ISSN 1346-7328
国総研資料　第 868 号
ISSN 0386-5878
土研資料 第 4307 号
平成２７年１０月

国土技術政策総合研究所資料

Technical Note of National Institute for Land and Infrastructure Management, No. 868

土木研究所資料

Technical Note of Public Works Research Institute, No. 4307

Octorber 2015

平成26年（2014年）北海道地方被災橋梁等調査報告

Reconnaissance Report on Damaged Road Bridges in Hokkaido Prefecture

国土交通省国土技術政策総合研究所

National Institute for Land and Infrastructure Management

Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism, Japan

国立研究開発法人土木研究所

National Research and Development Agency, Public Works Research Institute, Japan

国土技術政策総合研究所資料
第 868 号　　　2015 年 10 月
土　木　研　究　所　資　料
第 4307 号　　　2015 年 10 月

平成26年（2014年）北海道地方被災橋梁等調査報告

概　要

本報告書は，平成 26 年 9 月 11 日に北海道千歳市と恵庭市で発生した豪雨により土石流が発生し被災した橋梁の現地調査結果と，平成 26 年 11 月 7 日に北海道洞爺湖町で発生した伏見橋の崩落の現地調査結果をとりまとめたものである。

キーワード　：　平成 26 年北海道豪雨，道路橋，落橋，土石流

Technical Note of NILIM
No. 868 October 2015
Technical Note of PWRI
No. 4307 October 2015

Reconnaissance Report on Damaged Road Bridges in Hokkaido Prefecture

Synopsis

The debris flow caused by the heavy rainfall which occurred at September 11, 2014, in Chitose and Eniwa cities produced severe damage to three road bridges. Subsequently, a bridge collapse occurred at November 7, 2014, in Toyako-cho due possibly to erosion of subsoil. NILIM and PWRI coordinately conducted field investigations on damaged road bridges immediately after the above-mentioned two disasters in order to clarify the possible causes. This report summarizes those results.

Key Words: 2014 Hokkaido heavy rainfall, Road Bridge, Bridge collapse, Debris flow

執筆者一覧

国土交通省　国土技術政策総合研究所

道路構造物研究部	構造・基礎研究室	室　　長	間渕利明
道路構造物研究部	構造・基礎研究室	主任研究官	西田秀明
道路構造物研究部	道路基盤研究室	室　　長	藪　雅行
道路構造物研究部	道路基盤研究室	研　究　官	榎本忠夫

国立研究開発法人　土木研究所

構造物メンテナンス研究センター	橋梁構造研究グループ	上席研究員	七澤利明
構造物メンテナンス研究センター	橋梁構造研究グループ	主任研究員	眞弓英大
構造物メンテナンス研究センター	橋梁構造研究グループ	交流研究員	石原大作
寒地土木研究所　研究連携推進監			藤浪武史
寒地土木研究所	寒地基礎技術研究グループ　寒地構造チーム	上席研究員	西　弘明
寒地土木研究所	寒地基礎技術研究グループ　防災地質チーム	上席研究員	倉橋稔幸
寒地土木研究所	寒地基礎技術研究グループ　防災地質チーム	研　究　員	宍戸政仁
つくば中央研究所	地質・地盤研究グループ　地質チーム	総括主任研究員	浅井健一
つくば中央研究所	地質・地盤研究グループ　地質チーム	交流研究員	金井哲男

目　次

1.　平成 26 年 9 月 11 日に発生した低気圧に伴う豪雨による橋梁等の被災調査

1.1　調査概要

平成26年9月11日に，北海道恵庭市・千歳市周辺では低気圧の影響により豪雨となり，土砂崩れ・橋梁の損傷（落橋）・路肩の損壊等の被害が多数発生した。橋梁等の被害状況や周辺の地形・地質状況等を調査するため，平成26年9月12日に北海道開発局が実施したヘリコプターによる調査に同行し，平成26年9月13日と19日に国土技術政策総合研究所及び土木研究所による現地調査を行った。現地調査の体制を以下に示す。

平成26年9月12日　調査メンバー

独立行政法人　土木研究所

寒地土木研究所　寒地基礎技術研究グループ　防災地質チーム	上席研究員	倉橋稔幸

平成26年9月13日　調査メンバー

独立行政法人　土木研究所

寒地土木研究所　研究連携推進監		藤浪武史
寒地土木研究所　寒地基礎技術研究グループ　寒地構造チーム	上席研究員	西　弘明
寒地土木研究所　寒地基礎技術研究グループ　防災地質チーム	上席研究員	倉橋稔幸

