

ISSN 0386—5878

土 研 資 料 第1506号

土 木 研 究 所 資 料

1978年宮城県沖地震と東北のダム

昭和54年4月

建設省土木研究所

ま え が き

1978年6月12日17時14分頃、宮城県沖海底（北緯 $38^{\circ}09'$ 、東経 $142^{\circ}10'$ 、震源深さ30 km）でマグニチュード7.4の地震が発生した。この地震により、建築物、公共土木施設とも大きな被害を出したが、幸いダムについては決定的な被害はなかった。本報告は1978年宮城県地震における、加速度記録・被害の概要をダムについてのみまとめたものである。他の公共土木施設については「土木研究所資料第1422号」（土木研究所振動研究室）等を参照されたい。

なお、この地震により得られたダムの加速度記録については、現在解析中であり、後日結果を発表する予定である。

昭和54年4月

建設省土木研究所 ダム部

フィルダム研究室

室 長 北 条 紘 次

研 究 員 近 藤 悟

ダム構造研究室

主任研究員 松 本 徳 久

目 次

1. ダムにおいて観測された加速度記録	1
2. ダムの臨時点検結果	19
3. ダムの変状各論	23
4. 今回の地震によるダムの被害についての若干の考察	39
5. あ と が き	40
参 考 文 献	40
カラー写真（本文中では白黒で印刷されたもの）	41

1. ダムにおいて観測された加速度記録

1978年宮城県沖地震当時、加速度型地震計の設置されていた東北地方のダム(ただし建設省関係のみ)は、樽水・釜房・鳴子・皆瀬・湯田・四十四田の6ダムで、そのうち釜房ダムを除く5ダムで加速度記録が得られた。加速度記録をデジタル化し再プロットしたものとこれらの加速度記録の周波数特性(パワースペクトル)を合わせて図-1~8に示す。表-1は以上の結果得られた、加速度の最大値と卓越周波数である。岩盤における加速度の最大値と震央距離の関係をプロットしたものが、図-9でありこの図には、参考のため岡本・田村¹⁾および金井²⁾による実験式から計算した最大加速度を記入してある。図-10は岩盤における加速度波の卓越周期と震央距離との関係で、参考のためSeed²⁾らによる卓越周期を記入してある。

東北地方は、建設省のダムとしては地震計の配置密度が高く、点検整備もゆきとどいていたので、今回の地震については、ダムの耐震設計上役に立つ記録が得られた。

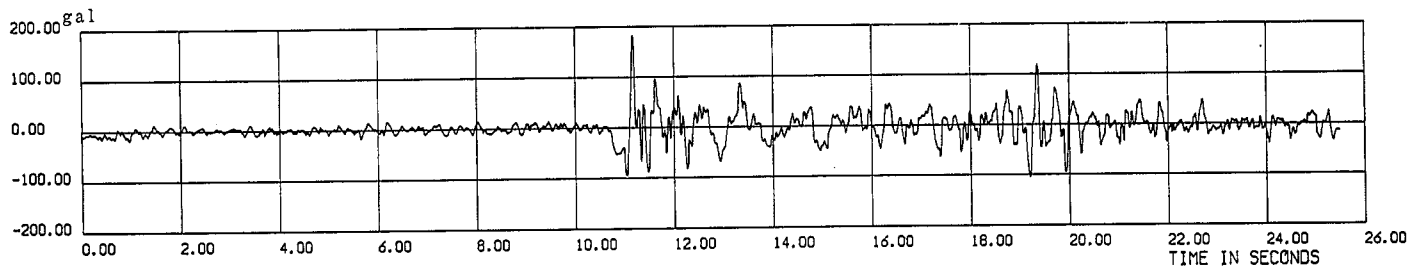
各ダムの記録の特徴

i) 樽水ダム(図-1、図-2)

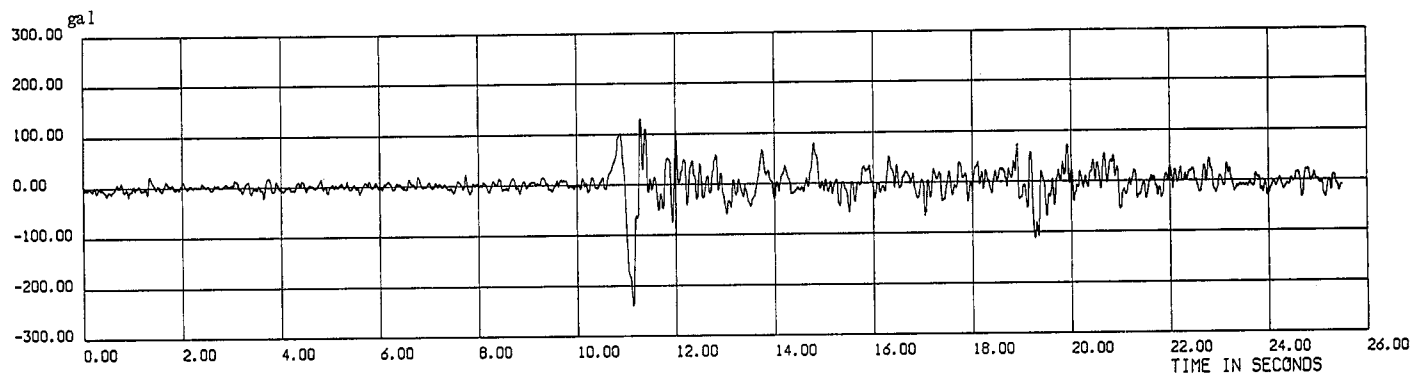
地震計はSMAC E₂型であり底設監査廊と堤体天端の2カ所に設置されていたが、天端の計器は故障中で底設監査廊のものだけ作動した。基礎における記録は、P波、S波の区別が明瞭なものでS-P時間は10.5秒、最初のピークの波より9秒目に2度目の波が到着し、主要動の継続時間は約10秒である。近地震震のP~Sの表⁴⁾によるとP~Sが10.5秒であれば震央距離96km(深さ0kmのとき)、87km(深さ40kmのとき)となる。基礎の地質は、第3紀中新世の高館火山岩類である。ダムの基礎岩盤における加速度記録としては最大級(建設省のダムのなかで)であったが、ダムには何らの損傷もなかった。

ii) 鳴子ダム(図-3、図-4)

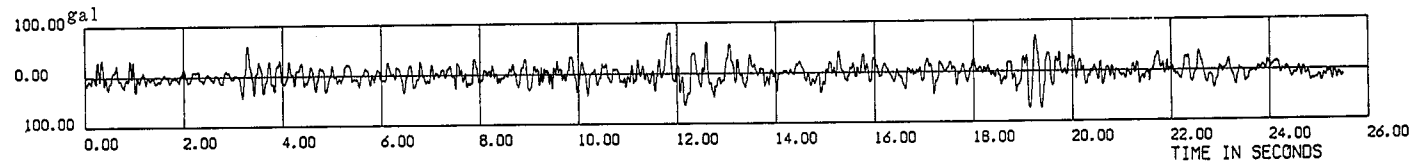
地震計は電磁型であり、表-1に示す3地点に計8成分設置してあった。天端における加速度記録のうち上下流方向はスケールアウトしており、地震計の固定が不十分なため、計器が滑動している。計器の滑動していないときの加速度の最大値は約400gal以上である。天端の地震計は越流部の天端橋梁に設置されている。図-3の記録は、原記録のスタート後13.5秒以降のものである。0.0秒より13.5秒までの間は記録感度が適切でなく数値化してない。堤体中段監査廊に設置されていた地震計の加速度記録の周波数解析によれば、上下流方向の第1次固有振動数は4.0Hzである。基礎岩盤における周波数は、上下流方向について3.5Hz~8.0Hz、ダム軸方向については3.0Hz~12.0Hz(このうち10Hzは最大のパワー)、鉛直方向は1.0Hz~16.0Hzと比較的広帯域にあるのが特徴である。中段の堤体監査廊内の記録によると、ダム軸方向と鉛直方向については基礎における周波数特性とはほとんど同じでこの2方向については剛性が高いことが示されている。このダムの基



櫓水H B (上下流) 最大 181.2 gal ($t = 11.18$ 秒) ($F_c = 0.1$, $F_t = 0.2$)



櫓水H A (軸方向) 最大 238.4 gal ($t = 11.14$ 秒) ($F_c = 0.1$, $F_t = 0.2$)



櫓水F Z (鉛直) 最大 79.8 gal ($t = 11.84$ 秒) ($F_c = 0.1$, $F_t = 0.2$)

図一 櫓水ダム加速度記録

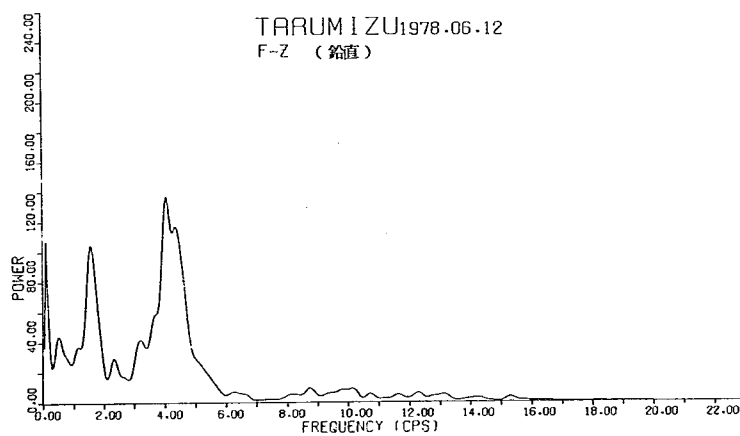
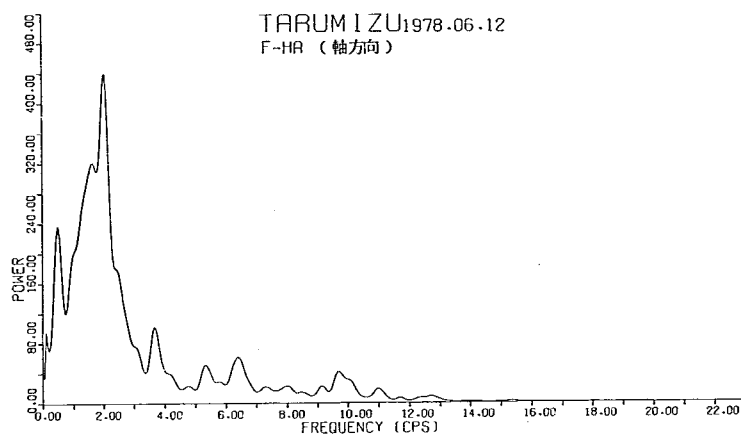
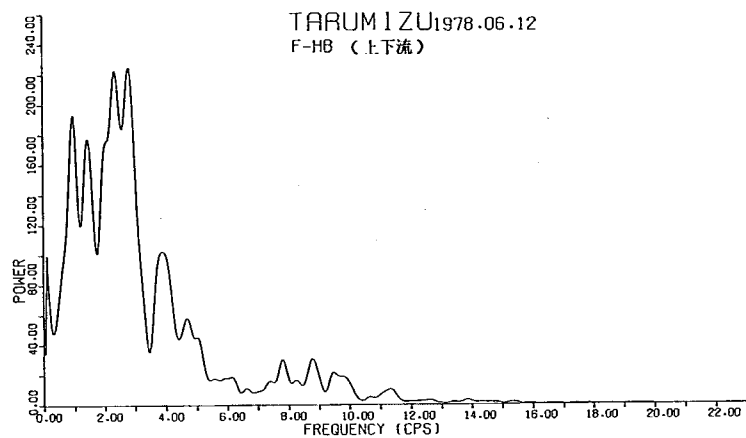
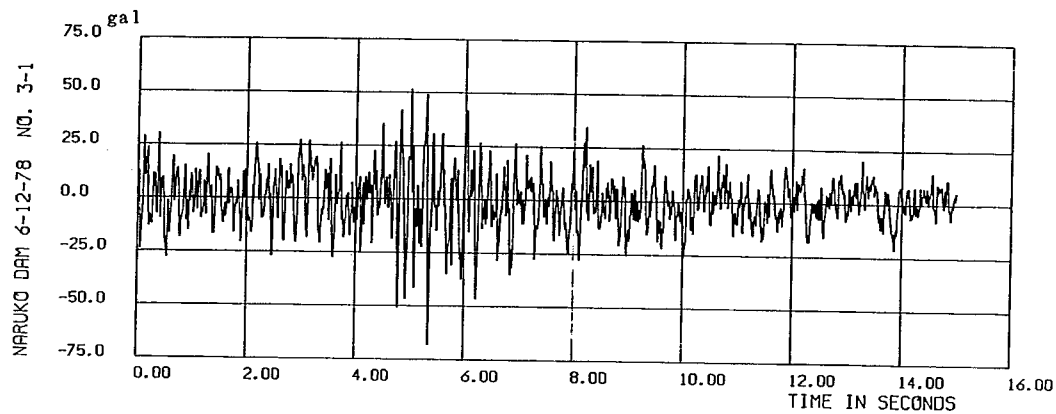
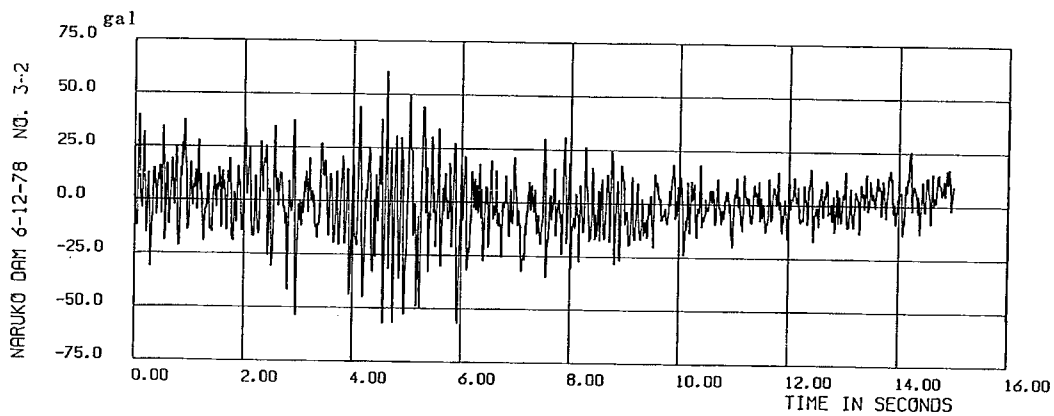


