

平成12年度 企業局技術職員研修

鳥取県西部地震による被害状況

企業局電気課

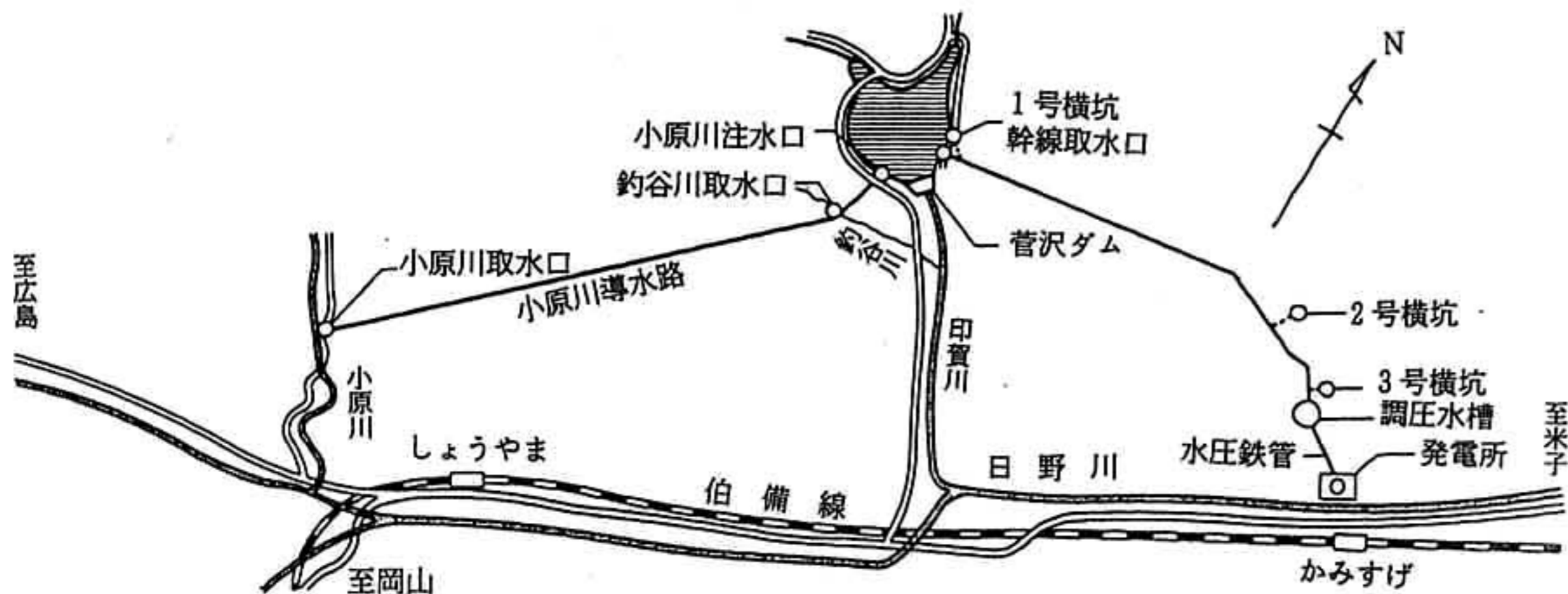
I 鳥取県西部地震による発電事業の被害状況

1 被害の状況と対応策

県営7発電所の点検の結果、東・中部の5発電所については被害はなく、西部の2発電所についても発電自体には支障はなかったが、水路施設を主にして小規模な被害及び変状があった。

発電所名	被害と変状	対応策
新幡郷発電所	①取水口～発電所間通信ケーブルの切断 ②旧導水路及び管理道路への落石 ③3号蓋渠 (Boxカルバート) 目地の開き及びズレ	①仮設ケーブルを配線 ②地元移管を協議中の箇所 落石除去 ③今後の経過観察が必要
日野川第一発電所	①小原川導水路 素堀部の小規模崩落 ②圧力隧道 側壁クラック(W=1～2mm 4箇所)及び剥離(2箇所) ③水圧管路周辺地表踏査 ・サージタンク周辺造成地クラック ・第1固定台と表土との隙間 ・鉄管路付帯構造物(擁壁、階段、張コンクリート)の変状 ・発電所建屋山裾部の山腹崩壊 ④水圧鉄管 ・監査用トンネル ・階段、土留擁壁 ・管胴本体、リングゲーター、ロッカ支承 ・異常振動 (詳細は別紙)	①H.13年度から補強工事実施 ②今後の経過観察要 ③クラック部、表土の隙間は、雨水の浸透防止対策を実施 ・山腹崩壊部は、法面緑化を検討 ④変状箇所の点検・監視を強化

