

本調査では、樋管の被害状況に関する資料の他に被害調査の方法、復旧工事等に関する情報を得ることに重点を置いた。従来、被害状況に関しては、各所でとりまとめが行なわれているが、被害調査、復旧等に関しては、比較的記述が少ないため、地震発生当時に直接調査、復旧工事に携われた下記の方々から聞きとり調査を行った。

1) 新潟地震

開発技建(株) 常務取締役 横林 四郎吉 氏

(当時、阿賀野川工事事務所工務課長)

(社) 北陸建設弘済会長岡支所長 宮下 勇 氏

(当時、阿賀野川工事事務所工務係長)

2) 宮城県沖地震

北上川下流工事事務所鳴瀬出張所 須田 実 氏

北上川下流工事事務所鹿島台出張所 高橋 俊一 氏

岩手工事事務所一関出張所 芦萱 正美 氏

また、上記調査に関しては、北陸地建河川管理課尾作悦男課長、松原義信補佐、東北地建河川計画課深見親雄補佐、北上川下流工事事務所調査課田山成一課長、皆川順治工務2課長、岩手工事事務所中山隆洪水予報課長等到大変お手数をおかけした。ここに記してともに厚くお礼申し上げる次第である。

参 考 文 献

新 潟 地 震 関 連

- 1) 建設省土木研究所：新潟地震調査報告，土木研究所報告，第125号，昭和40年6月
- 2) 土木学会：昭和39年新潟地震震害調査報告，昭和41年
- 3) 北陸地方建設局：新潟地震河川災害調査報告書，昭和40年3月
- 4) 東北地方建設局酒田工事事務所：新潟地震災害調査報告書（最上川下流），昭和41年3月

宮 城 県 沖 地 震 関 連

- 5) 東北地方建設局：1978年宮城県沖地震災害報告書，昭和54年11月
- 6) 土木学会東北支部：1978年宮城県沖地震調査報告書，昭和55年4月
- 7) 建設省東北地方建設局北上川下流工事事務所：宮城県沖地震による河川構造物等被害状況写真集，昭和53年7月
- 8) 東北地方建設局北上川下流工事事務所：河川管理資料，昭和55年1月
- 9) 仙台工事事務所：宮城県沖地震地震体験速報，昭和53年6月
- 10) 東北地方建設局北上川下流工事事務所：昭和53年度丸山及び中村排水樋管地盤調査報告書，昭和54年3月
- 11) 建設省土木研究所振動研究室：1978年6月宮城県沖地震被害調査概報，土木研究所資料，第1422号，昭和53年10月
- 12) 建設省土木研究所振動研究室：1978年宮城県沖地震による地域別地震動強度の分布に関する調査報告，土木研究所資料，第1512号，昭和54年6月

樋門・樋管の設計とその考え方を中沢らの文献に従い、とりまとめる以下ようになる。すなわち、樋門・樋管の区別は河川管理施設等構造令（以下、構造令と呼ぶ）では無く、一般には、i) カルバート内のり寸法の大ききで区別する説（おおむね2 mを境として）、ii) 連数で区別する説（1連のものを樋管）、iii) 構造で区別する説（ヒューム管をカルバートに用いたものを樋管）等によっているようである。しかし、樋門と樋管には、機能や設置目的に本来差異はない。また、水門と樋管・樋門の区別については、堤防を分断して設けられるものが水門と呼ばれ、堤体内に暗渠を構築して設けられるものが樋門・樋管と呼ばれているが、これらは従来必ずしも厳密に使い分けられてはいないようである。ただし、水門と樋門・樋管とでは、構造令の適用が異なる。