平成26年9月19日　調査メンバー

国土交通省　国土技術政策総合研究所

道路構造物研究部　構造・基礎研究室	主任研究官	西田秀明
道路構造物研究部　道路基盤研究室	室　　長	藪　雅行
道路構造物研究部　道路基盤研究室	研　究　官	榎本忠夫

独立行政法人　土木研究所

構造物メンテナンス研究センター　橋梁構造研究グループ	上席研究員	七澤利明
構造物メンテナンス研究センター　橋梁構造研究グループ	研　究　員	眞弓英大
寒地土木研究所　寒地基礎技術研究グループ　寒地構造チーム	上席研究員	西　弘明

※現地調査時の組織名・役職を記載

調査箇所を図- 1.1.1 に，調査対象橋梁一覧を表- 1.1.1 に示す。なお，筆者の一人は 10 月 18 日に砂防学会北海道支部の現地調査に参加したため，そこでの調査結果も本報告には含まれる。

図- 1.1.1 位置図（電子国土 WEB を加工して作成）

表- 1.1.1 調査対象橋梁一覧

橋梁名	橋長 （m）	構造形式	主な損傷状況	管理者
湖水橋（車道橋）	29.8	・単純合成鈑桁 ・重力式橋台	・主桁の損傷	北海道開発局
湖水橋（側道橋）	29.8	・単純合成鈑桁 ・重力式橋台	・主桁, 対傾構等の損傷	北海道開発局
丸駒橋（車道橋）	25.0	・単純合成鈑桁 ・逆 T 式橋台 ・控え壁式橋台	・主桁の損傷 ・橋台の損傷	北海道開発局
丸駒橋（側道橋）	30.4	・単純鋼床版鈑桁 ・重力式橋台 ・控え壁式橋台	・上部構造の流失	北海道開発局
奥漁川橋（車道橋）	34.0	・単純合成鈑桁 ・逆 T 式橋台 ・T 型橋脚柱円形	・P1 橋脚の沈下 ・橋台背面盛土の流失 ・橋台の損傷	北海道開発局
奥漁川橋（側道橋）	43.0	・単純合成鈑桁 ・重力式橋台 ・T 型橋脚	・橋台の損傷	北海道開発局
山水橋（車道橋）	48.0	・単純合成鈑桁橋２連 ・重力式橋台 ・T 型橋脚柱円形(RC)	・橋台背面盛土の流失	北海道開発局
山水橋（側道橋）	56.0	・2 径間連続鋼床版鈑桁 ・重力式橋台 ・T 型橋脚柱円形(RC)	・橋台の損傷	北海道開発局

1.2　地形・地質の状況

土石流は活火山である恵庭岳と支笏カルデラ壁の 7 筋の沢で発生し，道路との交差部で被害を与えた（図- 1.2.1，写真- 1.2.1）。そのうち，丸駒橋と湖水橋を被災させたポロピナイ沢本流は恵庭岳山頂の爆裂火口を源頭部として支笏湖まで至る約 3km の沢で，普段は水が流れていない涸れ沢である。恵庭岳(標高 1,319m)は支笏湖カルデラの北西部に形成された活火山で，約 1 万 7 千年前に最初の噴火があった。最新のマグマ噴火は約 2 千年前で，主に安山岩や石英安山岩から構成されている（図- 1.2.2）。17～18 世紀に山頂で発生した水蒸気爆発により爆裂火口が形成され山頂頭部が崩壊し，その崩壊物が 「岩屑なだれ」としてポロピナイ沢に流れ下り，支笏湖畔に扇状地を形成した[1)]（写真- 1.2.1）。それゆえに，ポロピナイ沢には従来から大量の崩壊物が堆積し，1996 年 9 月にも土石流が発生し湖水橋を桁下まで埋めた[2)]。