日野川第一発電所概要図



新幡郷発電所



①取水口～発電所間通信ケーブルの切断





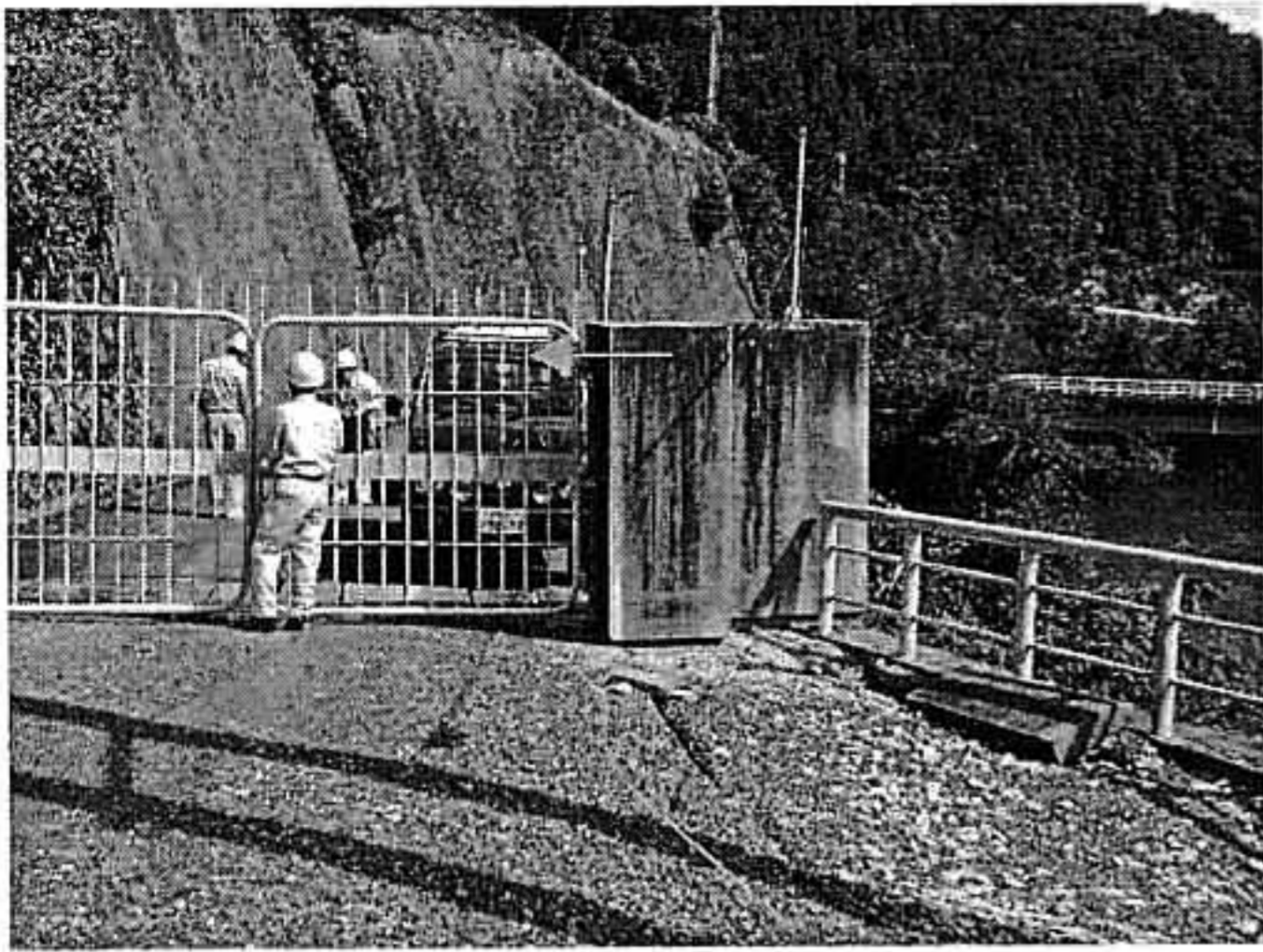
②旧導水路及び管理道路への落石





③ 3号蓋渠 (Boxカバー) 目地の開き
及びズレ





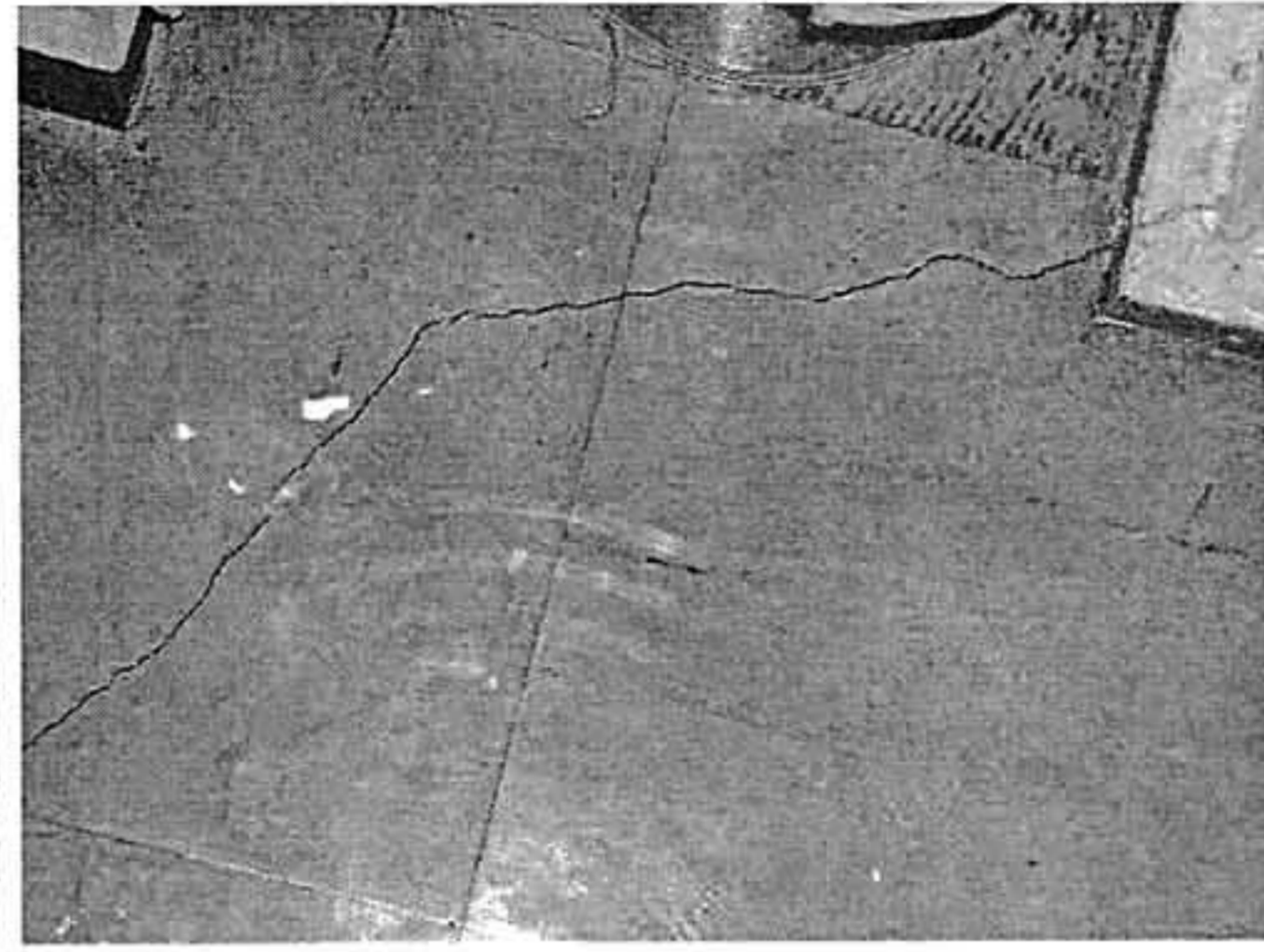
日野川第一発電所門扉



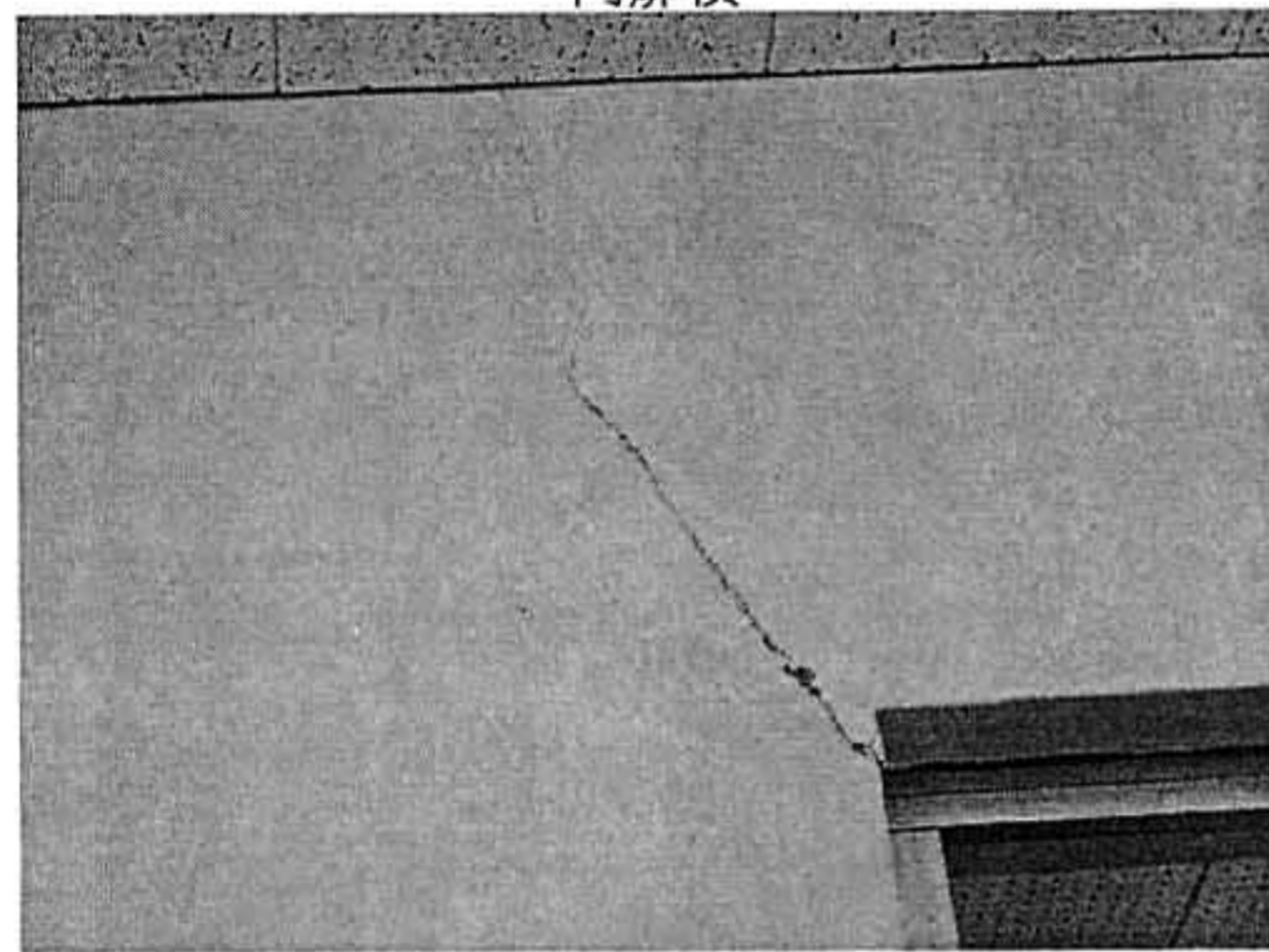
日野川第一発電所進入路壁面



門扉横