樋門・樋管の設計に適用される設計基準には、以下のものがある。

- (1) 河川管理施設等構造令（昭和51年7月20日公布，建設省）
- (2) 建設省河川砂防技術基準（案）“調査・計画編”（昭和51年，建設省河川局監修）
- (3) 建設省河川砂防技術基準（案）“設計編”（近く改訂予定）
- (4) 水門開閉装置技術基準（昭和48年，建設省）
- (5) 建設省制定土木構造物標準設計第1，2，3，4巻（建設省）
- (6) 水門鉄管技術基準（昭和48年，水門鉄管協会）
- (7) 道路橋耐震設計指針（昭和47年，日本道路協会）
- (8) 道路橋下部構造設計指針“くい基礎の設計編”（昭和51年，同上）
- (9) 同“ケーソン基礎の設計編”（昭和45年，同上）
- (10) コンクリート標準示方書（昭和49年，土木学会）

以下には、上記基準の中から、樋門・樋管に係わる規定を抜粋して示す（中沢らによる）。

(1) 構造の原則

構造令第46条

1. 樋門・樋管は、計画高水位（高潮区間にあつては、計画高潮位）以下の水位の流水の作用に対して安全な構造とするものとする。
2. 樋門・樋管は、計画高水位以下の水位の洪水の流下を妨げず、付近の河岸および河川管理施設の構造に著しい支障を及ぼさず、並びに樋門・樋管に接続する河床および高水敷の洗掘の防止について適切に配慮された構造とする。

(a) 設置位置の選定

河川砂防技術基準—調査・計画編

樋門等の設置位置は、その設置目的に応じて選定するが、河状の不安定な箇所はできるだけ避けるものとする、また、極力統合に努め、設置箇所を少なくするよう努力するものとする。

(b) 方 向

河川砂防技術基準—調査・計画編

樋門等の方向は、堤防法線に原則として直角とするものとする。

(c) 敷 高

河川砂防技術基準—調査・計画編

樋門等の敷高は、用水を目的とするものにあつては、それぞれの取水目的に応じて定めるが、将来の河床変動についても配慮するものとする。

排水を目的とするものにあつては、接続する排水河川等の河床高、または水路の敷高を考慮して定めるものとする。

(d) 構 造

構造令第47条

1. 樋門（ゲートおよび管理施設を除く）は、鉄筋コンクリート構造またはこれに準ずる構造とするものとする。
2. 樋門は、堆積土砂等の排除に支障のない構造とするものとする。

(2) 断 面 形

(a) 最小断面

計画編第9章12.4

1. 樋門の断面は、取水を目的とするものにあつては、取水計画上過大にならない範囲において対象渇水時においても計画取水量が確保できる断面とする。

排水を目的とするものにあつては、排水の対象とする集水地域の降雨量、本川と内水の出水状況等より内水解析を行なつて計画排水量を決定するものとする。排水樋門の管内流速は、接続する支川の流速に比べて著しく増減することがないように配慮する。

2. 樋門等の断面は最小径60cm以上とする。

(b) 二連以上の樋門の径間長

第49条第2項

河川を横断して設ける樋門で、2門以上のゲートを有するものの内のり幅は、5m以上とするものとする。ただし、内のり幅が内のり高の2倍以上となるときは、この限りでない。

(3) カルバートの長さ

樋門・樋管のカルバート長は、計画堤防断面を著しく切り込まないように計画しなければならない。最も望ましい姿勢としては、川裏、川表とも法尻までとすることである。

また、カルバート長が30m以上となる場合は、不等沈下等によって破壊を起こす恐れがあるため、必ず継手を設ける。軟弱地盤の場合や地盤沈下の恐れがある場合は、20m程度を目安として継手を設けるのが望ましい。なお、継手の位置はできるだけ中央付近を避ける

ことが望ましい。

(4) ゲート等の構造

構造令第50条

1. 樋門のゲートは、確実に開閉し、かつ必要な水密性を有する構造とするものとする。
2. 樋門のゲートは、鋼構造またはこれに準ずる構造とする。
3. 樋門のゲートの開閉装置は、ゲートの開閉を確実に行なうことができる構造のものとする。