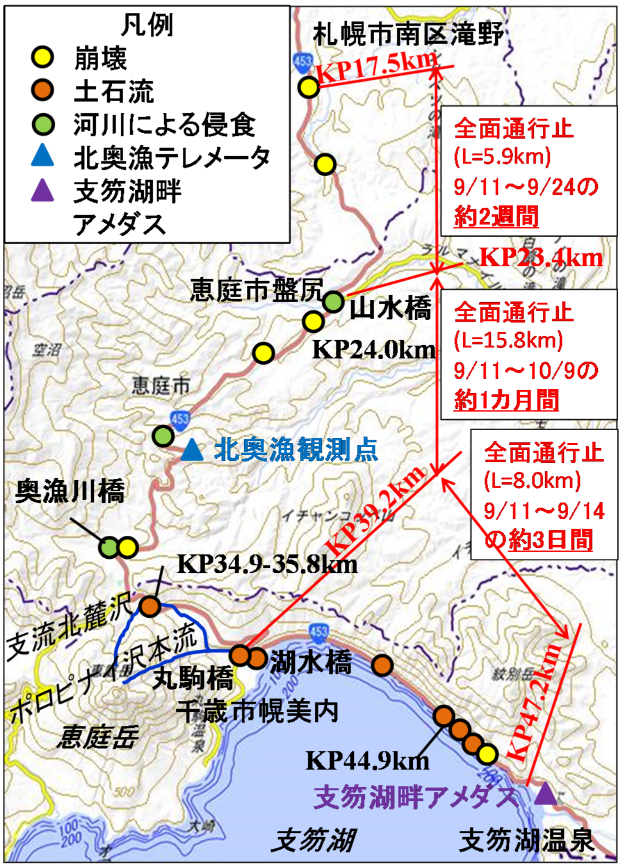


図- 1.2.1　国道 453 号の土砂災害位置図

写真- 1.2.1 恵庭岳のポロピナイ沢本流における土石流（9 月 23 日撮影）

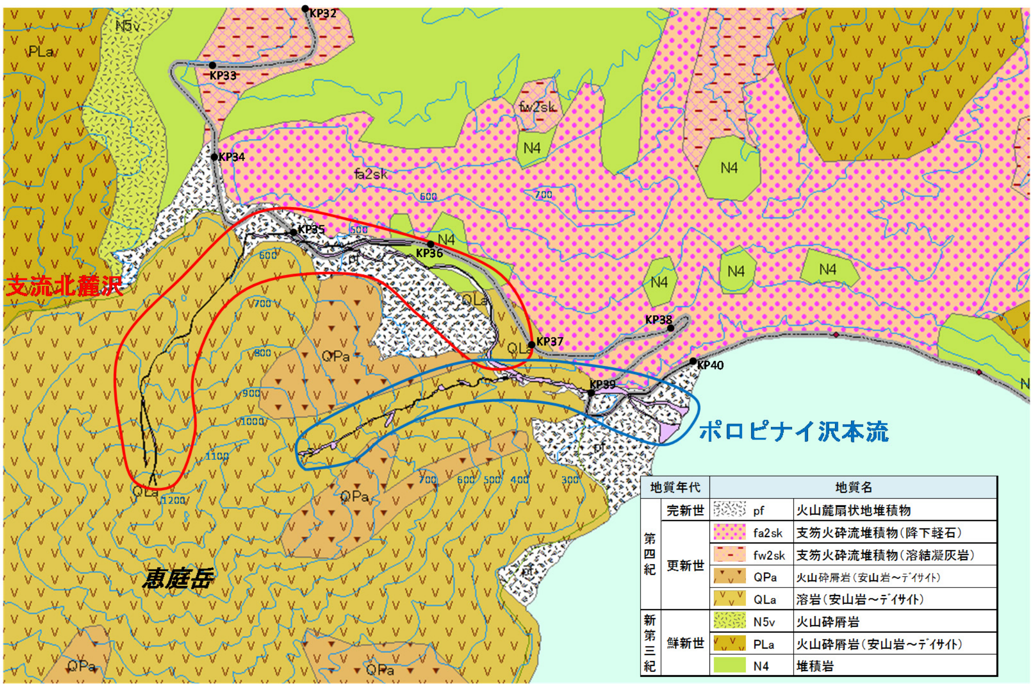


図- 1.2.2 恵庭岳周辺の地質図 3)

1. 3　降雨の状況

1. 3. 1　降雨の状況

降雨状況については文献[4),5)]に詳しいことから，本節ではこれらを参考に要点を示す。

北海道地方は, 平成 26 年 9 月 9 日から 12 日かけて北海道の西海上にある低気圧を含む気圧の谷の中に入った状態が続いていた。また，上空約 5,500m には氷点下 15℃以下の寒気が入り大気の状態が非常に不安定となった[6)]。