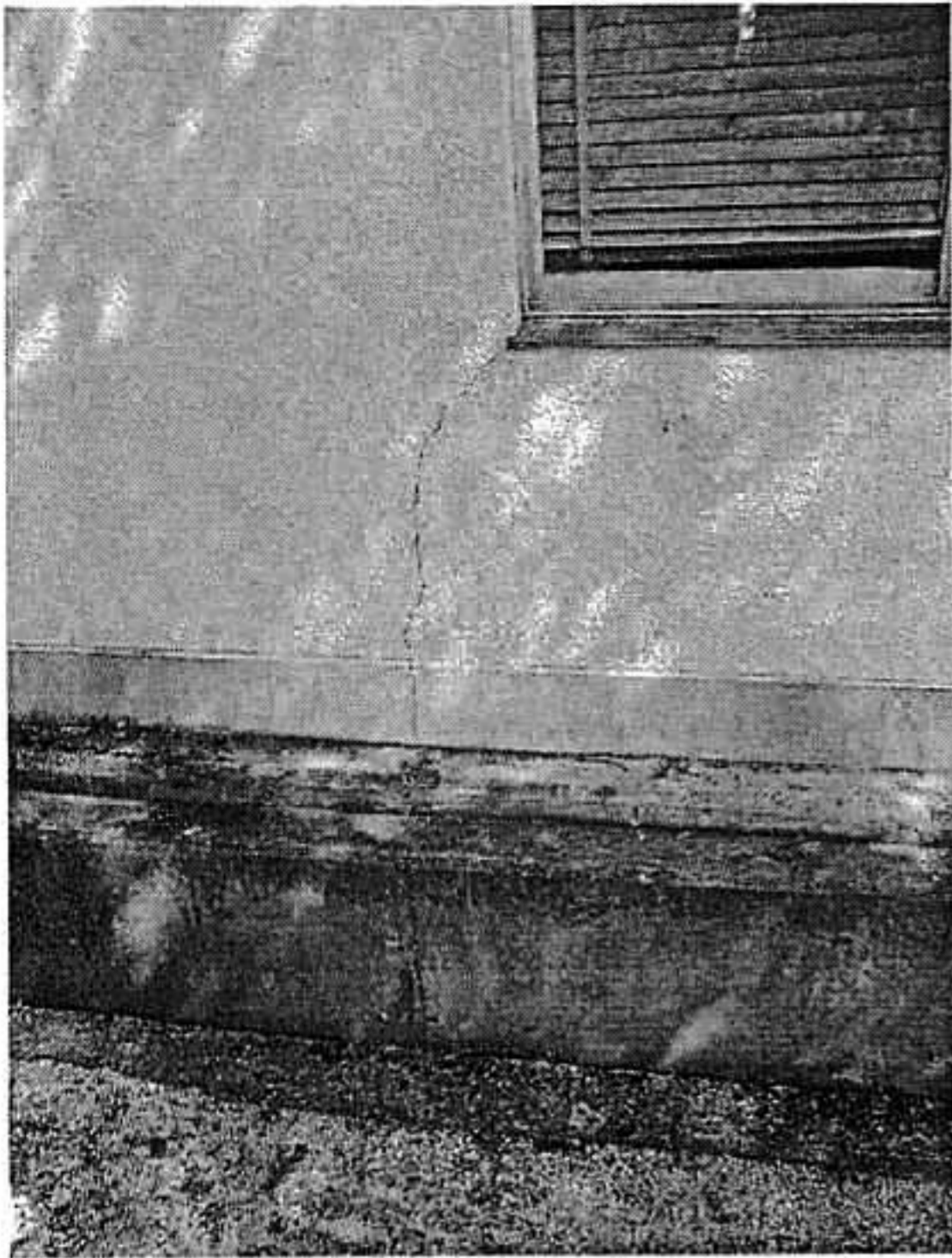
配電盤室床



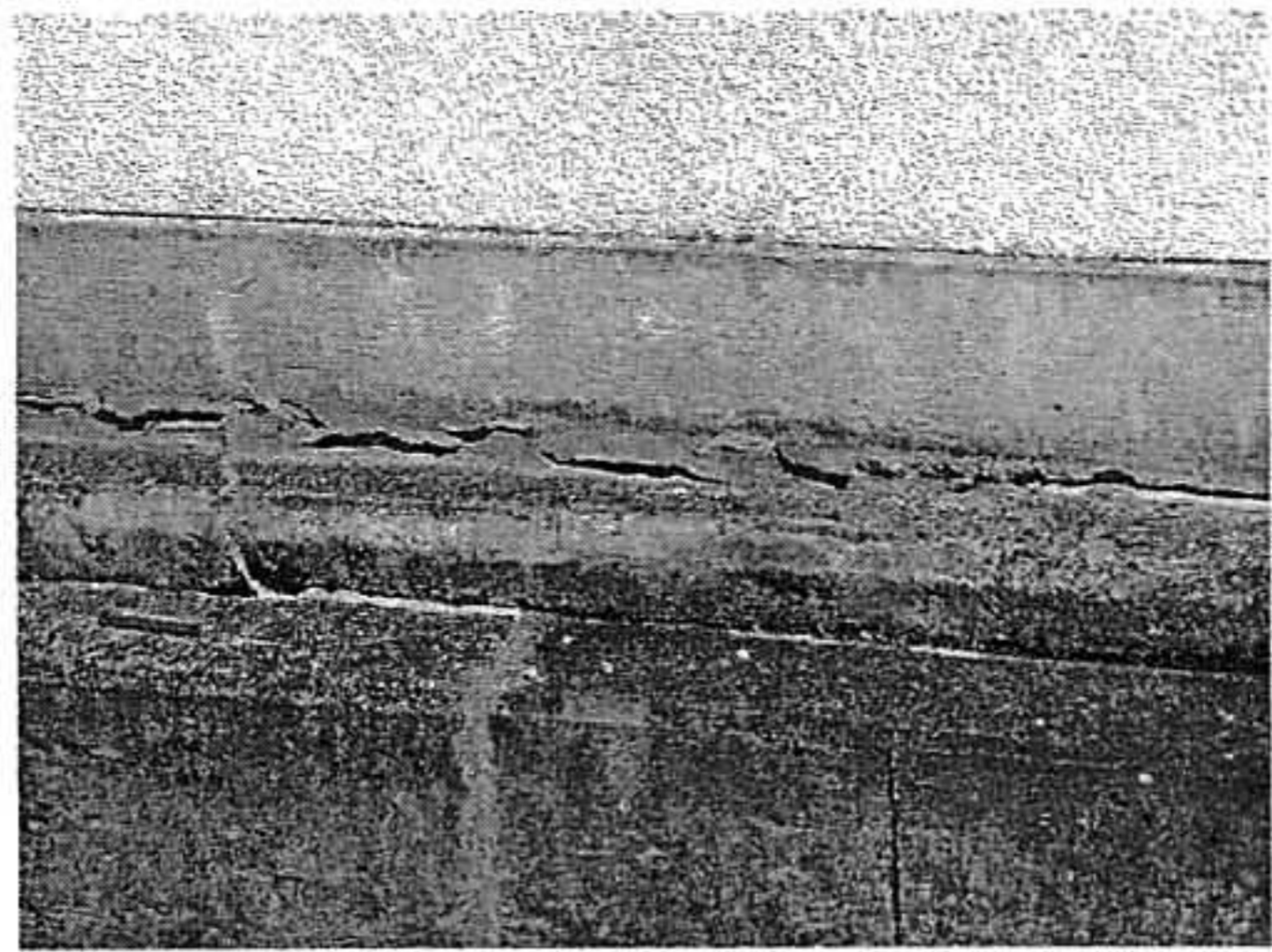
配電盤室壁面



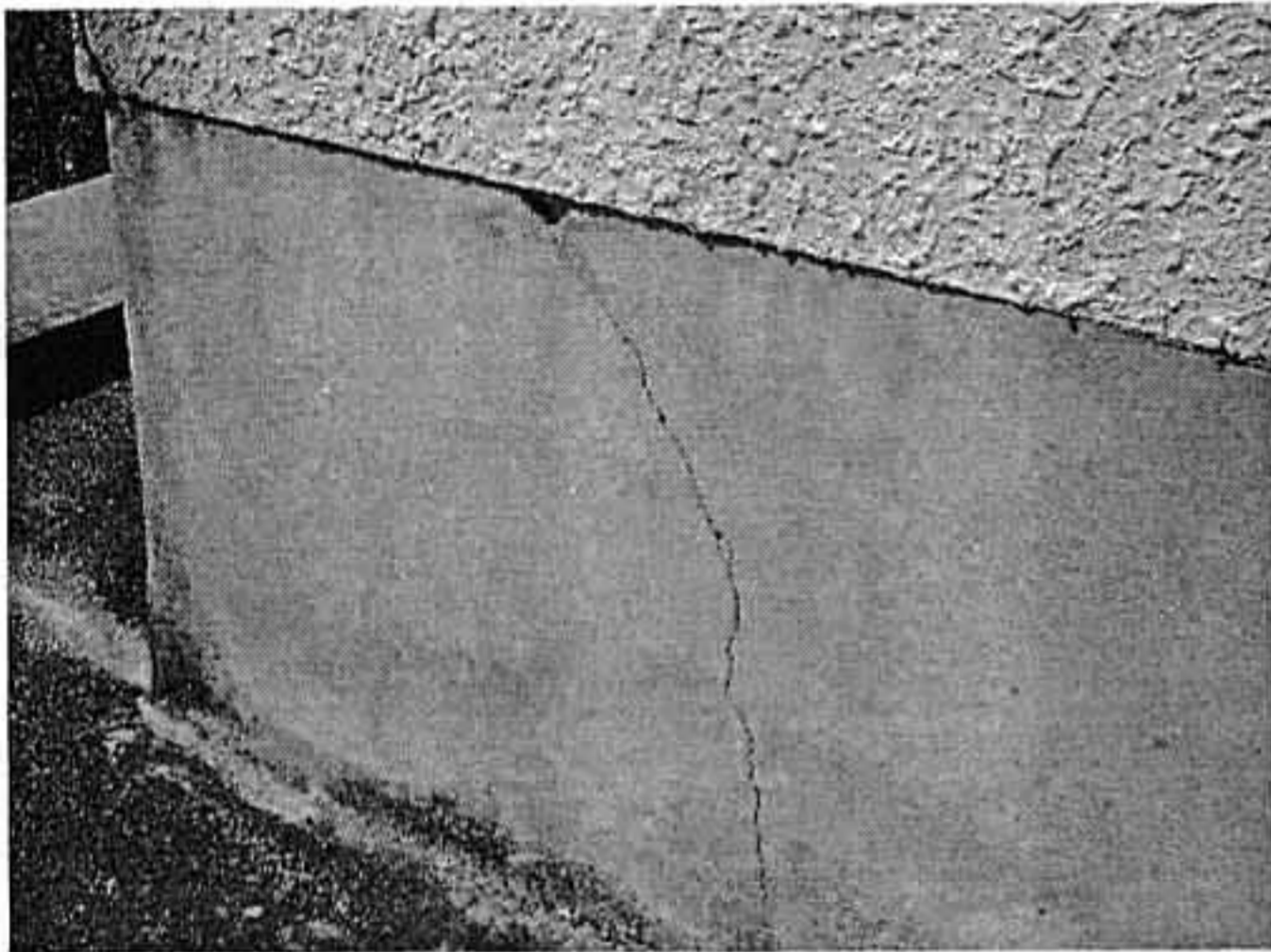
建屋南側



建屋
南側



建屋南側補修部分



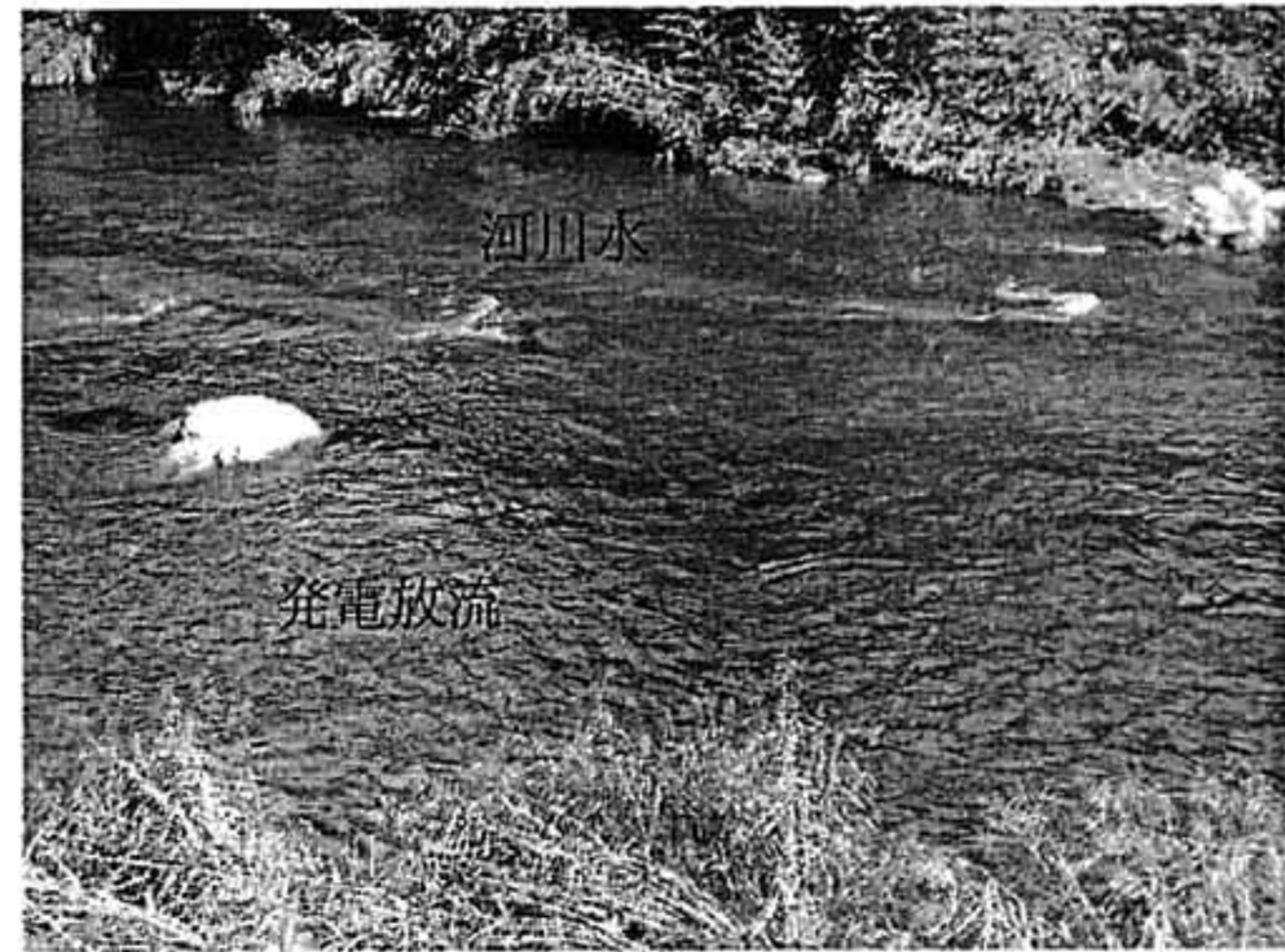
配電盤室屋上



配電盤室屋上補修部分

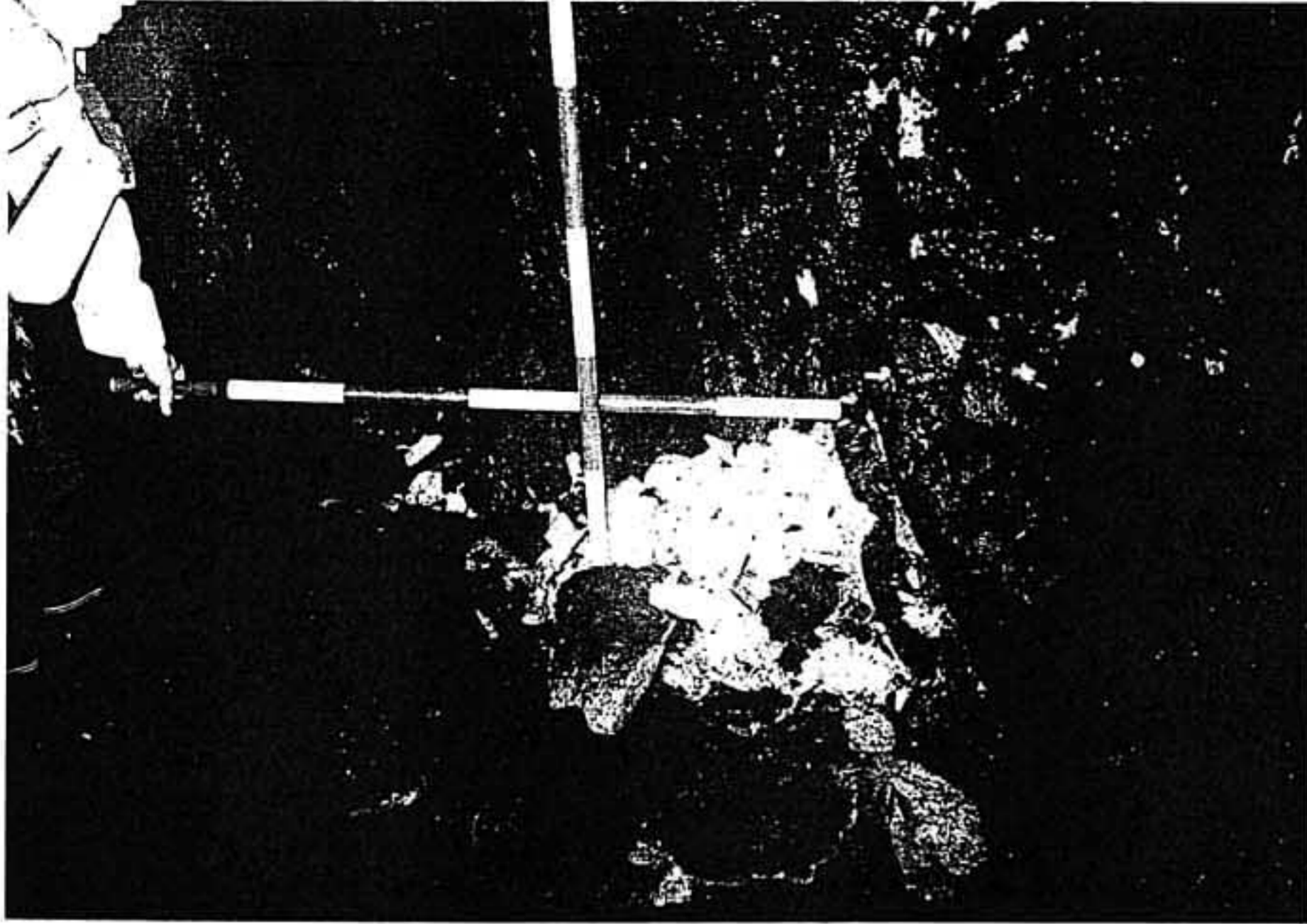