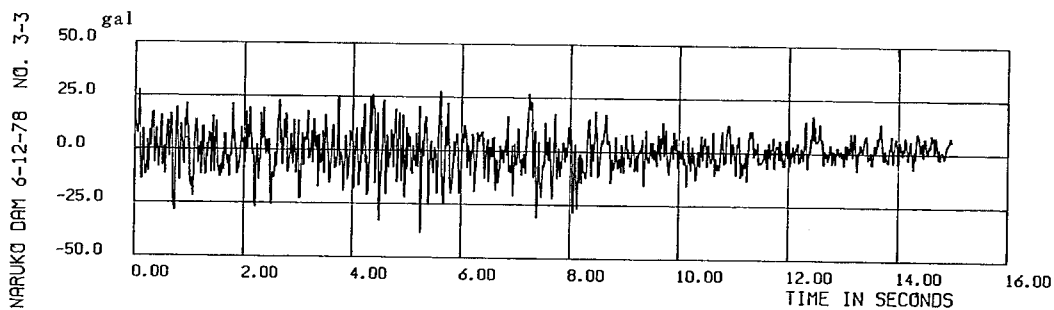
図-2 樽水ダム加速度記録のパワースペクトル



基礎(上下流)

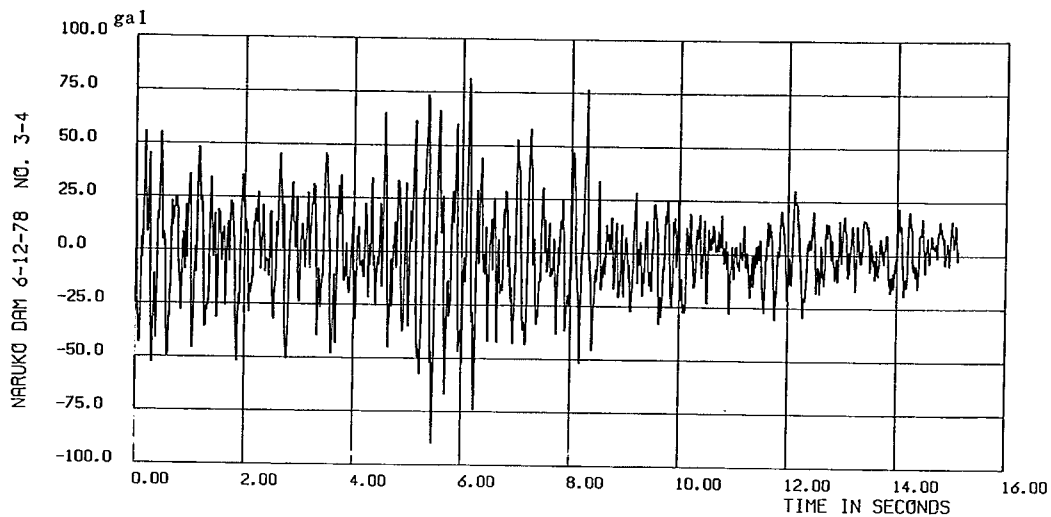


基礎(ダム軸)

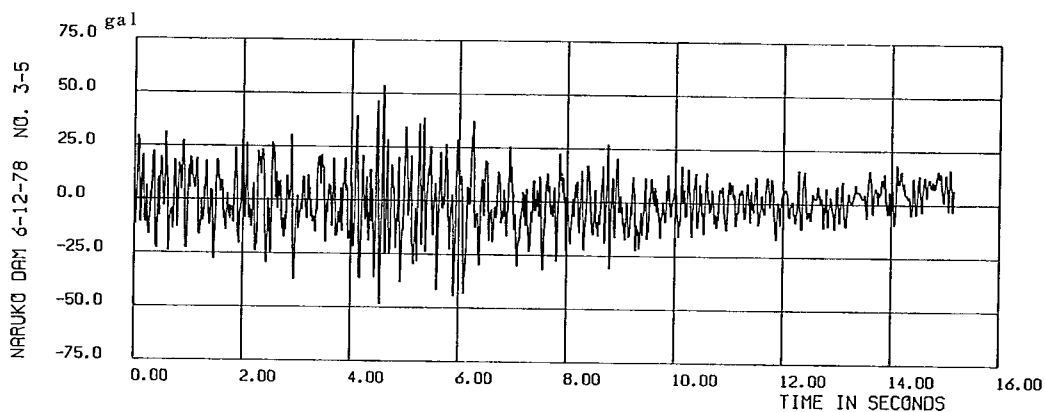


基礎(鉛直)

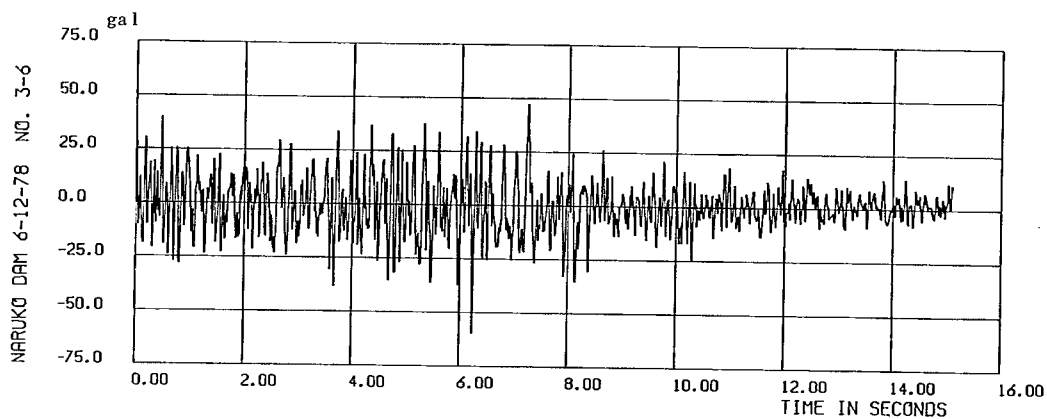
図-3 鳴子ダム加速度記録



堤体中段監査廊(上下流)



堤体中段監査廊(ダム軸)



堤体中段監査廊(鉛直)

図-3 鳴子ダム加速度記録(続)

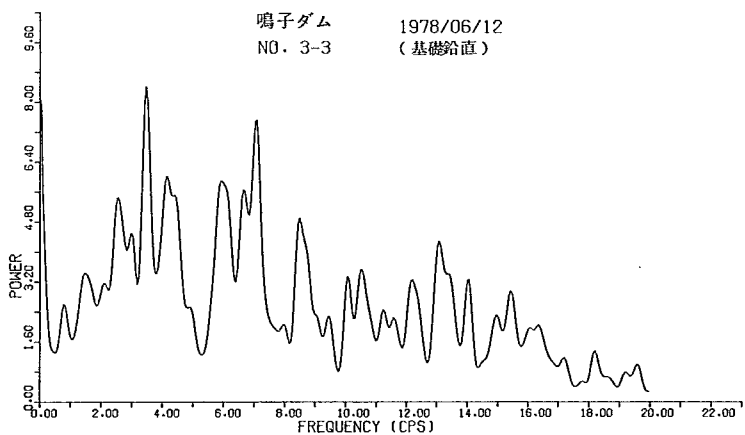
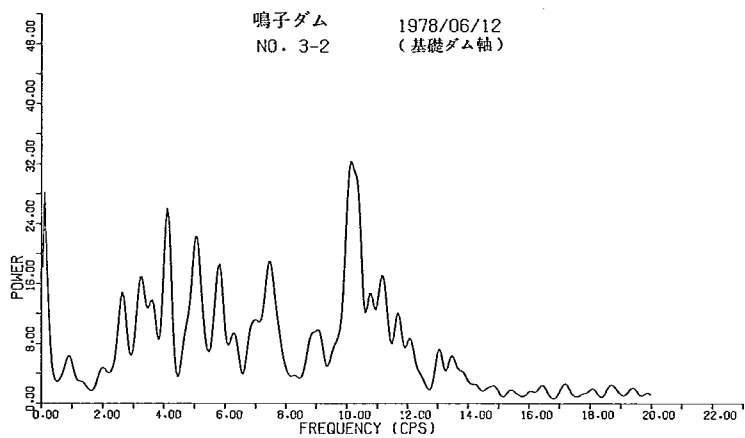
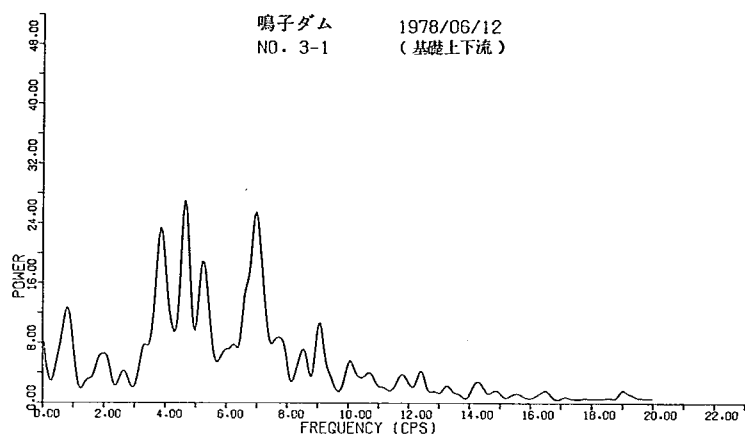


図-4 鳴子ダム加速度記録のパワースペクトル

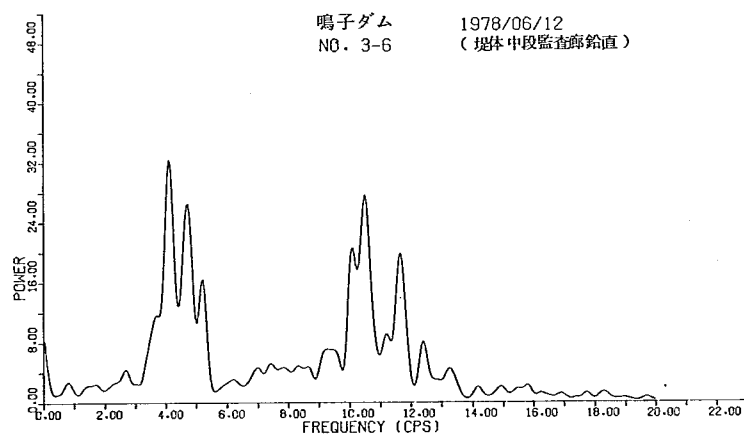
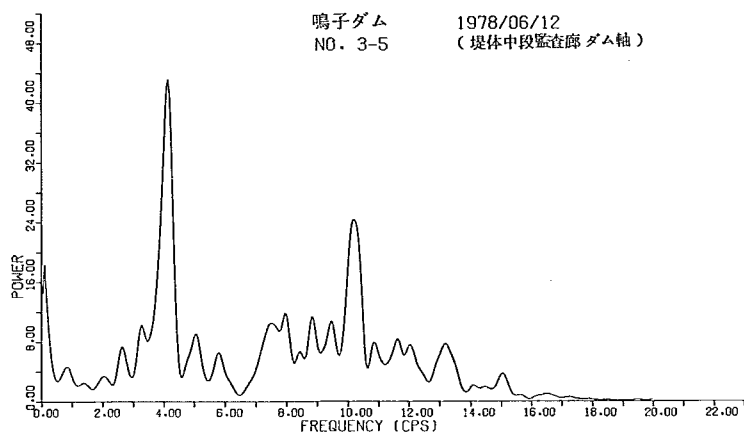
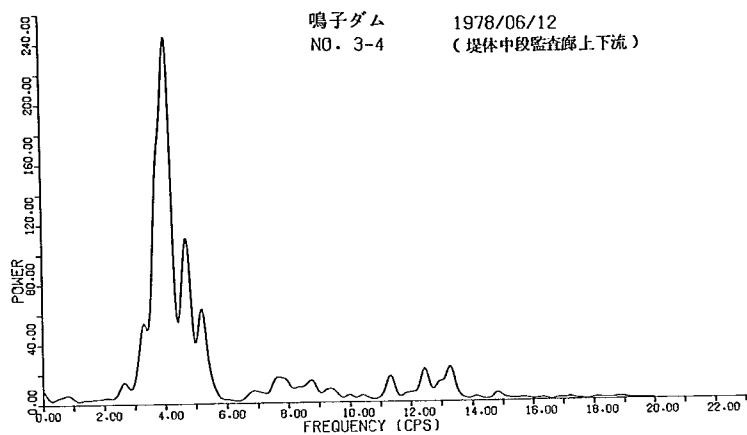


図-4 鳴子ダム加速度記録のパワースペクトル(続)

基礎岩盤の地質は花崗岩類であり、P波速度は4.5 km、ジャッキ試験による静弾性係数は $20,000 \text{ kg/cm}^2 \sim 100,000 \text{ kg/cm}^2$ である。基礎岩盤の加速度波の卓越周波数が高いのは岩盤が良好なためとも考えられるがなお検討を要する。

iii) 皆瀬ダム (図-5、図-6)

基礎の地震計は、洪積世の砂礫堆積層中に入れられたコアウォール下部の監査廊内に設置されており、コアウォールの基礎は第3紀の凝灰質頁岩に岩着されている。岩盤の加速度波の卓越周期が遅いのは、洪積層中のコアウォール底部監査廊内に地震計が設置されていたことと関係あるかもしれない。堤体の周波数特性は、天端ではなく法面の中位標高に地震計が設置されているためか、まず第1に基礎の低周波成分がそのまま現れ、次に3.8 Hzの堤体の固有周期と思われるものが次に現れている。

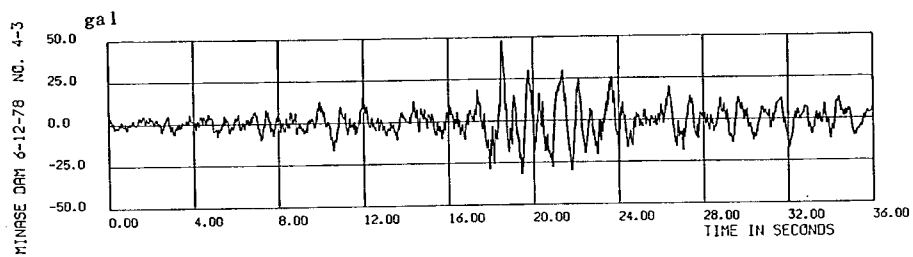
iv) 湯田ダム (図-7、図-8)