これにともない，平成 26 年 9 月 10 日夜半から 11 日の明け方にかけて，支笏湖及び恵庭岳周辺を中心に線状降水帯をともなう局所的で猛烈な雨が降った。この豪雨の原因は，オロフレ山（北海道白老郡白老町と有珠郡壮瞥町とにまたがる標高 1,230.8m の火山）系から次々に積乱雲が発生し，それが南寄りの風によって北に進み，線状降水帯となり恵庭岳，支笏湖方面へ向かってきたことによると考えられる。

札幌管区気象台は 11 日午前 5 時 35 分に, 数十年に一度の大雨が予想される「大雨特別警報（土砂災害, 浸水害)」を北海道で初めて発表した。千歳市支笏湖畔では，10 日 16 時の降り始めから 12 日深夜までの降水量が 379mm に達した。さらに，1 時間降水量の最大は 70mm であり，観測史上 1 位を更新する記録的な豪雨となった。

図‐1.3.1 は，恵庭岳・支笏湖周辺における道路気象テレメータ及び気象庁アメダスの観測点位置と，X バンド MP レーダ雨量分布を重ね合わせたものである。恵庭岳の北側の北奥漁道路気象テレメータ周辺を中心に一般国道 453 号に沿って強雨域が広がっていることが分かる。また，図‐1.3.2 は，図‐1.3.1 で示した道路気象テレメータのうち，最も積算雨量が多かった北奥漁の時間雨量を示したものである。なお，図‐1.3.2 の 9 月 11 日午前 7 時以降のデータが欠損しているのは，道路管理・通信用光ファイバが寸断したことによるものである。

1. 3. 2　降雨に対する道路管理者の対応

支笏湖畔の一般国道 453 号を管理する千歳道路事務所では，10 日深夜の大雨警報発令以降，異常時パトロールを実施するなど管理体制を強化していた。11 日未明からはさらに降雨が強まり，事前通行規制区間（KP21.7～ KP33.7) 内にある北奥漁道路気象テレメータで観測された連続雨量が規制値の 160mm を超えたことや, 土砂災害のおそれがあったことから, 特別警報の発令よりも早く同日 3 時 00 分に一般国道 453 号の通行止めを実施している（表‐ 1.3.1 参照)。なお，北奥漁での連続雨量が道路管理体制の初動体制構築を行う 100mm（体制の準備は連続雨量 70mm で実施)から通行止めを行う 160mm に達するまでには 1 時間程度しか経っていない点に特徴がある。

なお，その後，同日 6 時 00 分には，支笏湖の南側湖畔に沿って走る一般国道 276 号でも通行止めを実施している。

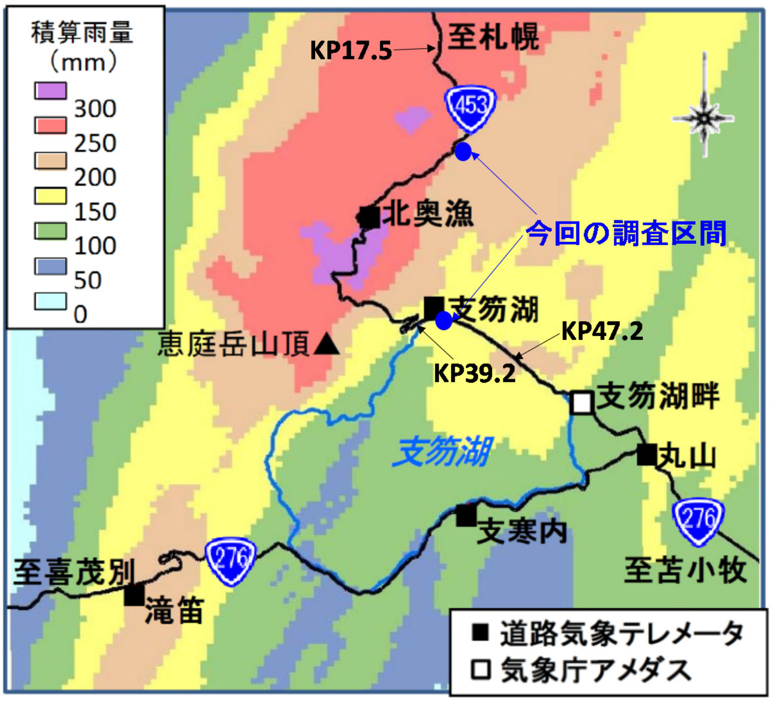


図- 1.3.1 恵庭岳・支笏湖周辺における雨量分布

(積算雨量は 9 月 10 日 17 時～11 日 15 時の時間雨量の合計値)[4) に加筆]