試運転時濁水状況放水ゲート直下

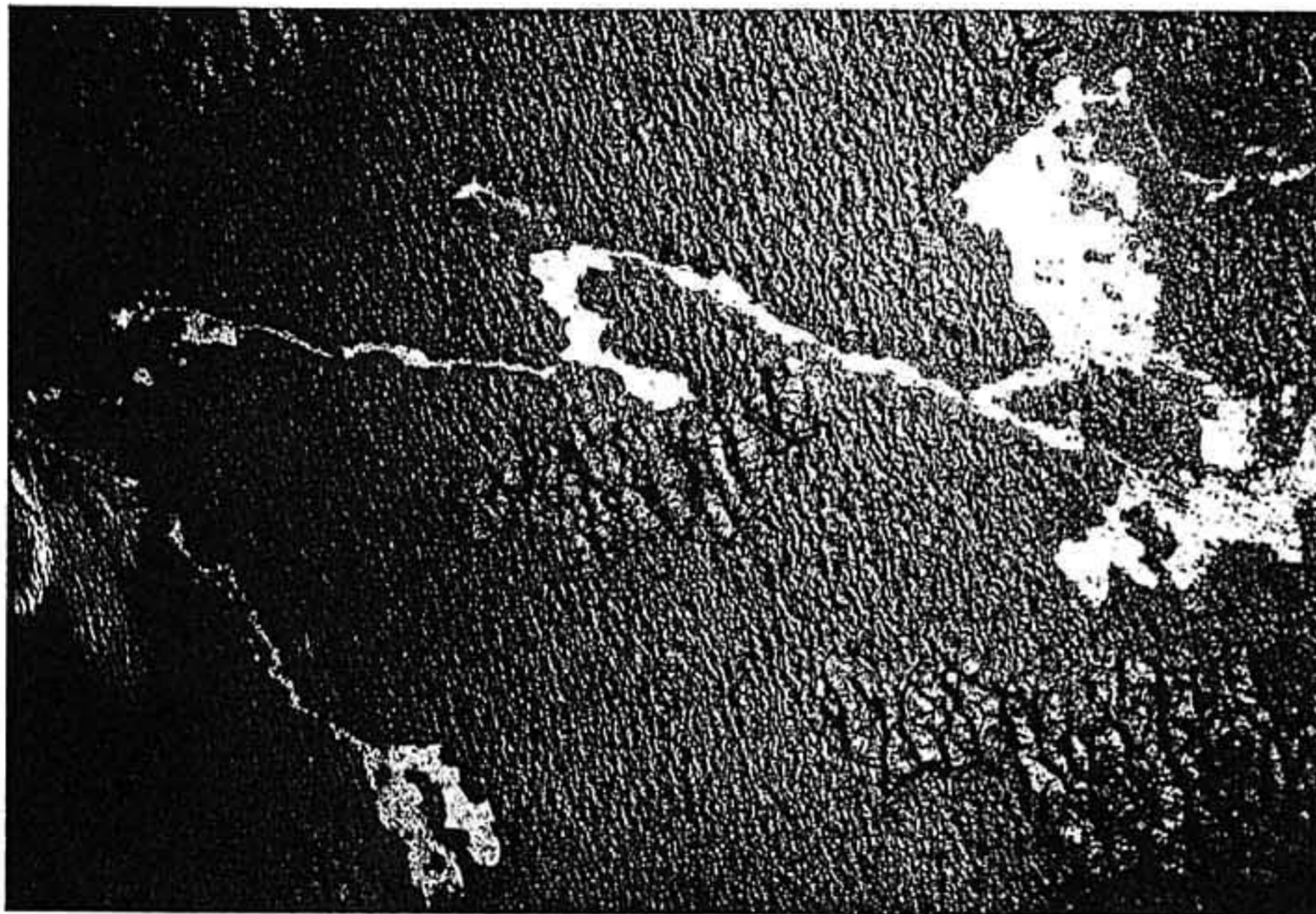


試運転時濁水状況門扉横

日野川第一発電所 水路施設状況



小原川導水路 崩落状況



圧力隧道 クラック (1mm ~ 2mm)

鳥 取 県 企 業 局

日野川第一発電所 導水路・水圧管路

及び周辺調査業務

報 告 書

平成12年12月

中電技術コンサルタント株式会社

ま え が き

鳥取県営日野川第一発電所は、昭和43年5月に建設省菅沢ダムの貯溜水と落差を利用するダム水路式の発電所として運転を開始し、現在に至っている。

平成12年10月6日発生した鳥取県西部地震後に、日野川第一発電所の施設（水圧管路及びその周辺）について点検した結果、被害が確認されたため、本業務において導水路の断水時期に合わせ、導水路、水圧管路及びその周辺について状況確認を行い、安定性・安全性の評価を取りまとめたものである。

調査の結果、周辺地盤や水圧鉄管路施設全般において直ちに安定性・安全性に問題となるものは見られなかったが、今後、鉄管の一部の支承の復旧や破損しリングガータにもたれているコンクリート片の除去が望まれた。