湯田ダムには、岩盤および堤体天端の2カ所にそれぞれ3成分の電磁型加速度計が設置されていた。岩盤の加速度波形の周波数特性は樽水ダムのものと似ている。岩盤の地震計は左岸岩盤グラウトトンネル内にあり、地表より56 m奥にある。堤体の上下流方向の第1次固有周波数は4.0 Hzである。ダムサイトの地質は、花崗岩が主体をなし、かなり断層が発達している。

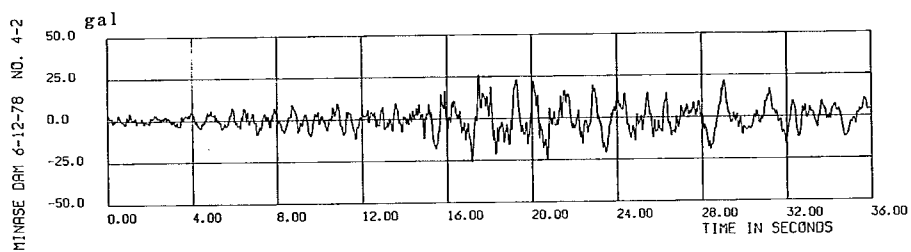
v) 四十四田ダム

このダムは、大部分をコンクリート重力ダム、右岸の一部をアースダムとする複合ダムである。表-1中の6 BLとは重力ダムの非越流部の最大堤高部であり、18 BLは重力ダムの最も右岸よりのブロックすなわちアースダムと境界をなすブロックである。堤外ブロックとは、建設時におけるケーブルクレーンのアンカーのコンクリートブロックで基礎は火山泥流である。最大加速度のみに着目すると、コンクリート重力ダム6 BLは上下流方向に3.6倍程度増幅していること、ダム高としては同じ部分のアース部とコンクリート部を比較するとアース部の方が増幅率が大いことなどがわかる。以上の傾向は1974年9月4日の $M=5.6$ 、震央距離82 kmの地震の場合⁵⁾とはほぼ同じである。(1974年の地震時の周波数特性は岩盤ダム軸=2.0 Hz、6 BL上下流=8.0 Hz、6 BLダム軸=2.0 Hz、18 BL上下流=2.5 Hz、アース上下流=2.5 Hz等) 今回の地震記録は紙送り速度が早すぎデジタル化に困難があったので、デジタル化しておらず、精しい周波数分析はできない。四十四田ダムの基礎岩盤は、コンクリート部においては、古生層の輝緑凝灰岩・粘板岩・チャート、アース部は岩手火山の活動による火山泥流堆積物である。

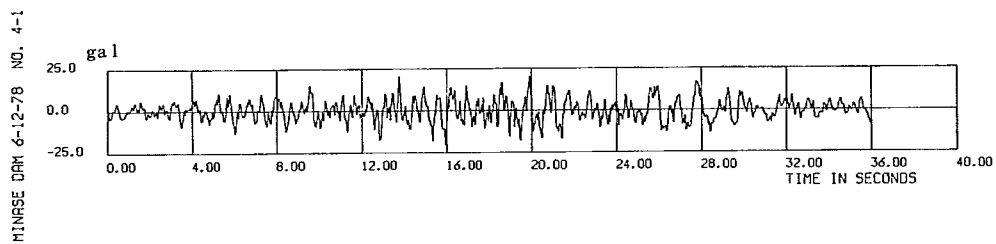
なお以上の加速度記録のパワースペクトルはバンド幅0.4 HzのParzenのウィンドウをかけてある。また図-1は $F_c=0.1 \text{ Hz}$ 、 $F_t=0.2 \text{ Hz}$ のデジタルフィルターをかけ基線の修正を行っている。ただし F_c 、 F_t はそれぞれCut-off Frequency, Termination Frequencyである。



基礎上下流



基礎ダム軸



基礎鉛直

図-5 皆瀬ダム加速度記録

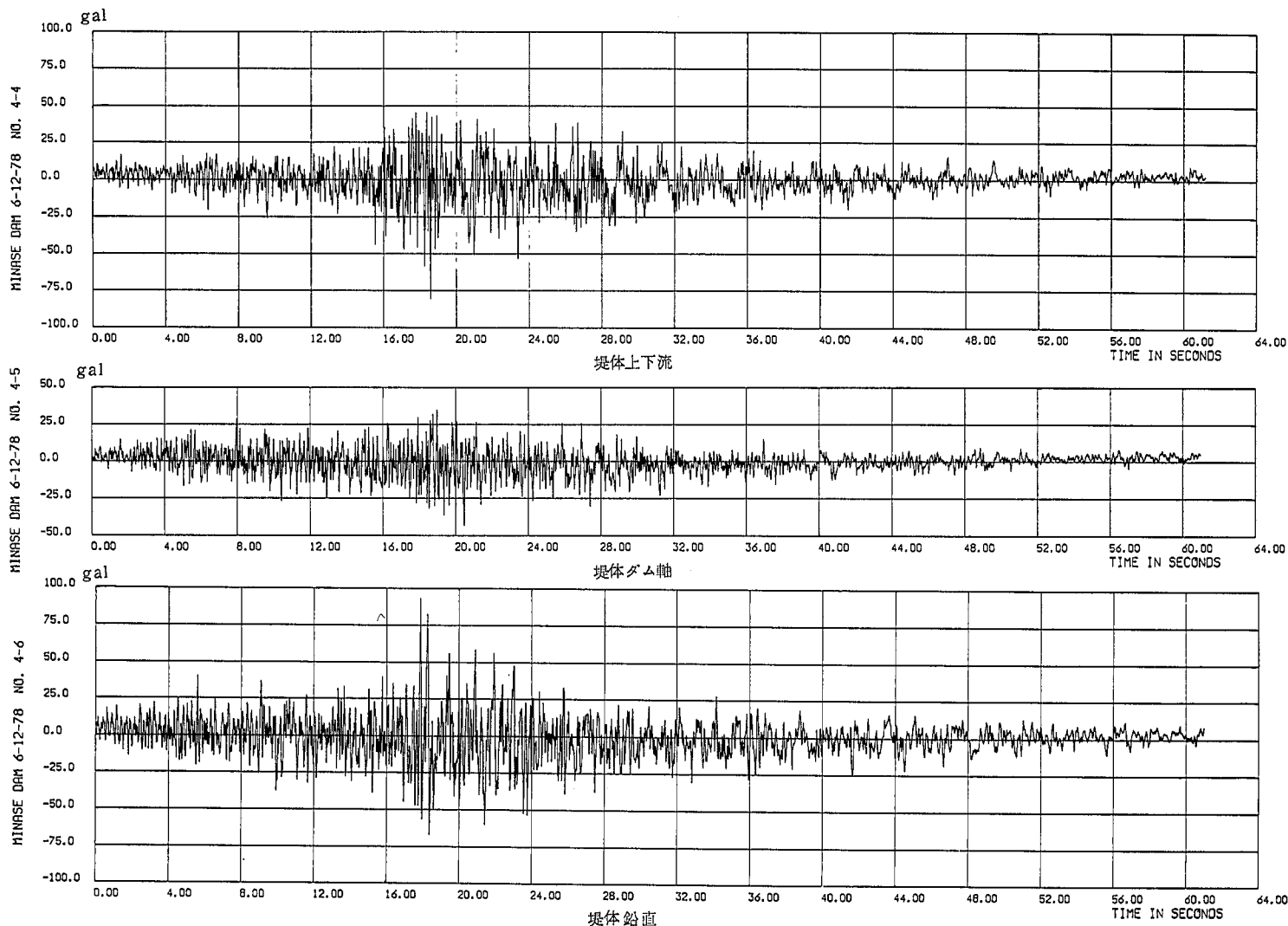


図-5 皆瀬ダム加速度記録(続)

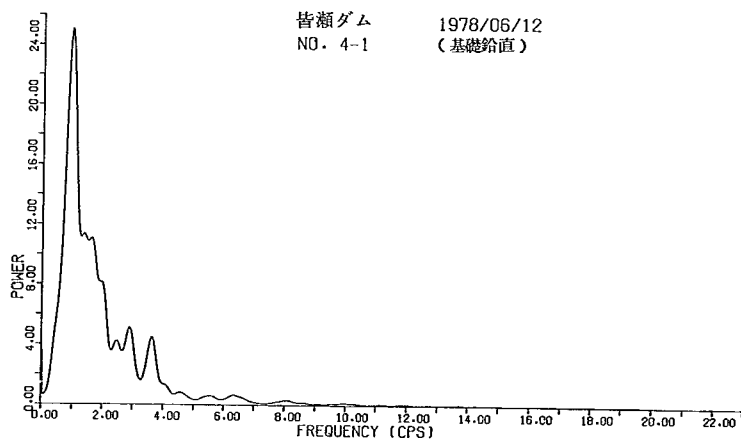
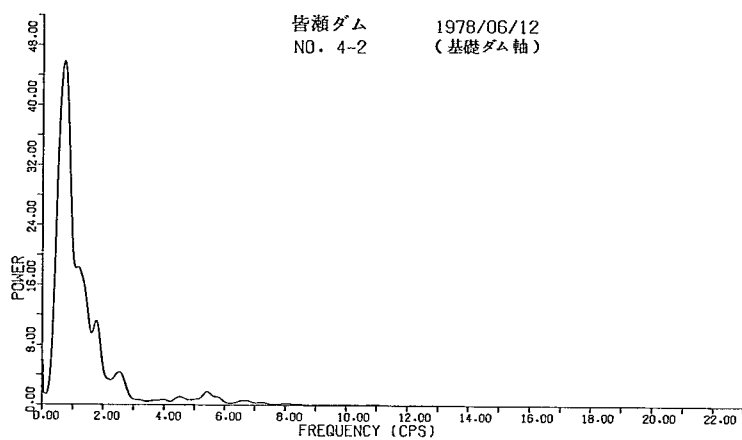
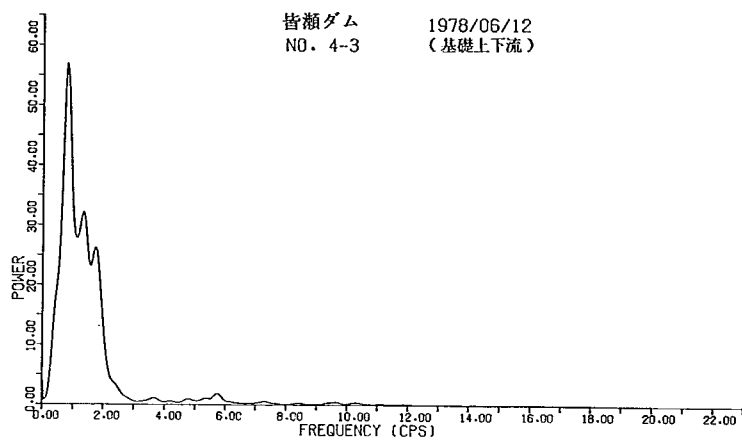


図-6 皆瀬ダム加速度記録のパワースペクトル

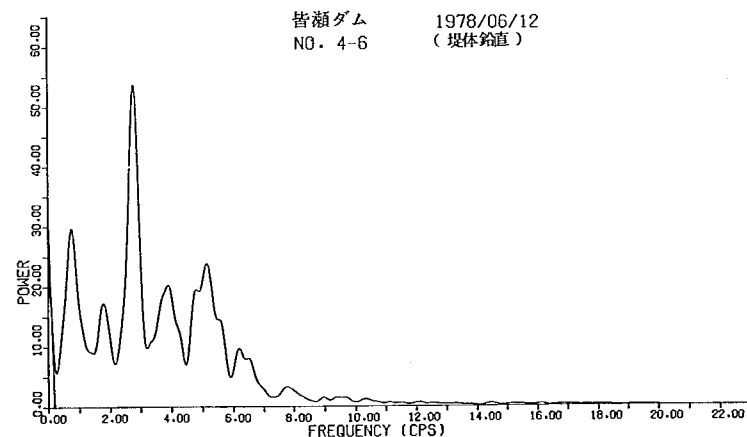
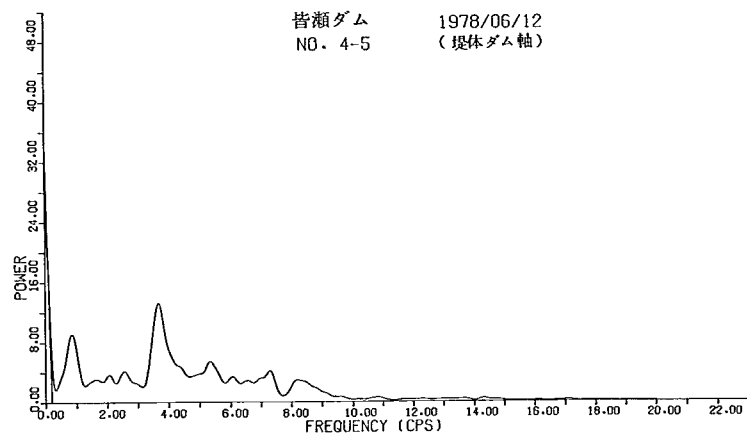
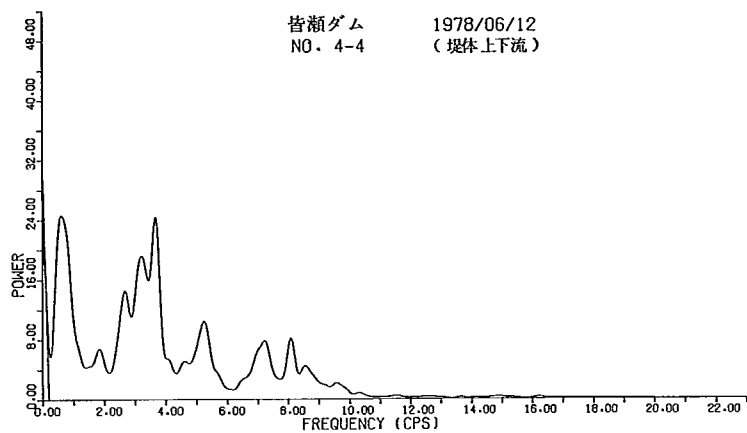
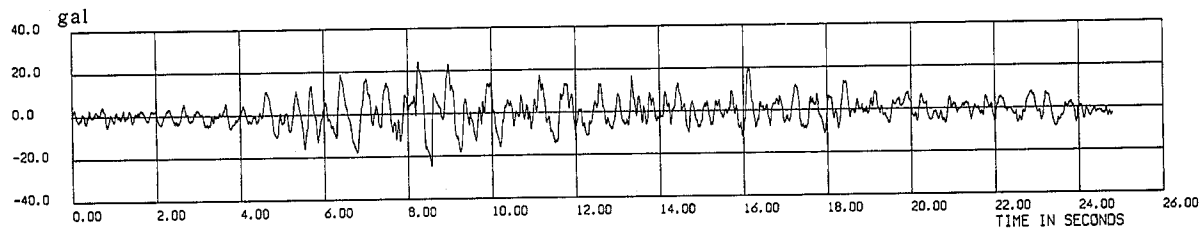