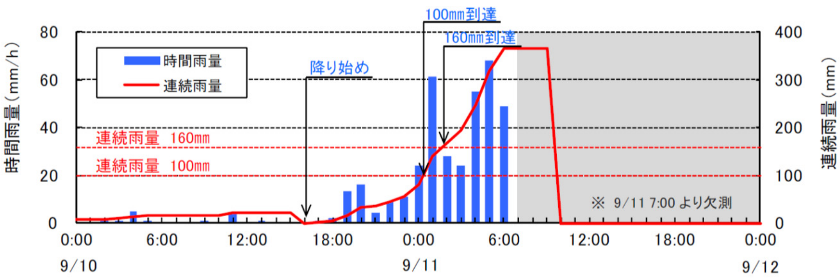


図- 1.3.2 北奥漁道路気象テレメータの降雨量[4)]

表- 1.3.1 一般国道 453 号被災時の時系列[4)]

日 時		状 況
9月10日	16:00	降り始め(連続雨量の累計開始)
	22:42	大雨・暴風警報発表(石狩南部)
	23:05	道路巡回開始
9月11日	3:00	通行止め開始(恵庭岳区間:KP17.5～39.2)
	5:15	通行止め開始(支笏湖畔区間:KP39.2～47.2) ※孤立1件発生
	5:35	大雨特別警報発表(石狩地方)
9月12日	9:00	孤立解消(支笏湖畔区間の1車線通行が可能になった)
9月14日	9:00	通行止め解除(支笏湖畔区間:KP39.2～47.2)
9月24日	13:00	通行止め解除(恵庭岳区間の一部:KP17.5～23.4)
10月9日	13:00	全区間の通行止め解除

1.4　土石流の状況

1.4.1　ポロピナイ沢本流の土石流

ヘリコプター調査からポロピナイ沢本流の標高 950m～500m の沢沿いに若干の崩壊が認められたほか，沢沿いに標高 350m までの延長約 800m にわたって侵食が認められた。沢の上流で崩壊した堆積物が降雨で押し流され，沢沿いの堆積物を巻き込み規模を拡大しながら流下したと考えられる。標高 350m から 300m（傾斜角 5°～6°）の間に治山堰堤が 8 基設置され，堰堤の堆砂敷には土砂が堆積していた。

筆者の一人は，10 月 18 日に砂防学会北海道支部の現地調査に参加し，ポロピナイ沢本流を支笏湖畔から標高 350m にある最上流部の治山堰堤上流まで踏査した。最上流部の治山堰堤下流は，上下方向に約 2m 洗掘を受けていたことを確認した（写真- 1.4.1）。また，標高 330m 付近では治山堰堤の袖部の右岸側を土石流が流下した痕跡が見られた（写真- 1.4.2）。この流下痕跡よりも右岸側には，以前の土石流流下で裸地化した箇所が一斉に樹林化したと考えられる同齢一斉林も見られ，過去の土石流発生とその流下幅の広さが推察される（写真- 1.4.2）。

さらに土石流は直進し，丸駒橋の橋下を通過および右岸橋台取り付け部の盛土を乗り越えた。丸駒橋下流側に併設した側道橋を流失させ，橋から下流約 200m まで押し流した。また，右岸を中心に土石流の衝突痕や防護柵の変形が認められた (写真- 1.4.3, 写真- 1.4.4, 写真- 1.4.5, 写真- 1.4.6)。河床は土石流発生前に桁下 5.5m の標高 300m にあったが，発生後の写真- 1.4.5 では桁下約 3.5m と推定され，2m 上昇したと考えられる。ゆえに，橋桁に目立った衝突痕が残っていないことから，土石流は桁下高を最上部として流下した仮定すると，その流動深は比高 5m 程度あったと推察される。