本業務遂行にあたり、多大な御指導・御協力を戴いた鳥取県企業局電気課、西部事務所担当各位に謝意を表します。

平成12年12月

中電技術コンサルタント株式会社

調査本部 管理技術部

藤岡 康博

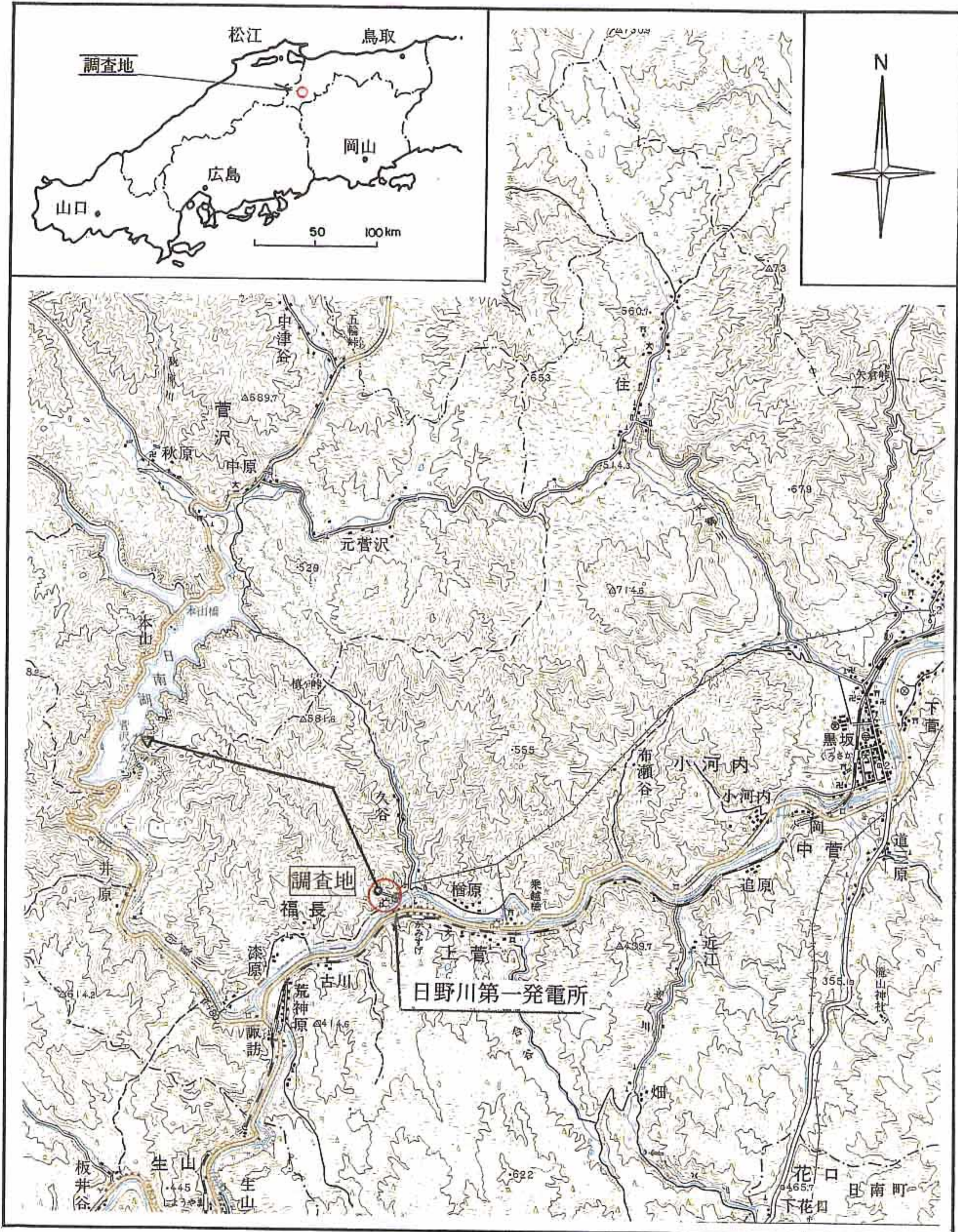
TEL 082-256-3354

調査本部 地質部

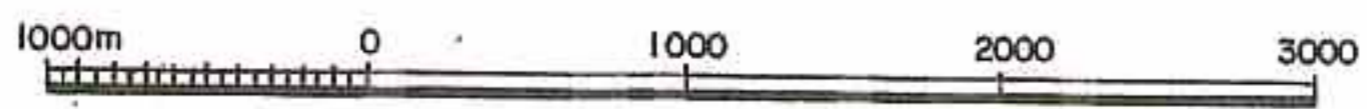
曾我部 淳

TEL 082-256-3350

調査位置案内図



1 : 50,000



目 次

	頁
まえがき	
調査位置案内図	
1. 業務概要	1
1-1 目的, 場所, 期間	2
1-2 内 容	2
1-3 留意事項	2
2. 水圧管路周辺地表踏査	4
2-1 地形・地質概要	5
2-2 踏査所見	7
3. 構造物目視調査	10
3-1 目視調査結果	11
4. 変状原因の推定	12
4-1 第1伸縮管のズレ	13
4-2 第3伸縮管のズレ	15
4-3 付帯構造物(階段, よう壁)	17
5. 安定性・安全性について	18
5-1 伸縮管の伸縮量	18
5-2 ロッカ支承の変位	18
5-3 監査用トンネルのクラック	19
5-4 安定性・安全性	19
6. 今後の課題	21
7. 添付資料	22
7-1 水門鉄管技術基準(抜粋)	23
7-2 現地写真(地表踏査)	29
7-3 現地写真(構造物調査)	48
7-4 添付図面	巻末添付
・水圧鉄管路周辺ハザードマップ(S=1:300) 1葉	
・水圧鉄管路, 発電所付近平面図(S=1:300) 1葉	
・水圧鉄管路縦断面図(参考S=1:500) 1葉	
・No.1伸縮管構造図(S=1:3他) 1葉	
・ロッカ支承構造図(S=1:2他) 1葉	

1. 業 務 概 要

1-1 目的, 場所, 期間

(1) 目的

本業務は、平成12年10月6日に発生した鳥取県西部地震による日野川第一発電所の施設（導水路、水圧管路及びその周辺）について、被害の確認及び安定性・安全性評価を行うことにある。

(2) 場所

鳥取県日野郡日野町福長

(3) 期間

自 平成12年10月21日

至 平成12年12月20日

1-2 内容

(1) 打合せ協議

業務内容・条件の確認及び調査成果の報告を行う。

(2) 現地踏査

現地状況を把握するため、導水路内部及び水圧管路の目視調査及び周辺地山の地表踏査を行う。導水路内部調査は、断水日の指示を受けて実施する。

(3) 工作物目視調査及び整理評価

導水路及び水圧管路目視調査結果の整理を行うとともに、施設の安定性・安全性の評価を行う。関係する竣工図書は借用する。

(4) 地表踏査及び整理評価

サージタンクから水圧管路周辺の地表踏査結果の整理を行うとともに、地質的な面での安定性・安全性の評価を行う。

(5) 報告書作成

上記の成果について報告書に取りまとめる。

報告書提出部数 3部

1-3 留意事項

(1) 今後の調査

本調査は、鳥取県西部地震後の導水路・水圧管路及び周辺地山において、目視で外観調査を行い、早急に対策を要する施設があるか等安定性・安全性の評価を行ったものである。

特に問題となる施設は見られなかったが、余震が未だ続いていることや地山挙動に伴うクラック等の発生もあり、進行性の有無を判断するためにも定点部での継続監視が望まれる。

継続監視が望まれる定点は次のとおりである。

- (1) No.1 伸縮管伸縮量
- (2) 監査用トンネル目地の開き
- (3) 監査用トンネル縦断方向のクラックの長さ及び幅
- (4) 水圧鉄管路の中心線
- (5) 水圧鉄管路固定台標高

(2) 竣工図書

本業務で使用した図面は、企業局から借用した竣工図面を元に次の理由により作成しなおしたものである。

- ・水圧鉄管路～発電所付近平面図は、寸法が未記入である。
- ・水圧鉄管路の縦断面図は、黒くて見づらい。

しかし、最終の図面かどうか、再度竣工図書等の保存資料の確認が望まれる。

2. 水压管路周边地表踏查

2-1 地形・地質概要

(1) 地形概要

調査地は、JR 伯備線「上菅駅」の北西約 200m、一級河川日野川の左岸谷壁斜面に位置している。日野川は、穿入蛇行を繰り返しながらも調査地付近では概ね北東方向に流下しており、対象斜面は南向き斜面にあたる。

調査地周辺は小起伏山地（日野山地）となっている。日野山地は高原状を呈し、花崗岩の卓越した海拔 600m内外の準平原地形と考えられている。

日野川第一発電所鉄管路は、標高約 400mの尾根から南東側に延びた尾根筋の中腹～山裾（標高 270m～350m区間）に設置されており、斜面勾配 25°～45° 程度の凸型散水斜面に設置されている。

図-1 に発電所周辺の地形分類図を示す。

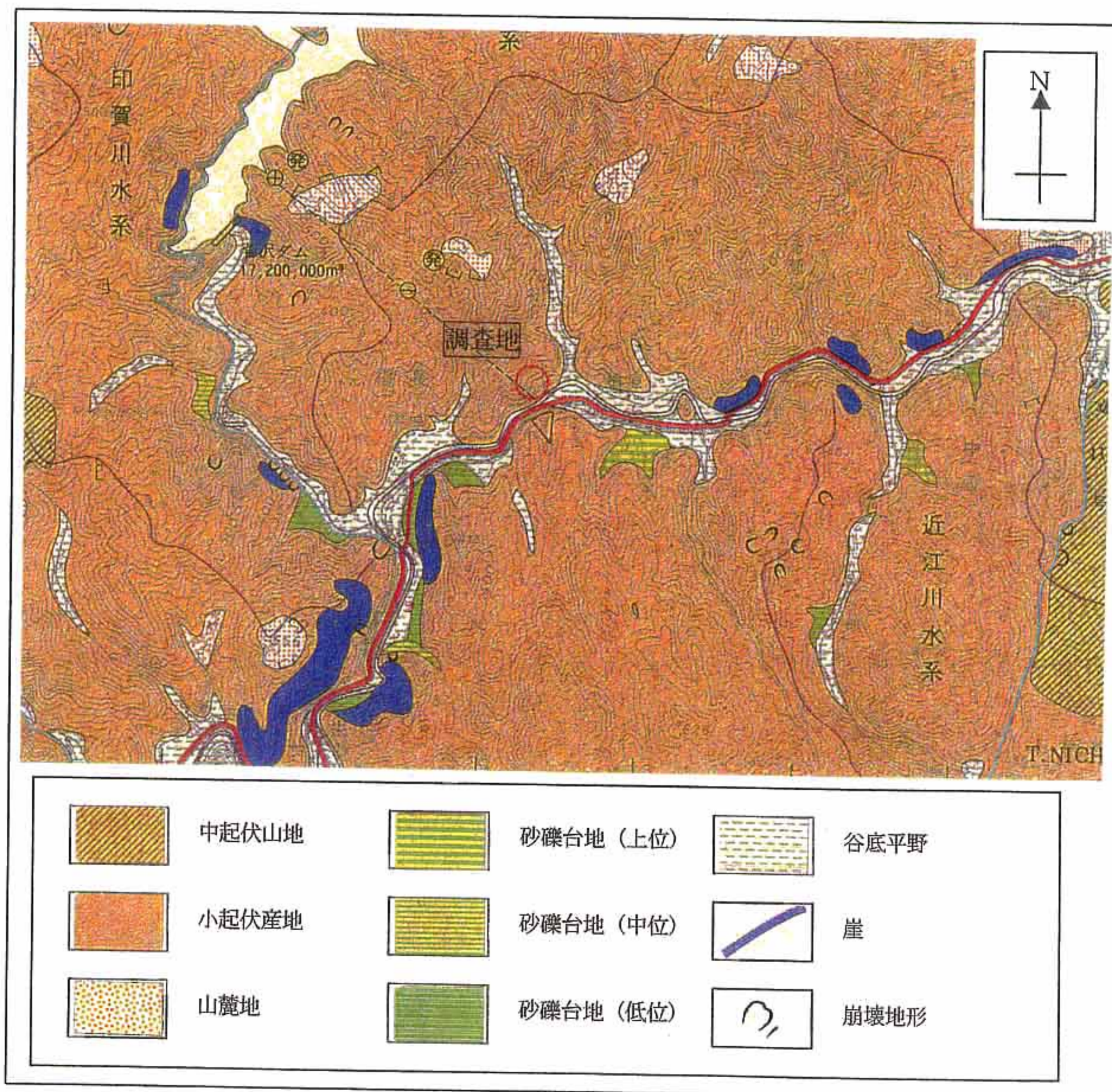


図-1 調査地周辺の地形分類図 (S=1:50000)