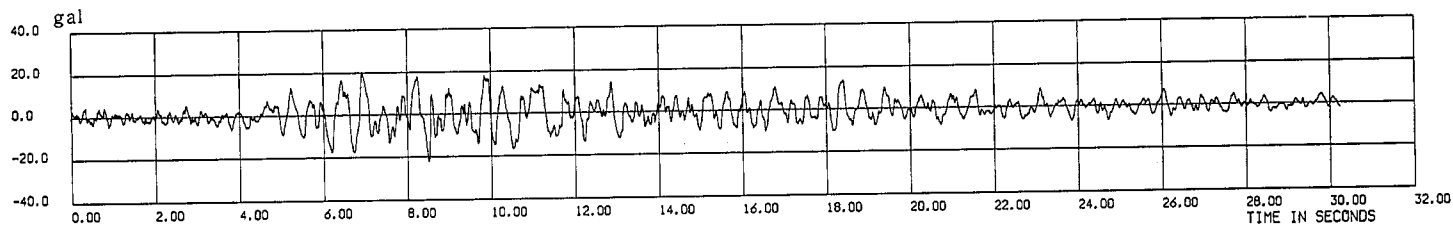
図-6 皆瀬ダム加速度記録のパワースペクトル(続)

YUDA DAM 6-12-78 FNDIN U/D STREAM



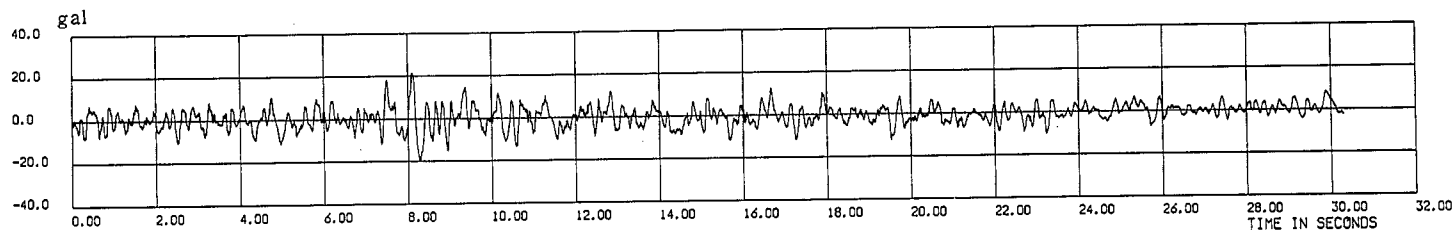
基礎上下流（原波）

YUDA DAM 6-12-78 FNDIN CROSS CANYON



湯田基礎ダム軸（原波）

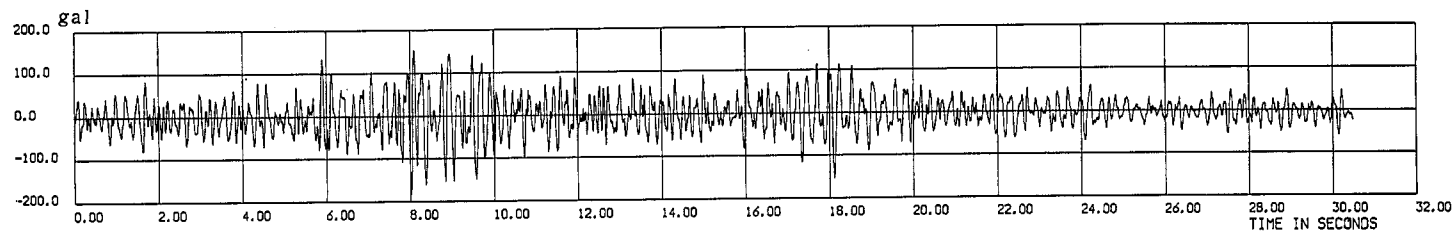
YUDA DAM 6-12-78 FNDIN VERTICAL



湯田基礎鉛直（原波）

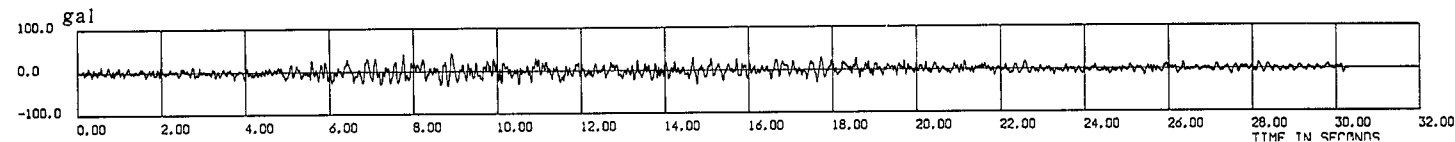
図一 7 湯田ダム加速度記録

YUDA DAM 6-12-78 CREST U/D STREAM



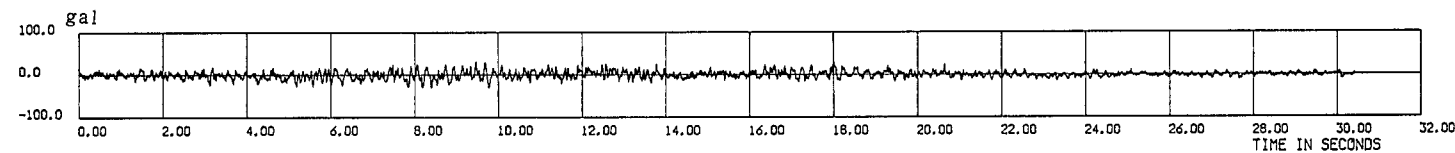
湯田 原波 堤体上下流 6-12-78

YUDA DAM 6-12-78 CREST CROSS CANYON



湯田 原波 堤体ダム軸 6-12-78

YUDA DAM 6-12-78 CREST VERTICAL



湯田 原波 堤体鉛直 6-12-78

図-7 湯田ダム加速度記録(続)

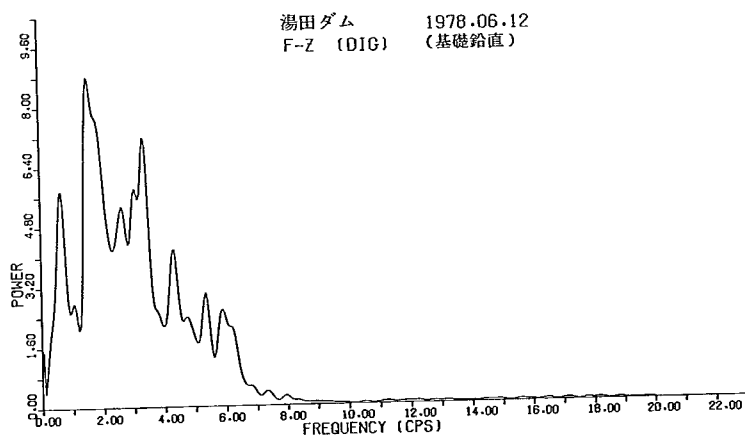
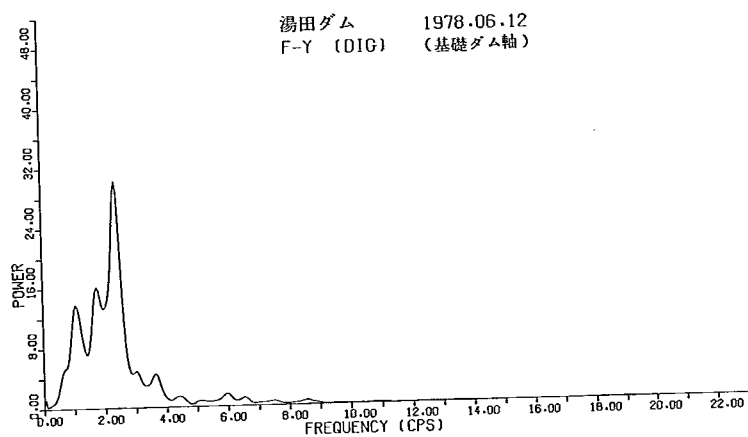
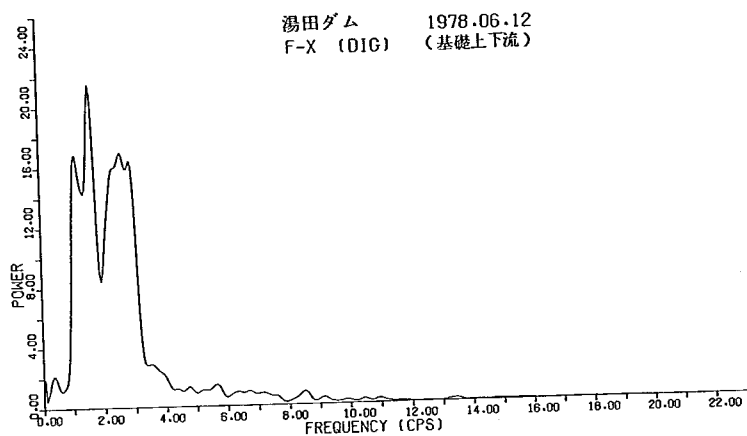


図-8 湯田ダム加速度記録のパワースペクトル

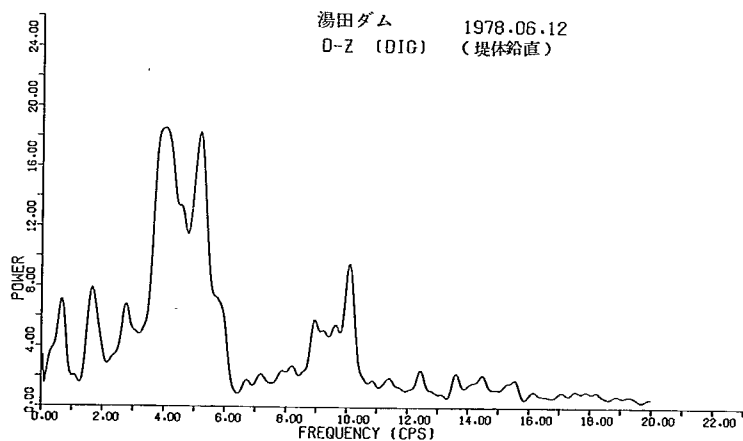
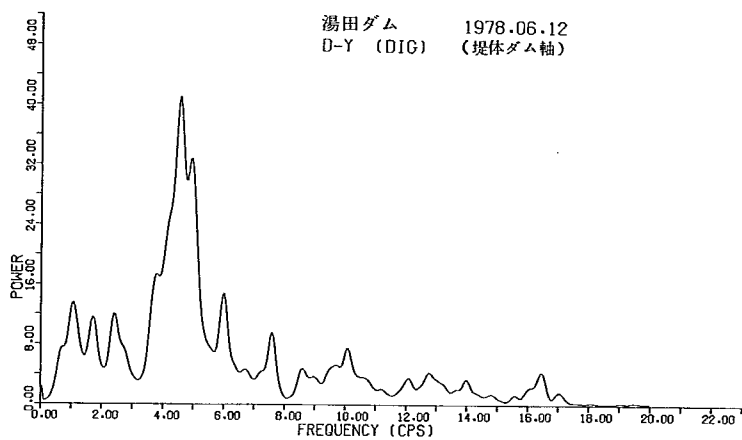
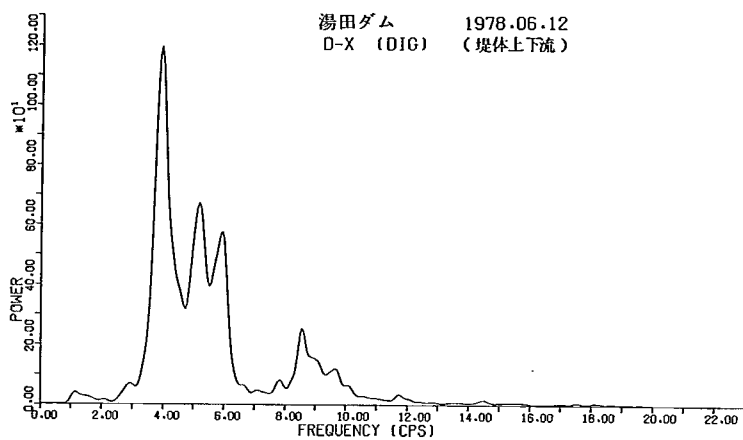
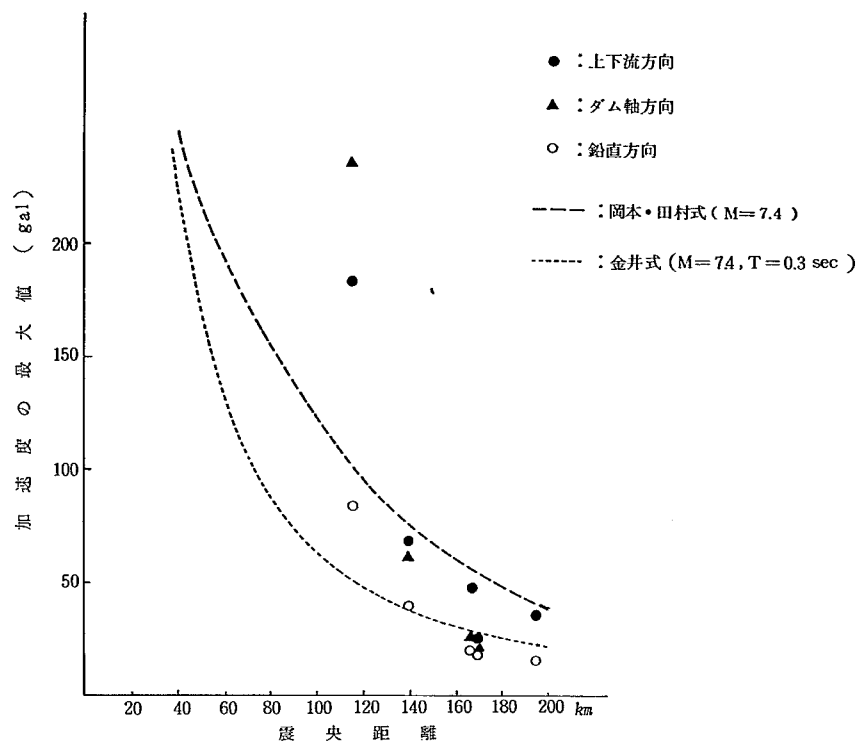