(5) 管理施設等

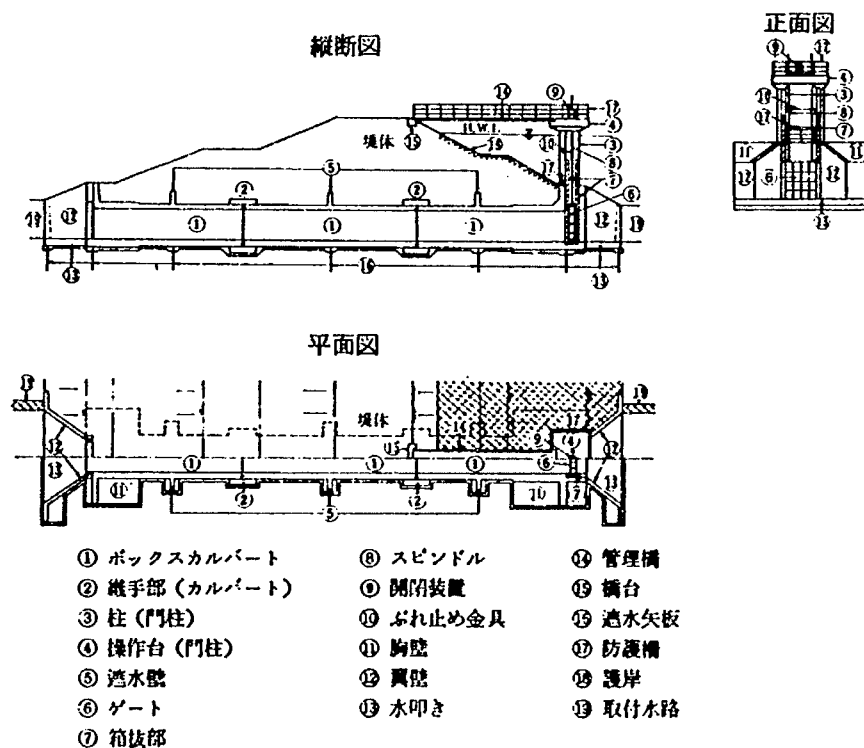
第52条 第43条の規定は、樋門について準用する。

第43条 可動堰には、必要に応じ管理橋その他の管理施設を設けるものとする。

次に、樋門・樋管の設計に考慮される荷重の種類を示すと以下の通りである。

(主荷重)	(従荷重)	(特殊荷重)
① 死荷重	⑥ 風荷重	⑨ 雪荷重
② 活荷重	⑦ 温度変化の影響	⑩ 衝突(流木)荷重
③ 衝撃	⑧ 地震の影響	
④ 土圧		
⑤ 水圧		

ここで、地震の影響を考慮する部材としては、門柱、胸壁および翼壁等がある(図付-1参照)。設計震度は道路橋に準じて求めている。



図付-1 樋門・樋管の部材構成(中沢, 岩松, 工藤による)

引用文献

- 1) 中沢式仁，岩松幸雄，工藤真之助：樋門・樋管の設計と考え方，鹿島出版会，昭和53年

新潟地震および宮城県沖地震による樋管
の被害状況および復旧に関する資料調査

ISSN 0386-5878
土研資料等1843号
昭和57年3月(1982)

川島 一彦
常田 賢一

キーワード 樋管, 地震被害, 復旧

要 旨 本資料は、昭和39年6月16日の新潟地震(M=7.5)及び昭和53年6月12日の宮城県沖地震(M=7.4)による樋管の被害調査及び復旧に重点を置いて、地震発生当時、工事事務所の第一線で活躍された建設省職員から聞き取りにより調査した結果をとりまとめたものである。



郵便はがき

305-□□

四十円切手
をはって下
さい

建設省土木研究所

振動研究室 御中

茨城県筑波郡豊里町大字旭一

185

No. 185

配布先氏名

配布先住所

土木研究所資料第1843号 部

上記のとおり受領しました。

所 属 (住所)

氏 名

印