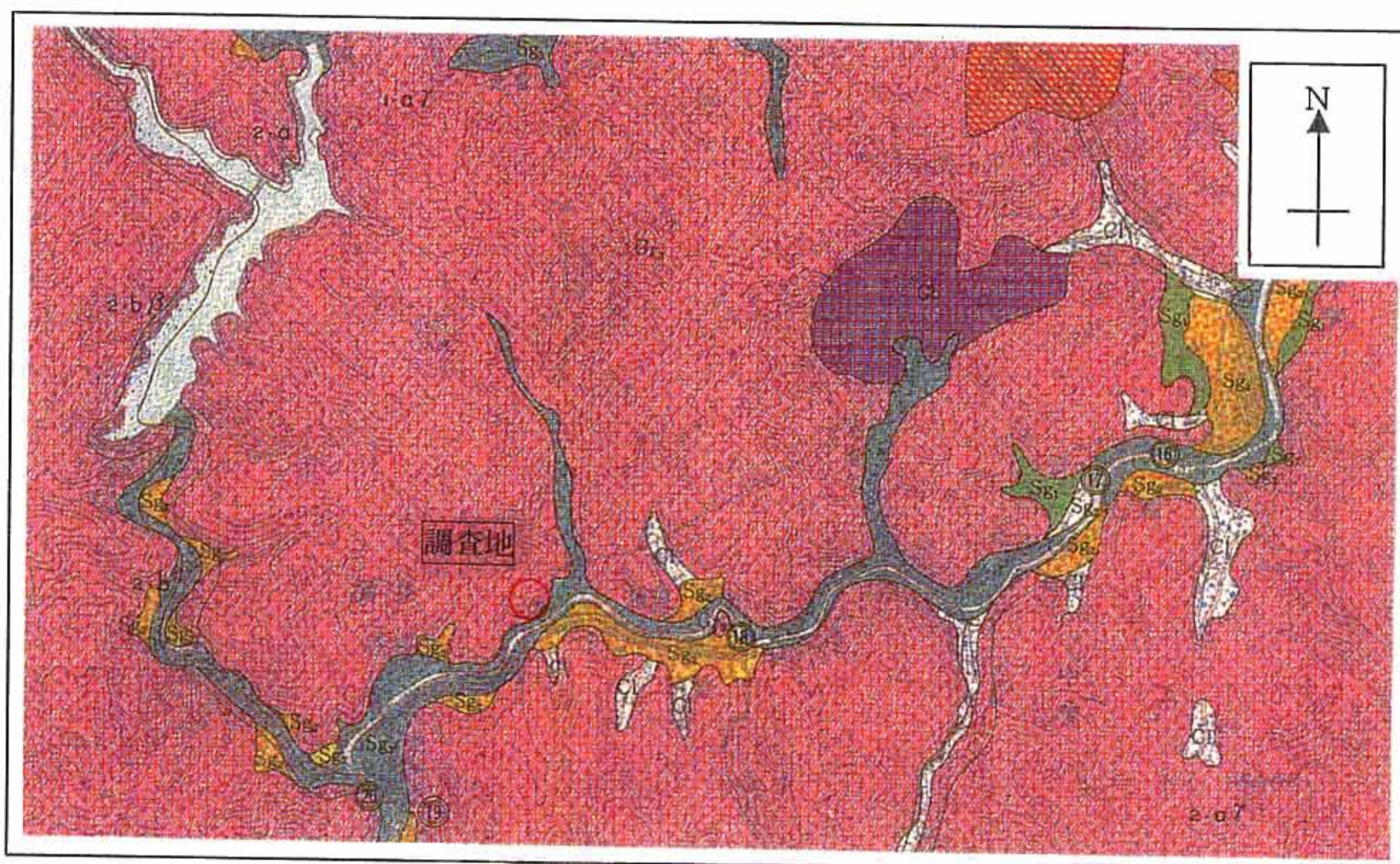
(2) 地質概要

調査地周辺の地質は、中生代白亜紀後期に侵入した鳥取花崗岩類を基盤岩とし、その一部を覆って新生代第四紀更新世～完新世の半固結～未固結堆積物が分布している。

鳥取花崗岩類は、粗粒黒雲母花崗岩および半花崗岩からなる。このうち、粗粒黒雲母花崗岩は準平原上に広く露出しており、深層風化を受けマサ化が進んでいる。

一方、第四系被覆層は、主として日野川および支流沿いに断続的に分布しており、半固結の砂礫からなる上位および下位段丘堆積物（更新統）と、未固結の礫・砂・粘土からなる崖錐および扇状地堆積物、現河床堆積物（完新統）に区分されている。

以上の地質のうち、日野川第一発電所鉄管路の設置されている斜面は鳥取花崗岩類の粗粒黒雲母花崗岩から構成されている。図-2に発電所周辺の地質平面図を示す。



地質時代		地質名	岩相・層相	図示	
新生代	第四紀	完新世	現河床堆積物	礫および砂	
			崖錐および扇状地堆積物	礫および砂（碎屑物）	
		更新世	下位段丘堆積物	礫および砂	
			上位段丘堆積物	礫および砂	
中生代	白亜紀	鳥取花崗岩類	半花崗岩		
			粗粒黒雲母花崗岩		
		若杉山ハンレイ岩	ハンレイ岩質岩石		

図-2 調査地周辺の地質平面図 (S=1:50000)

2-2 踏査所見

去る 2000.10.6 に発生した鳥取西部地震による鉄管路等発電施設への影響を調査するため、10.31 に鉄管路周辺地表地質踏査を実施した。

踏査は 1:300 地形図を用い、概ね、鉄管路を中心とする幅約 30m、延長約 250m の範囲について実施した。

踏査結果を添付図-1 ハザードマップに示す。

踏査の結果、短期間のうちに鉄管路自体の安定性を損なうような斜面崩壊・地すべり等、大規模な土砂災害の兆候は認められなかった。ただし、小規模な地割れ・斜面崩壊・クラック等構造物の変状は複数認められる。個々の規模・性状についてはハザードマップに示したが、それらのうちで比較的規模の大きなもの、あるいは発電施設に何らかの影響を及ぼす危険性のあるものについて抽出し、以下にその状況を示す。[抽出箇所の位置はハザードマップに記載]

①サージタンク周辺造成地（標高 388m 盤）

ハザードマップに示すとおり、サージタンク東側の造成盤に長さ 6～10m にわたりクラックが 2 本生じている。よりタンクに近いクラックは、長さ約 10m、最大開口幅約 40cm の規模で、谷側（東側）が最大 30cm 程度落ち込んでいる。もう一本の規模は長さ 6～7m、最大開口幅約 40cm で、同じく谷側が 30cm 程度落ち込んでおり、切盛境付近に発生したものと推定される。

クラックより下方の自然斜面は、崖錐の堆積した谷地形を呈し、谷頭崩壊も見受けられる。

地形から見ても、このまま放置すれば、いずれ現在生じているクラックより東側の部分は崩落するものと考えられる。ただし、現状ではサージタンクより上方（西側）の切土造成盤にはクラック等の変状は認められないため、仮に崩壊しても一気にタンクを巻き込んだすべりが発生する危険性は低いと思われる。



写真-1
クラックの遠景。
切盛境付近に延長約 10m と 6～7m の 2 本のクラックが認められる。写真は 10m のクラック。



写真-2
388m盤に発生したクラックの近景。
最大開口幅は約 40cm
で、段差は約 30cm

②No. 1 固定台付近（標高 343m付近）

顕著な変状が存在するわけではないが、固定台東側が0次谷となっており、^{7/11}古い谷頭崩壊跡が存在する。また、地震の揺れによって固定台と表土との間に幅 10cm 程度の隙間が生じており、雨水の流入により表層崩壊を引起こす恐れがある。（0次谷：谷地形の最上流部）