図-8 湯田ダム加速度記録のパワースペクトル (続)

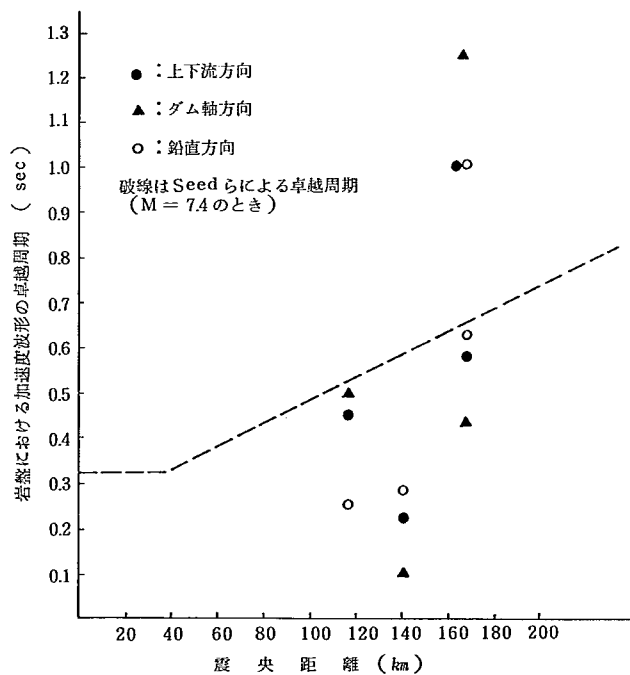
表-1 宮城県沖地震における加速度記録の概要

ダ ム	震央からの距離	地震計設置場所	地震計の方向	最大加速度(gal)	卓越周波数(Hz) ¹⁾
樽 水 高さ43m ロックフィル	117km	底 設 監 査 廊 (岩盤)	上 下 流	184	1.0, 1.5, <u>2.2</u>
			ダ ム 軸	236	0.6, <u>2.0</u> , 3.7
			鉛 直	84	1.7, 4.0, 4.6
鳴 子 高さ94.5m ア ー チ	141km	基 礎 岩 盤	上 下 流	68	3.8, <u>4.6</u> , 7.0
			ダ ム 軸	61	4.0, 5.0, <u>10.0</u>
			鉛 直	39	<u>3.5</u> , 6.0, 7.3
		堤 体 中 段 監 査 廊	上 下 流	90	<u>4.0</u> , 4.7
			ダ ム 軸	54	<u>4.0</u> , 10.0
			鉛 直	60	<u>4.0</u> , 4.5, 10.5
		天 端 橋 梁	上 下 流	400以上 (スケールアウト)	
			ダ ム 軸	約270	
皆 瀬 高さ65m 表面遮水 ロックフィル	167km	基 礎 止 水 壁 内 監 査 廊	上 下 流	48	<u>1.0</u> , 2.5
			ダ ム 軸	26	<u>0.8</u> , 2.5
			鉛 直	20	1.0, 2.8, 3.6
		堤 体 下 流 法 面 小 段	上 下 流	80	<u>0.8</u> , 3.8, 5.2
			ダ ム 軸	43	0.8, 3.8, 5.4
			鉛 直	83	0.8, <u>2.8</u> , 5.4
湯 田 高さ89.5m アーチ重力	169km	基 礎 岩 盤	上 下 流	25	1.2, <u>1.7</u> , 2.8
			ダ ム 軸	21	1.2, 1.7, <u>2.3</u>
			鉛 直	21	0.8, <u>1.6</u> , 3.4
		堤 体 天 端	上 下 流	183	<u>4.0</u> , 5.2, 5.9
			ダ ム 軸	42	<u>4.6</u> , 4.9, 6.0
			鉛 直	31	4.0, <u>5.2</u> , 10.1
四 十 四 田 高さ50m 重 力 一部アース	195km	基 礎 岩 盤	ダ ム 軸	36	
			鉛 直	15	
		重 力 ダ ム 6BL	上 下 流	129	
			ダ ム 軸	29	
		重 力 ダ ム 18BL	上 下 流	34	
			ダ ム 軸	36	
			鉛 直	12	
		ア ー ス ダ ム	上 下 流	95	
			ダ ム 軸	44	
			鉛 直	47	
		堤 外 ブ ロ ッ ク	上 下 流	149	
			ダ ム 軸	69	

1) 卓越周波数のうち下線のあるものが最大のパワーをもつ。



図一 9 加速度の最大値と震央距離



図一 10 卓越周期と震央距離

2. ダムの臨時点検結果

1978年宮城県沖地震時において、東北地方にあった既設のダム（高さ15m以上）の分布を図-11に示す。図-11には、気象庁発表による震度分布も記入してある。ダムの型式別個数は次のようである。

総 ダ ム 数 198 （東北地建管内：すなわち青森・秋田・岩手・山形・宮城各県内のダムおよび福島県においては阿賀野川水系のダムを除いたダム）

コンクリートダム	62	{	重 力	57
			中空重力	2
			ア ーチ	3

フ イ ル ダ ム	133	{	ア ー ス	127
			ロ ッ ク フ ィ ル	4
			表面遮水ロックフィル	2

一部コンクリートダム、一部アースダム	3
--------------------	---

地震後、ダム管理者によるダムの臨時点検が実施され、東北地建がこれをまとめている。点検項目は次のものである。

(a) ダム本体

- (イ) 漏水の有無および漏水量の変化
- (ロ) コンクリート表面のひびわれ
- (ハ) ダム天端のひびわれ
- (ニ) 表面しやすい壁、リップラップの変化
- (ホ) そ の 他

(b) 取付部周辺地山及び貯水池周辺地山

- (イ) 漏 水
- (ロ) き 裂
- (ハ) 崩 落
- (ニ) 地 沈 り

以上の点検の結果、192ダムで異常なく、表-2の6ダムについては何らかのコメントが付された。

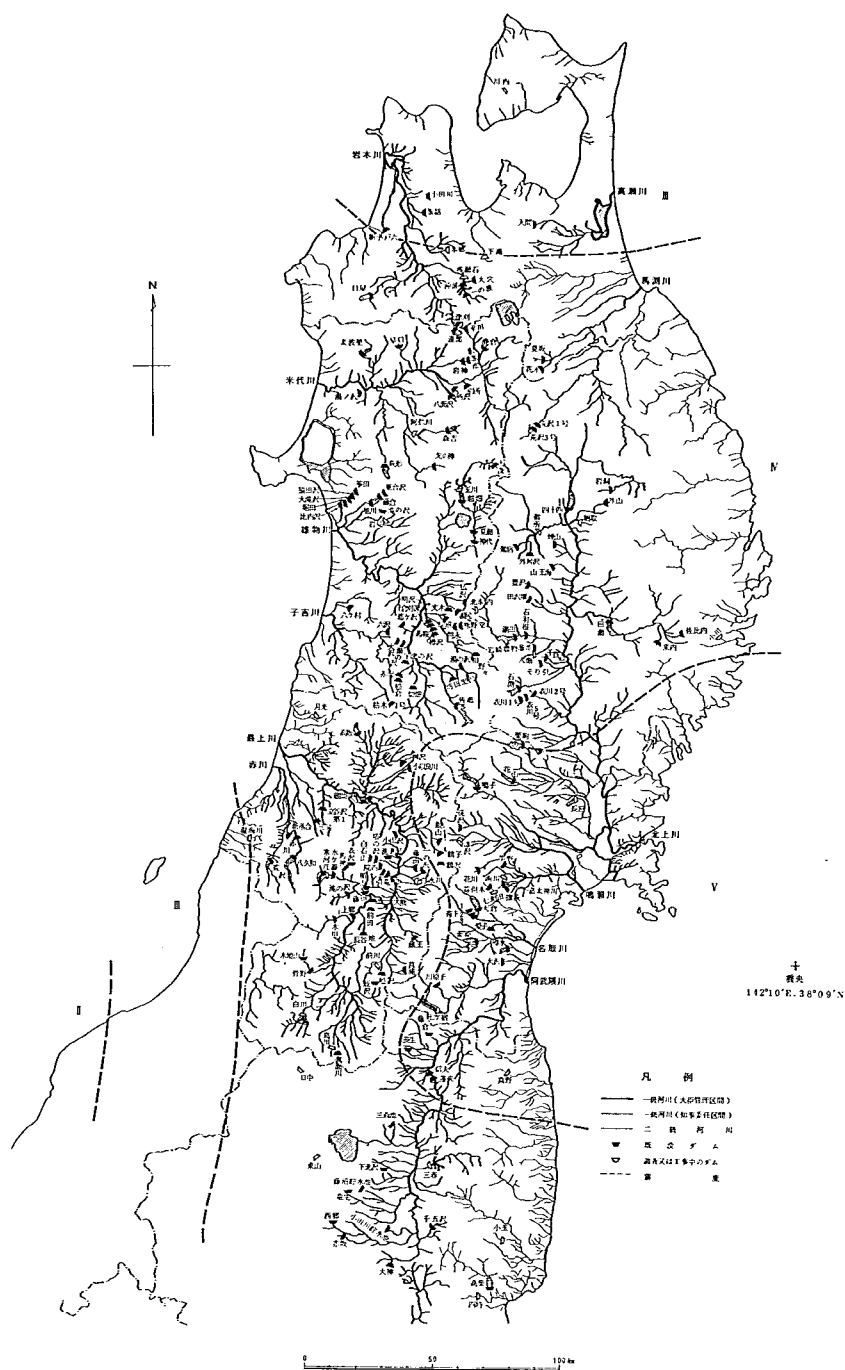


図-11 東北地方のダム

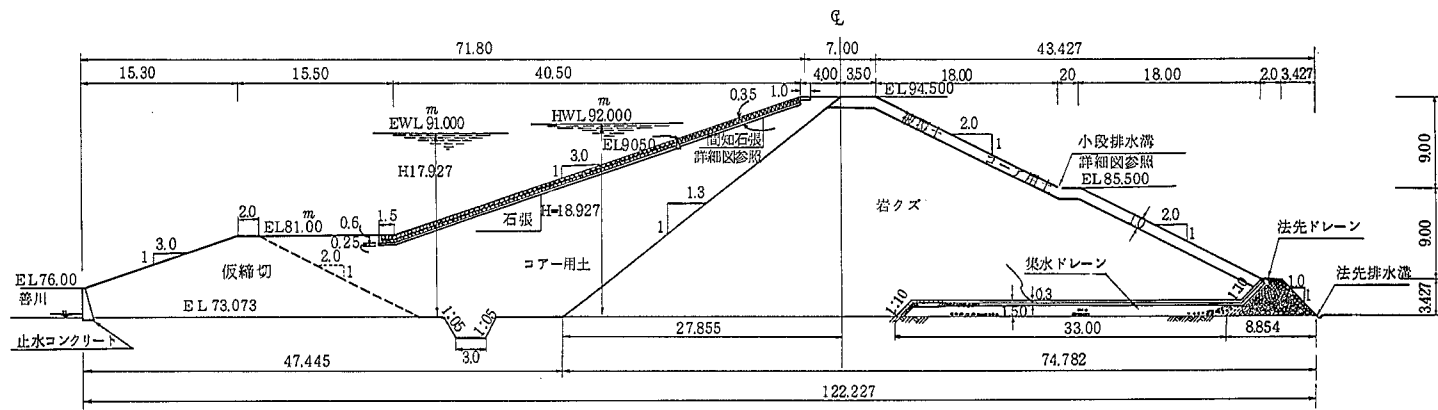


図-12 牛野ダム標準断面図

表-2 コメントの付されたダム

コメントの付 されたダム	ダム型式	震央距離 (km)	基礎における 加速度の最大値 (gal)
牛 野	ロックフィル	122	(93)*
蒜 但 木	アース	122	(93)
孫 沢	アース	128	(87)
皆 瀬	表面遮水ロックフィル	167	48(54)
蛭 沢	アース	170	(53)
遠 部	コンクリート重力	288	(13)

*()内は岡本・田村式による推定値

3. ダムの変状各論

3-1 牛野ダム

ダムの諸元を表-3に標準断面図を図-12に示す。このダムの変状は、上流面、張石部においてダム軸方向に72mにわたりきれつが発生したことである(図-13)。地震時水位はEL87.5mでありき裂の発生位置は約EL89.0mである。このダムは上流面傾斜コア型のロックフィルダムであり、コアを保護するため上流面に、間知石張が施工されており、石張とコアの間にはフィルタの働きをする切込砂利が20~30cm施工されている。きれつ発生の原因はダム堤体と張石部の剛性の差すなわち張石が堤体の変形に追従できなかったことにあると推定される。宮城県の王城寺原補償工事々務所は調査のため張石を一部め

表-3 牛 野 ダ ム 諸 元

	項 目	記 事		項 目	記 事
ダムサイト	河 川 名	鳴 瀬 川 水 系 善 川	貯 水 池	湛 水 面 積	1 1.7 1 5 ha
	位 置	大 衡 村 牛 野		満 水 位	E.L 9 1.0 0 m
	流域面積	2 9 8 ha		洪 水 位	E.L 9 2.0 0 m
ダ ム	型 式	傾斜コア式 ロックフィルダム		最低水位	E.L 7 5.0 0 m
	堤 高	2 1.4 2 7 m		有効水位	1 6.0 0 m
	堤 頂 長	1 6 0.0 5 m		有効貯水量	5 0 0,0 0 0 m ³
	堤 頂 巾	8.0 0 m		受益面積	6 0 0 ha
	側 法	内法3割 外法2割	附帯工事	付替道路	ℓ = 2,1 7 9.3 0 m 橋 4ヶ所
	堤 体 積	1 1 3,5 4 6.5 m ³		資 材 運搬道路	ℓ = 2,0 0 9.6 m 橋 2ヶ所
	余 水 吐	側溝余水吐 ℓ = 3 2.5 0 m	事 業	竣 功	昭和48年3月
	取水設備	斜樋 ℓ = 3 3.8 3 3 m D = 6 0 0 m/m		事 業 者	宮城県農地林務部
	底 樋	ℓ = 1 3 6.7 5 m D = 1,0 0 0 m/m			