③上部斜面の鉄管路周辺（標高 330m付近）

鉄管路付帯構造物（擁壁・巡視路階段・張コンクリート等）の変状が顕著。擁壁に発生したクラックの一部は地山（表土）まで連続する（長さ約 5 m、最大開口幅約 20cm、段差約 20cm/斜面下方がずり落ちている）。最も顕著な変状は巡視路階段で、1ステップ分（約 25cm）がずり落ち、一つ下のステップに重なっている。ただし、すぐ横に平行して施工されている擁壁に変状は見られず、この位置で基盤岩に変位が発生しているとは考えにくい。

また、地震の揺れによって擁壁と表土との間に幅 2~20cm 程度の隙間が生じており、このまま放置すると表流水により洗食され、構造物や斜面に新たな変状を生じさせる危険性がある。



写真-3
1ステップ分、下方へ乗り上げた巡視路階段。鉄管路下の張コンにもクラックが発生しているが、階段横擁壁の同一位置には顕著な変状は見られない。

④鉄管路北側山裾部の表層崩壊地（標高 280～300m付近）

花崗岩強風化部（マサ）の表層崩壊。長さ 25～30m、幅 10～15mの規模にわたって、深さ 0.3～1m程度が崩落している。崩壊は鉄管路とほぼ平行方向に発生しており、崩壊地と鉄管路との離間距離は 10～12m程度である。

比較的規模が大きく、標高が低いため発電所敷地からも目立つが、崩壊地内には D 級～CL 級の基盤岩が広く露出しており、すべりは浅い。また、崩壊頭部は既に地形遷急線付近に達しており、今後急激に、上方に向かって二次、三次崩壊を引起す可能性は低い。

ただし、滑落崖周辺には古い滑落崖や段差地形が見られ、側方方向（鉄管路方向）へも徐々にではあるが拡大する危険性がある。また、崩壊地下部にはルーズな崩積土が相当量堆積しており、今後、異常降雨時等に再移動し、発電所敷地内に流入することも考えられる。

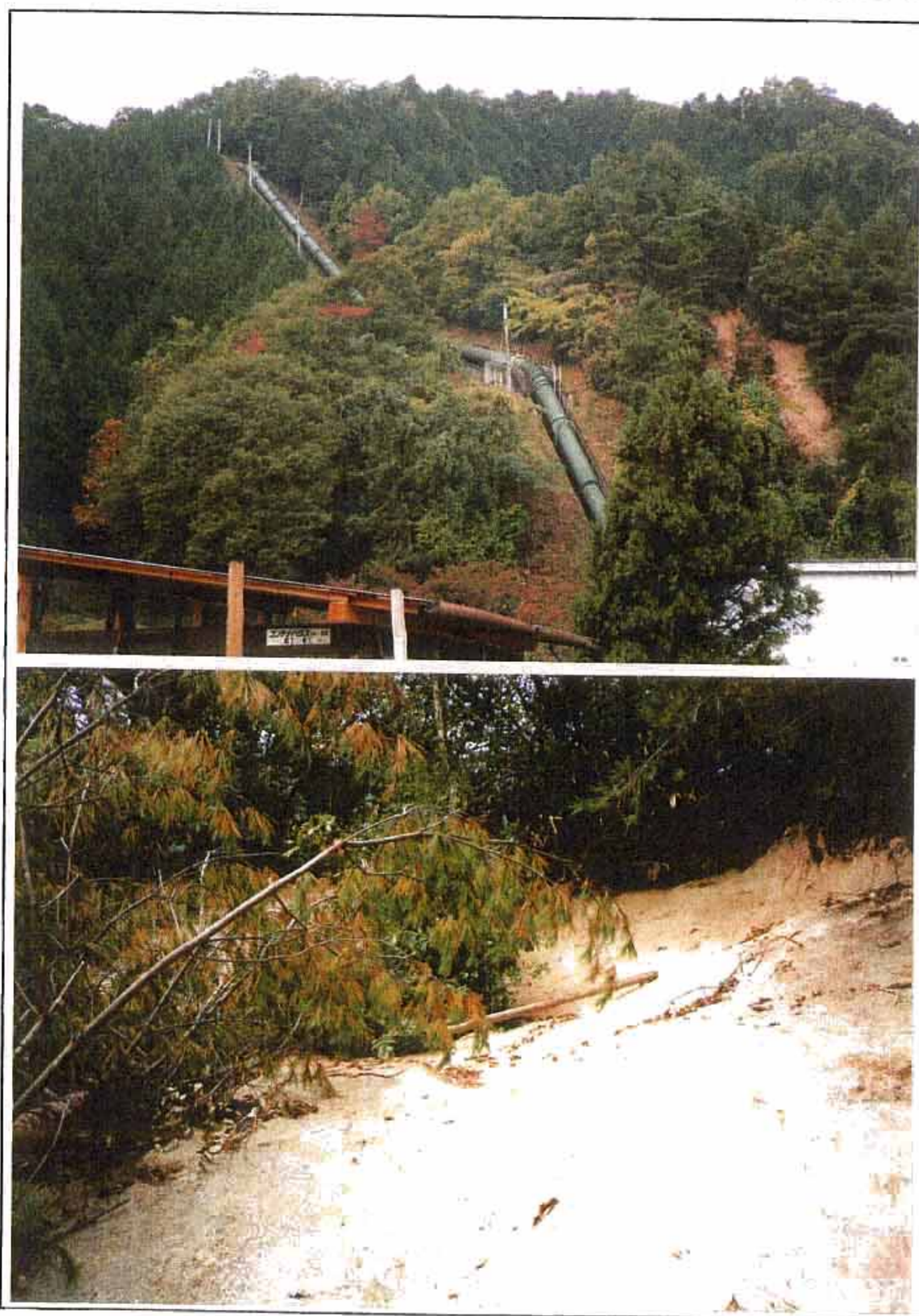


写真-4
上の写真は崩壊地の遠景。鉄管路からの離間距離は 10～12m。
下の写真は崩壊地頭部、滑落崖の状況。崩壊地内には D～CL 級の粗粒花崗岩が広く露出している。

以上、地表踏査による所見を述べたが、踏査では地山全体の微小な変位の把握は困難であり、今後、構造物やクラック等の変位観測を実施し、対象斜面全体の挙動を確認することが望ましい。

3. 構造物目視調査

3-1 目視調査結果

地震後に発見された主たる変状を以下に示す。(位置は別紙平面図及び写真参照)

施設名	箇所	変状の状況
導水路 距離の始点は、圧力トンネル始点	850m付近左側側壁	<ul style="list-style-type: none"> ひび割れ $l \approx 0.5m$ 幅は1mm以下 若干湧水有り
	1740m左右側壁	<ul style="list-style-type: none"> 左ひび割れ $l \approx 1.9m$ 幅は1mm以下 左ひび割れの湧水は見られない
	2230m右側壁	<ul style="list-style-type: none"> 右ひび割れ $l \approx 1.0m$ 幅は1mm以下 若干湧水有り
	側壁面小剥離	<ul style="list-style-type: none"> 下流部側壁に径10cm程度の剥離が数箇所有り。 内部は空隙多い。ジャンカ状態
水圧管路	監査用トンネル	<ul style="list-style-type: none"> 坑口から約60m付近の間、コンクリート打ち継ぎ面に開き(1~5mm)有り。 坑口から約40m付近の間、天端コンクリートに縦方向のクラック(1~3mm)有り。 坑口付近アーチの横断方向クラックは、段差(最大2cm程度)が生じている。 坑口付近インバートに縦方向のクラックあり。
	固定台、階段、土留よう壁、	<ul style="list-style-type: none"> 固定台コンクリートに変状無し。鉄管との接着、一体化にも問題無し。滑動した形跡無し。 第1~第2固定台間左側上部よう壁の3ヶ所にひび割れ有り。最下流部はコンクリート片落下。 第1~第2固定台間の右側階段及び張コンクリートの一部が破損。(No.7~8リングガーダー付近が顕著)
	管胴本体、リングガーダー、ロッカ支承	<ul style="list-style-type: none"> 第1伸縮管のズレ5cm。(塗装面剥げ落ち) 第3伸縮管上部のズレ1cm。(塗装面剥げ落ち。先端部には塗装が重なり) その他の伸縮管に顕著なズレは無し。 第1固定台上流側のNo.5リングガーダー部ロッカ支承は、下流方向にズレた形跡が見られた。監査用トンネル内のロッカ支承も同様の傾向を示す。 第1~2固定台間No.6~8リングガーダー底部に、破損しずり落ちた階段コンクリートが衝突。 第1~2固定台間No.8リングガーダー右側ロッカ支承は、下流側への変位(回転)が大。 No.6~8の他のロッカ支承は、塗装の剥げ具合から揺れの影響は認められるが、変位量は小さい。