図-13 牛野ダム上流面の
きれつ(その1)
巻末にカラー写真あり(以下
同じ)

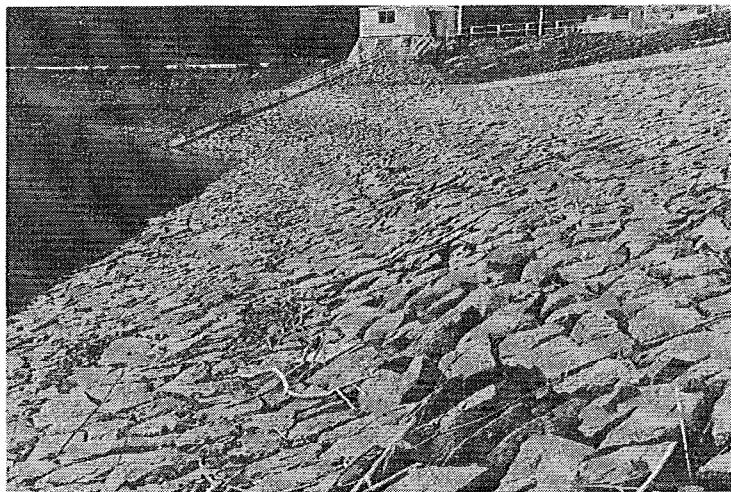


図-13 牛野ダム上流面の
きれつ(その2)

くり、切込砂利を堀ってコアを露出させていたが、コアの密度は高く、きれつはコアに達しておらず、止水性への影響はない。図-12の上流面EL.90.5mの根止基礎コンクリートの上面には水がたまっていること、下流法先における漏水量はごくわずかで、地震前後で変化がないことの2点からもコアの止水性には地震の影響がなかったことがわかる。

左岸アバットに斜樋のゲート操作室(RC構造)が設けられているがこの天井のモルタルは地震により落ちていた。

ダム基礎の地質は、第3紀鮮新世萩ヶ倉凝灰岩である。

3-2 蒜但木ダム

ダムの諸元を表-4に、設計図書がないので実測(宮城県七北田・南川ダム建設事務所による)による断面図を図-14に示す。

表-4 蒜 但 木 ダ ム 諸 元

項 目	
堤 高	2 1.6 m
頂 幅	7.0 m
堤 頂 長	7 0.0 m
堤 体 積	6 0,0 0 0 m ³
流 域 面 積	1 7.0 Km ²
湛 水 面 積	6.6 5 ha
総貯水容量	4 9 2 × 1 0 ³ m ³
余水吐諸元	側溝延長 7 1.6 m (7 7.0 m) 排水量 1 1 3 m ³ /s (越流水深 1.0 m)
竣 功	昭和26年3月 (昭和6年着工 昭和19年洪水で流される)

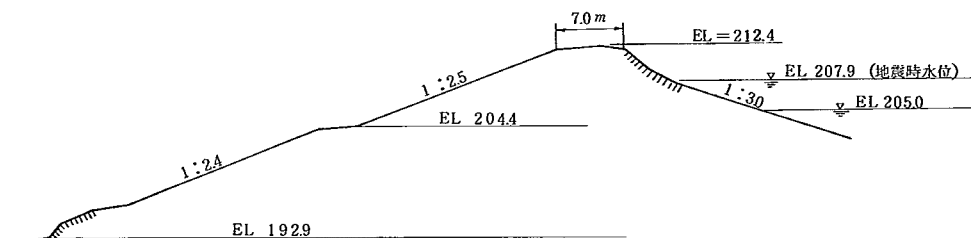


図-14 蒜但木ダム中央附近実測断面図

本ダムの変状は天端におけるダム軸方向のきれつ(ダム中央附近)と上下流方向のきれつ(左右アバット堤体とり付け部)であり、そのスケッチを図-15に写真を図-16に示す。図-15aに示してあるように、ダム軸方向のきれつは最も長いもので長さ17m、幅4.5cm、上下流方向のものは長さ4.5m、幅1.5cm程度である。このきれつの深さを追跡するために宮城県七北田・南川ダム建設事務所はセメントミルクをきれつに流しこみ、後にトレンチしてフェノールフタレインによりセメントミルクの回り具合をみた。これによると図-15bに示すように40~60cm程度であった。

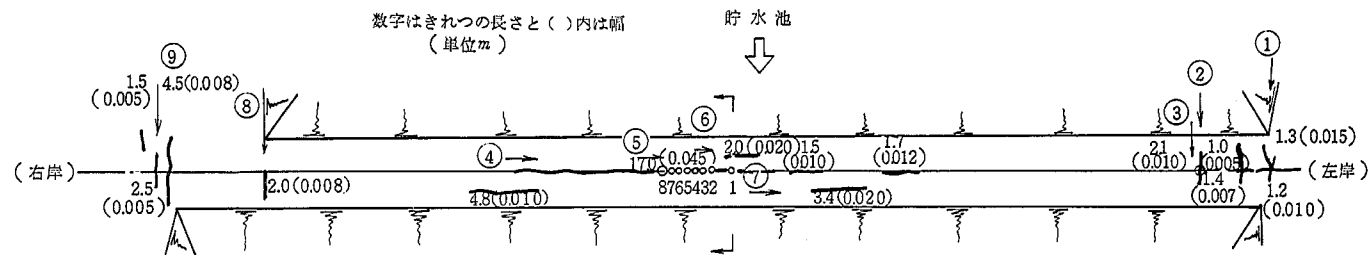


図-15(a) きれつ平面図(天端)

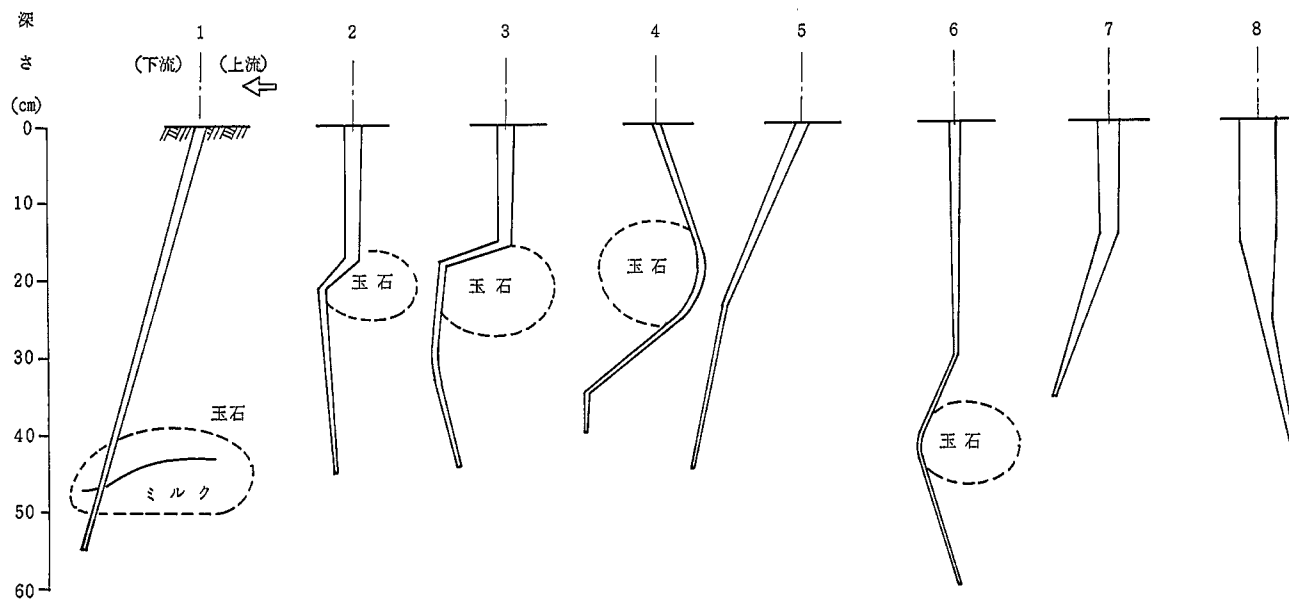


図-15(b) 蒜但木ダムきれつスケッチ



図-16 蒜但木ダム天端きれつ
(その1)



図-16 蒜但木ダム天端きれつ
(その2)

漏水は下流法先と、それより下流10mの地点の2ヶ所で集水されてる。下流法先の漏水は水位がEL205.0m以下ではないことから、主として堤体からの漏水と考えられ、EL209.3mの水位で約200ℓ/分、下流10mの地点の漏水は貯水池とは関係のない地山の湧水・堤体からの漏水・基礎の漏水の混合したもので、水位EL209.3mで約600ℓ/分である。いづれにせよこの規模のフィルダムとしては漏水量は多い。この他にEL197.0m附近に5ℓ/分程度の漏水もあり、浸潤面が下流面にでている。漏水量は降雨による影響が強く、地震前後での増減は判断できない。

基礎岩盤は、中新世湯本層凝灰岩でアバットで観察されるものは低溶結でジョイント間隔は1m程度である。このダムは施工時期から考えて、また現地観察によると、最近のフィルダムと異り、材料の質が悪く締め固めが不十分である。

3-3 孫沢ダム

ダムの諸元を表-5に示す。変状は堤頂の上下流方向に長さ5.5m、幅1~2mmのきれつ、前面アスファルト遮水壁に長さ6m、幅1~2mmのきれつが生じた(図-17)。基礎の地質は鮮新世鰐峰層。

表-5 孫沢ダム諸元

河 川	鳴 瀬 川 水 系 田 川
型 式	アースダム、表面アスファルト遮水壁
堤 高	16.5m
堤 頂 長	202.4m
堤 体 積	25,000m ³
総貯水量	954×10 ³ m ³
目 的	かん が い
管 理	土 地 改 良 区
竣 功	昭 和 3 5 年

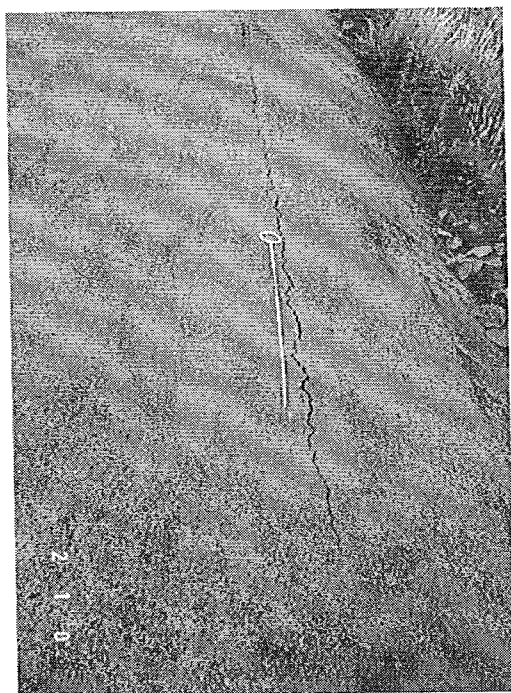


図-17 孫沢ダムのきれつ(その1)



図-17 孫沢ダムのきれつ
(その2)

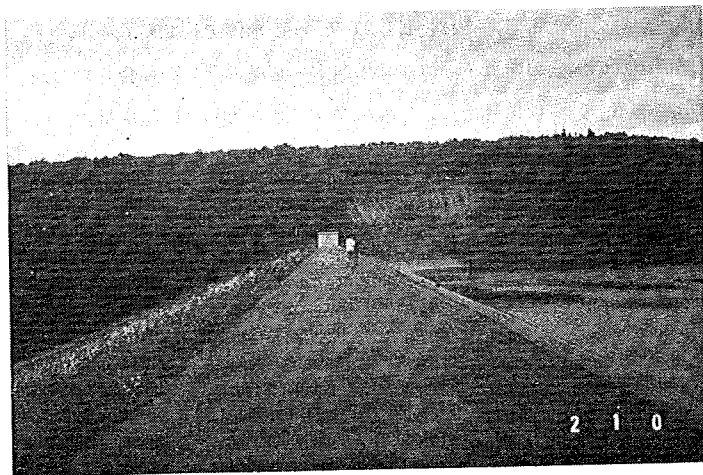


図-17 孫沢ダムのきれつ
(その3)

3-4 皆瀬ダム

ダムの諸元を表-6に断面図を図-18に示す。漏水量が地震前後で約5%増えた。皆瀬ダムのようなコンクリート床版表面遮水壁型ダムは、一般に漏水量が多く、一定期間毎に補修する場合が多い。

表-6 皆瀬ダム諸元

諸 元			
河 川 名	雄物川右支川皆瀬川		
位 置	秋田県雄勝郡皆瀬村貝沼		
流 域 面 積	172Km ²		
貯 水 池		法 勾 配	上流面 1:1.35
湛 水 面 積	15 Km ²		下流面 1:1.40
計 画 高 水 位	251 m	遮 水 壁 厚	0.3~0.6 m
常 時 満 水 位	250 m	粗 石 積 厚	3.0~5.0 m
制 限 水 位	237.5 m	地 質	凝灰岩
堆 砂 面	222.5 m	クレストゲート	14.0×7.5 m
利 用 水 深	28.5 m		二段ローラーゲート2門
洪水調節水位	13.5 m	オリフィスゲート	3.5×3.5 m
総貯水容量	31,600,000 m ³		ローラーゲート1門
有効貯水容量	26,300,000 m ³	排 水 隧 道	内径5.2 m 延長406 m
堆 砂 容 量	5,300,000 m ³		ハウエルバンガーバルブ径
洪水調節容量	16,200,000 m ³		165×1門
灌 溉 容 量	12,000,000 m ³	発 電	
発 電 容 量	24,700,000 m ³	最大有効落差	53.2 m
計 画 高 水 量	1,300m ³ /sec	最大使用水量	120 m
計 画 放 流 量	400m ³ /sec	常時使用水量	458m ³ /sec
調 節 流 量	900m ³ /sec	最 大 出 力	5,300 KW
ダ ム		常 時 出 力	2,700 KW
型 式	表面遮水壁型ロックフィルダム	年間発生電力量	23,878,000 KWH
堤 頂 標 高	255 m	灌 溉	
堤 高	665 m	補 給 面 積	10438.3 ha
堤 頂 長	215 m	開 田	653.1 ha
ロック堤体	146.8 m	増産米穀換算量	46,434 石
コンク堤体	68.2 m	補 償 工 事	
堤 敷 幅	約 150 m	県道橋付替	2 橋
堤 体 積	ロック 約 480,000 m ³	村道付替	約 3,500 m
	コンク 約 95,000 m ³	村道橋付替	4 橋

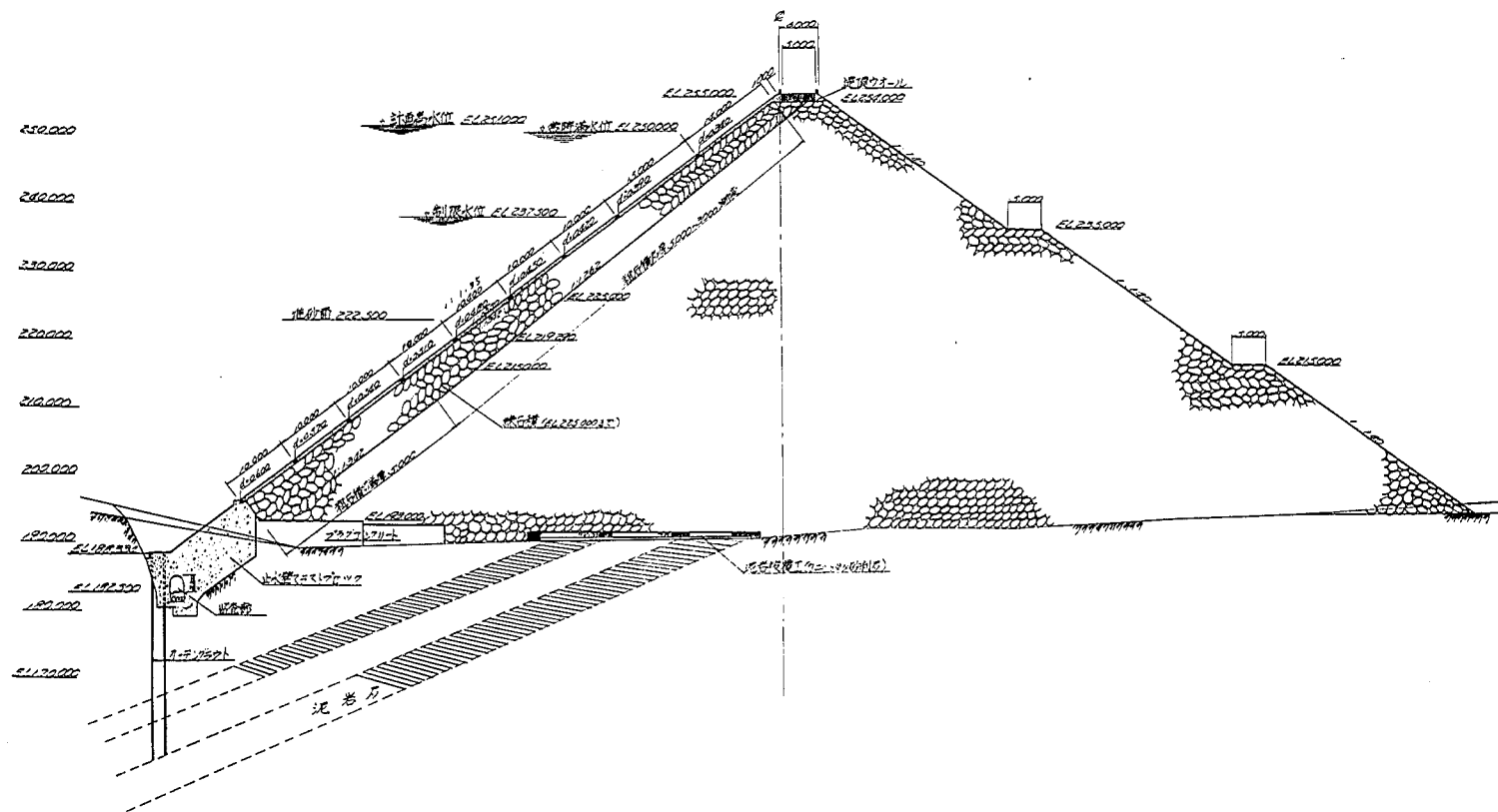


図-18 皆瀬ダム断面図

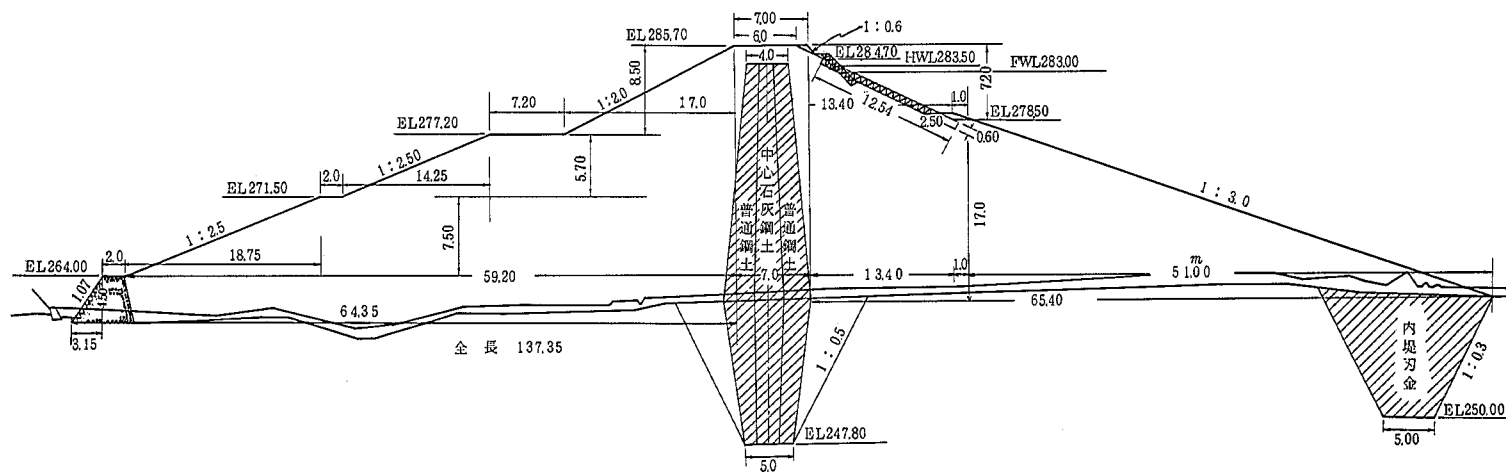


図-19 蛭沢ダム標準断面図

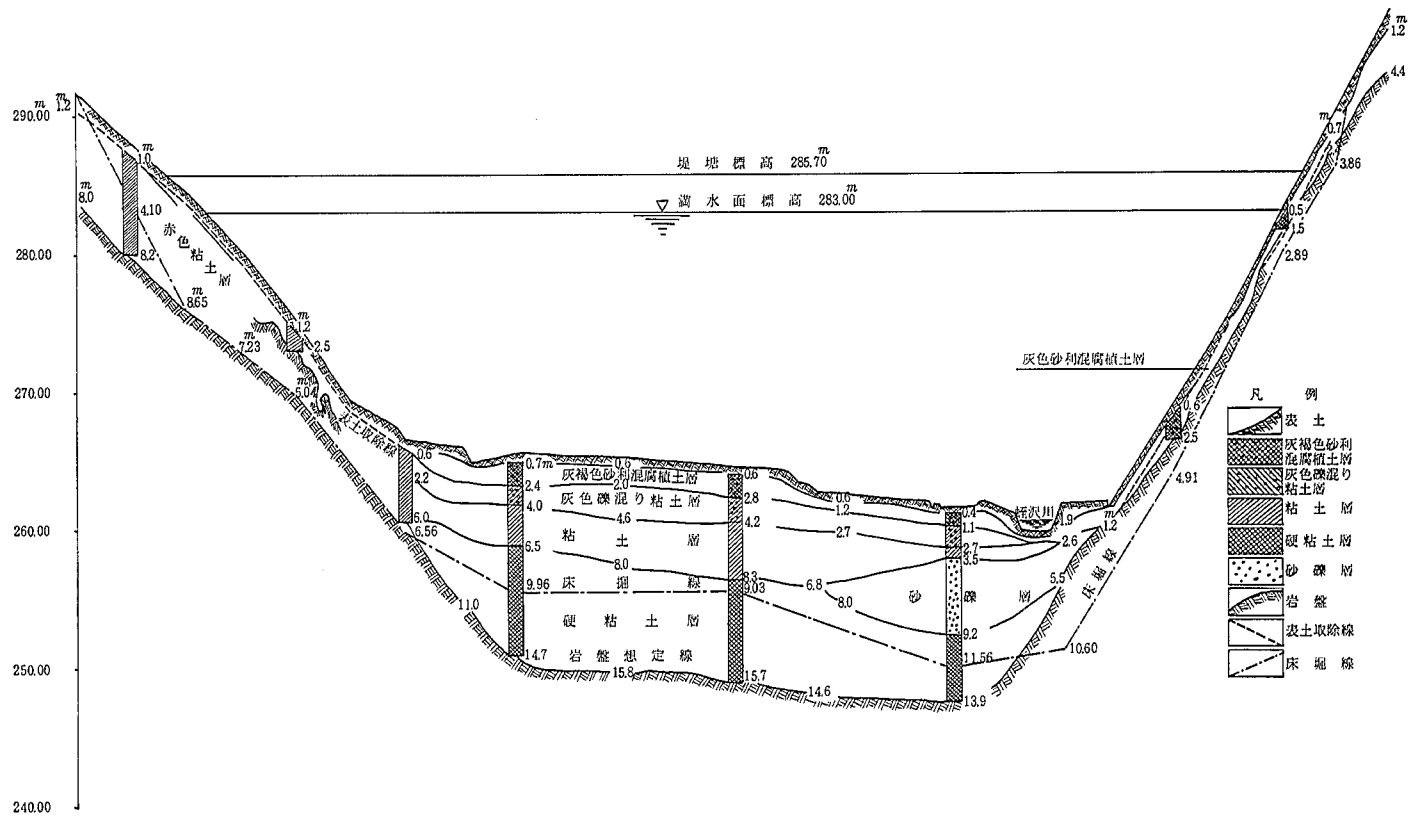


図-20 蛭沢ダム地質図

3-5 蛭沢ダム

ダムの諸元を表-7に、標準断面図を図-19に、地質図を図-20に示す。基礎岩盤は中新世古口層の凝灰岩であり、図-20に示されるように、河床には河床堆積物が約15m厚で堆積している。このダムは昭和10年に農林省により着工され、昭和23年に竣工している。堤体材料は湛水域内の河床堆積物を使い、遮水部には堆積物中の細粒材を選択的に用いている。施工法はモッコによる材料の運搬と木梢による突き固めである。また当時としては珍しくコア敷基礎にグラウチングがなされている(昭和12年~13年)。

表-7 蛭沢ダム諸元

河	川	最上川水系蛭沢川
型	式	アースダム
堤	高	24.2 m
堤	頂	長
堤	体	積
集	水	面
湛	水	面
総	貯	水
天	端	標
洪	水	時
地	震	時
目	的	的
竣	功	功
管	理	者

昭和23年完成後湛水してみると、漏水が多いために、昭和23~36年にかけて、主として水ガラスによるグラウチングを遮水ゾーンに行っている。

昭和39年に新潟地震を受けると(震央距離約100km)、堤頂長約200mのほぼ全長にわたりダム軸方向のきれつが発生した。この地震後、補修のためポゾリス・セメントのグラウチングをコア内に行った。セメントは50kg詰め12,000袋を注入した。(図-21)

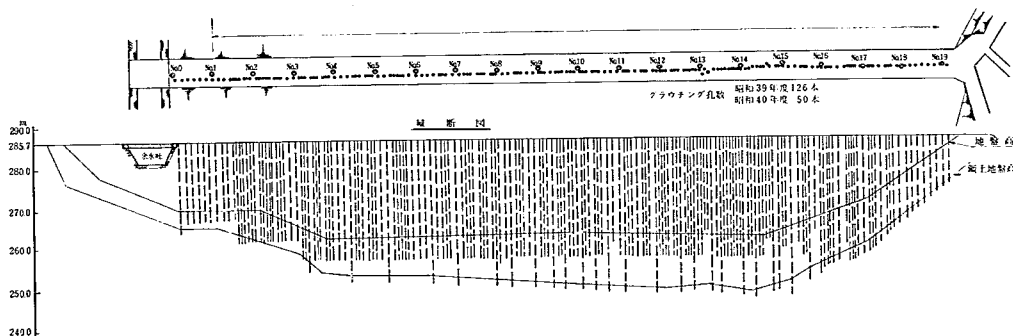


図-21 蛭沢ダム堤体グラウチング施工図

今回の地震時には貯水池水位はEL 270.0 mで貯水池はほとんど空虚（貯水量20万トンで総貯水量の約10%）に近かった。今回の地震により発生したきれつのスケッチを図-22に示す。きれつは上流端より1.5～2.0 m中央寄りにはぼ堤頂全長にわたってダム軸方向に発生している。山形県東南置賜地方事務所は、地震後ピットを掘り（6.5 m掘削）きれつの深さを調査しているがこれによると、5.25 mの深さまで確認できた。きれつの幅は深さ2～3 mの地点で10 cm程度あった。ピットによる観察では材料は、10 cm径の凝灰岩礫、河床円礫、細粒土など雑多なものであり乾燥側の含水比にある。（ピットがコアであるのか上流ゾーンかは不明）

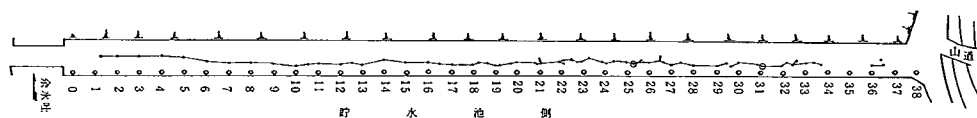


図-22 1978年6月12日発生宮城県沖地震による蛭沢溜池堤頂天端亀裂状況図

新潟地震と今回の地震の2回にわたって、天端附近にきれつが発生している理由としては、よく締っていない河床堆積物をコアゾーン以外では残したままであること、堤体材料が不均一であること、堤体材料が低塑性で締め固めが不十分であること堤体にグラウチングを行っているため堤体の変形能力を小さくしていることなどが考えられる。しかし以上の理由は、推定であり、正確な被害原因については、試験・解析を行った上で判断すべきである。

3-6 遠部ダム

ダム諸元を表-8に、平面図、下流面図を図-23に示す。

表-8 遠部ダム諸元

河	川	岩木川水系平川
型	式	コンクリート重力式
堤	高	43 m
堤	頂 長	172 m
堤	体 積	75,273 m ³
集	水 面 積	8.3 Km ²
総	貯 水 量	1,420 × 10 ³ m ³
ゲ	ー ト	ラジアル2門、オリフィス1門
天	端 標 高	EL. 235.0 m
常	時 満 水 位	EL. 228.2 m
地	震時(6/12/78)水位	EL. 228.4 m
目	的	治水、不特定
竣	功	昭和51年3月
管	理 者	青森県土木部

変状は12-13ブロック間ジョイントの漏水が地震後一時的に増加したこと、堤体内ドレーンの排水が地震後1時的に止まったことである。しかし両者とも6月13日8時には地震前の状態に戻っている。重力ダムでは、地震前後における漏水量（ドレーン孔とジョイントからのもの）の変動はよく観察されるところであり、この程度の漏水量の変化は問題ない。ただし震央距離が300km 近いにもかかわらず漏水の変化があったのは、やや珍しい。

以上の6ダムは東北地建臨時点検の集計でコメントを付されたダムであるが、その他に愛知工業大学土質研究室によると次の2ダムの変状が報告されている。

3-7 銅谷ダム

諸元を表-9に示す。震央からダムサイトまでの距離は113km、岡本・田村式による推定加速度は104galである。変状の内容は、天端における軽微なきれつである（図-24）。

表-9 銅谷ダム諸元

河 川	七北田川水系 七北田川
型 式	アースダム
堤 高	17.0 m
堤 頂 長	110 m
総 貯 水 量	$73 \times 10^3 \text{ m}^3$
目 的	かんがい
竣 功	享保年間
	昭和30年改造

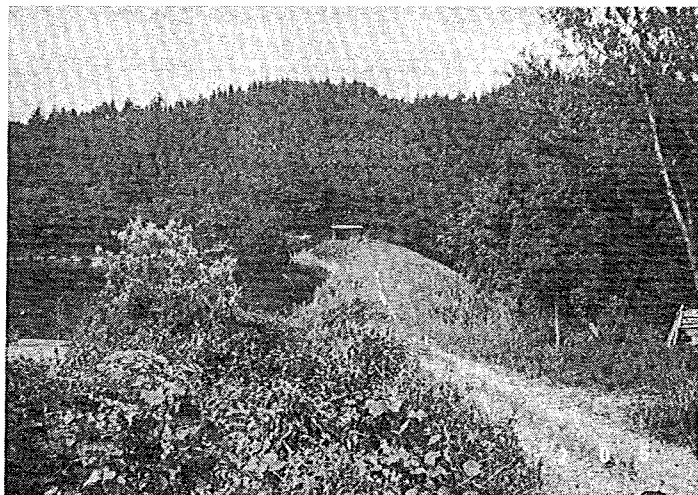
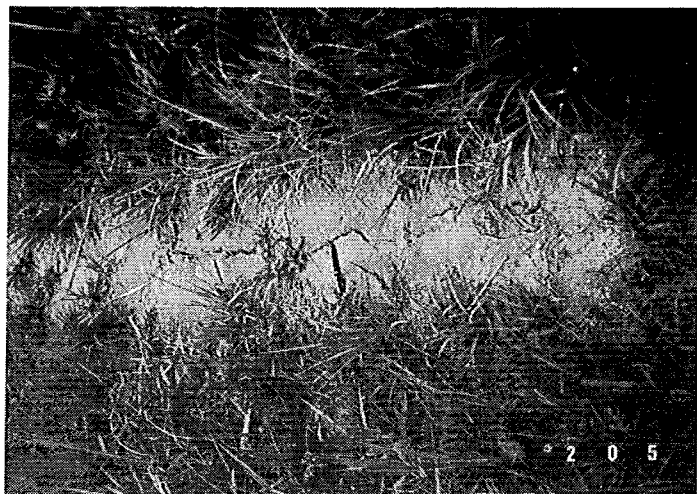


図-24 銅谷ダムきれつ
(その1)

図-24 銅谷ダムきれつ
(その2)



3-8 川原子ダム

諸元を表-10に示す。震央からダムサイトまでの距離は13.5km、岡本・田村式による推定加速度は80galである。

表-10 川原子ダム諸元

河 川	阿 武 隈 川 水 系 川 原 子 沢
型 式	ア ー ス ダ ム
堤 高	20.0 m
堤 頂 長	121 m
堤 体 積	54,825 m ³
総 貯 水 量	2,233 × 10 ³ m ³
目 的	か ん が い
竣 功	昭 和 43 年
管 理	宮 城 県 農 林 部

このダムは下流法面がコンクリートブロック張となっているがこれが地震によって変位した。地震以前にも堤体の沈下により若干の不陸を生じていたらしい。

以上の8ダムの変状の内容は、下記の調査資料をもとにまとめた。

ダム	調査資料
牛 野	宮城県農地林務部の資料+ダム耐震懇談会の現地調査 ⁶⁾
蒜 俣 木	宮城県土木部の資料+ダム耐震懇談会の現地調査
孫 沢	宮城県農地林務部の報告+愛知工大土質研究室の現地調査報告 ⁷⁾
皆 瀬	秋田県土木部の報告
蛭 沢	山形県農林部の資料+ダム耐震懇談会の現地調査
遠 部	青森県土木部の報告
銅 屋 [*]	愛知工大土質研究室の現地調査報告
川原子 [*]	愛知工大土質研究室の現地調査報告

*この2ダムについてはダム管理者から地建への報告では異常なしとなっていた。銅谷ダムについてはきれつがごく小さかったため、川原子ダムについては地震前より堤体の沈下により下流面ブロック張の変形があったためである。

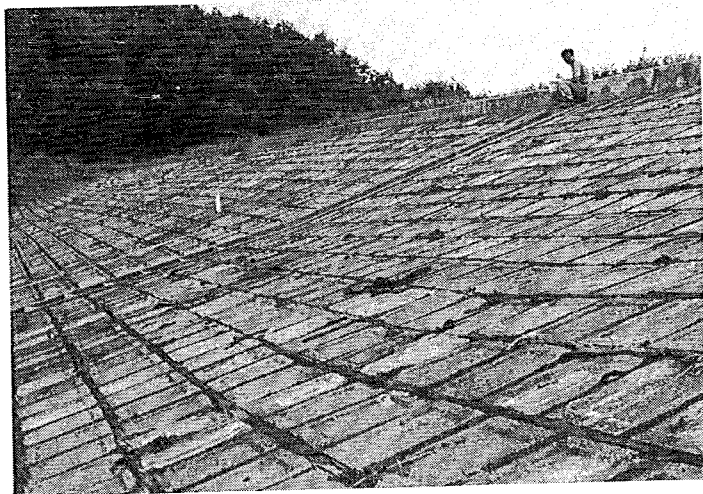


図-25 川原子ダム法面
(その1)

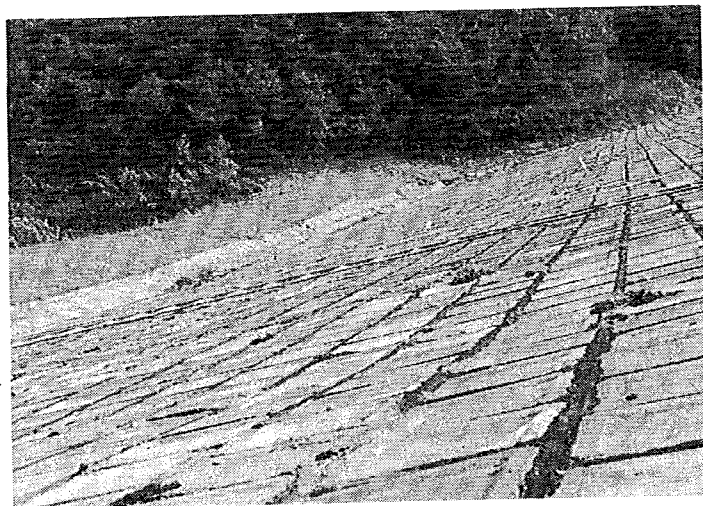


図-25 川原子ダム法面
(その2)

4. 今回の地震によるダムの被害についての若干の考察

今回の地震におけるダムの耐震性をダムタイプ別に考察すると

i) フィルダム

④重機による転圧施工のされていない場合、⑤材料が悪いとき特に天端付近のコア材が低塑性である場合、⑥基礎によく締っていない河床堆積物を残した場合、これらの1条件または複数が組み合わされると地震において被害を出す可能性がある(蛭沢、蒜但木)。またフィルダムの表面に堤体と剛性の異なる表面遮水壁、石張、コンクリートブロック張等を張った場合、これらの張りものは地震時に堤体の変形に追従できずにきれつを生ずる可能性がある(孫沢、皆瀬、午野、川原子)。

東北には既設のロックフィルダムは少なかった(4ダム)が、樽水ダムのように基礎において236 galの加速度を受けても何らの異常はなく(設計震度=0.15)、ロックフィルダムの地震時の安定性は高かそうである。

ii) コンクリートダム

コンクリートダムは全部で62ダムあったが、61ダムにおいて異常なかった。1ダム(遠部)で横継目からの漏水が一時的に増加するという現象がみられたが、堤体の安定性に影響するものではなかった。

カ ラ ー 写 真 集

(本文中では白黒で印刷したものを以下カラー写真として再録)

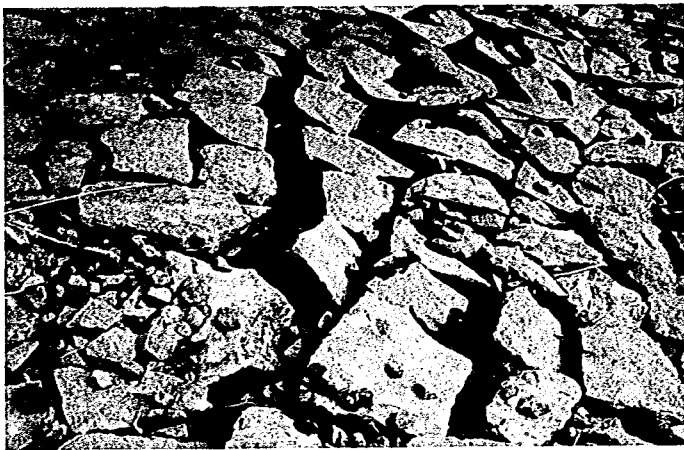


図-13 牛野ダム上流面の
きれつ(その1)

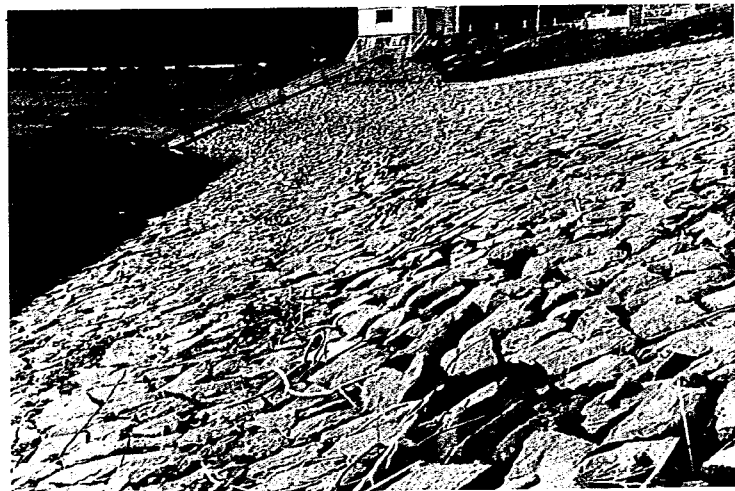


図-13 牛野ダム上流面の
きれつ(その2)



図-16 蒜但木ダム天端きれつ
(その1)

図-16 蒜但木
ダム天端きれつ
(その2)



図-17 孫沢ダムのきれつ(その1)



図-17 孫沢ダムのきれつ(その2)



図-17 孫沢ダムのかれつ
(その3)



図-24 銅谷ダムのかれつ
(その1)

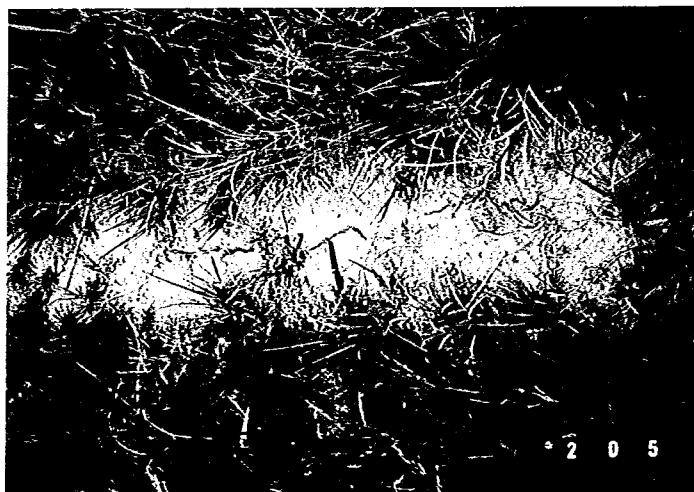
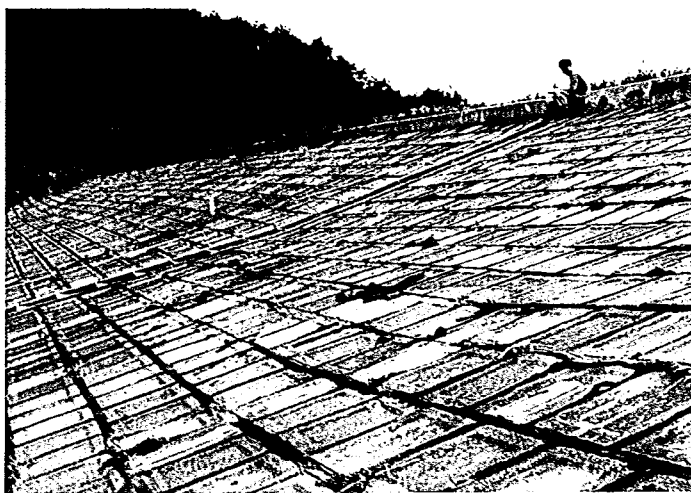


図-24 銅谷ダムのかれつ
(その2)



図一 2 5 川原子ダム法面（その 1）



図一 2 5 川原子ダム法面（その 2）