また, 丸駒橋下流側でも土石流は直進し, 湖水橋の右岸に径 0.5～1m 程度の土石を堆積させた (写真- 1.4.3, 写真- 1.4.7)。湖水橋地点では最大径 2～3m 程度，主体は径 10～30cm の土砂を堆積させ，桁下約 1m まで河床を上昇させた（写真- 1.4.3，写真- 1.4.8)。河床は土石流発生前に桁下約 2m の標高 276m にあったが，発生後の写真- 1.4.8 では桁下約 1m と推定され，1m 程度上昇したと考えられる。

土石流の衝撃により損壊した治山堰堤の一部と見られるコンクリート塊は，幅約 3m，高さ約 2m，厚さ約 1m 程度の大きさのものが, 丸駒橋上流約 100m の右岸側, 丸駒橋右岸側盛土直下 (写真- 1.4.3, 写真- 1.5.14) 及び湖水橋下流約 50m (写真- 1.4.10) 等に散在していた。湖水橋下流では径が 10～30cm 程度と小さくなり, まれに 1m を超える粒径の土石が認められた (写真- 1.4.9, 写真- 1.4.10)。土石流は支笏湖流入地点 (標高 249m) まで達した（写真- 1.4.11)。

土石流の発生形態として，豪雨により谷頭部に多量の降雨が供給され崩壊が起こり，崩壊土砂が表流水とともに一気に急斜面を流下し，渓床堆積物を巻き込み，規模を増しながら流下したと考えられる。沢上流の崩壊面積の小ささや，ポロピナイ沢にこれまでに多くの崩壊物が堆積していたことを踏まえると，既堆積物の二次移動が生産土砂量の多くを占めると考えられる。

写真- 1.4.1　下流部が洗掘を受けた治山堰堤

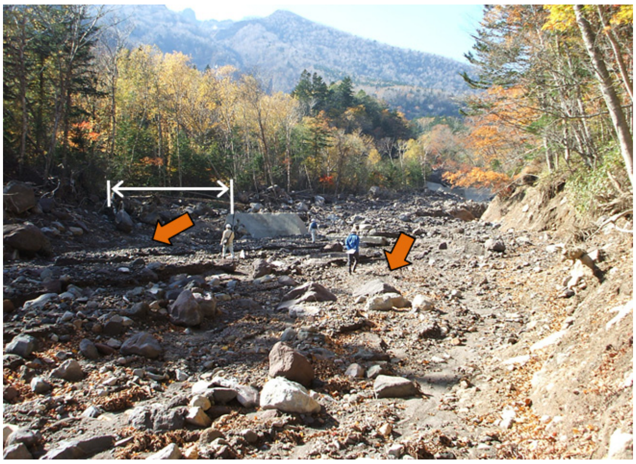


写真- 1.4.2 治山堰堤右岸側の土石流流下跡と同齢一斉林

写真- 1.4.3 ポロピナイ沢丸駒橋～湖水橋の状況（9 月 11 日撮影）

写真- 1.4.4 丸駒橋の被災状況（9 月 11 日撮影　左側は流失した側道橋桁部）

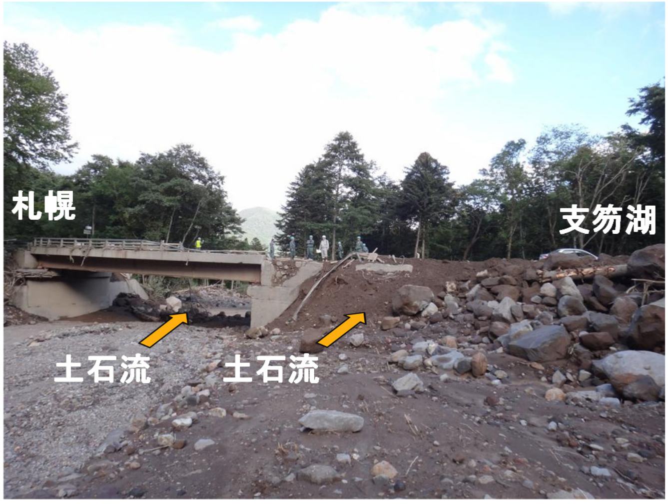


写真- 1.4.5 上流側から見た丸駒橋の災害復旧状況（9 月 13 日撮影）

写真- 1.4.6 流失した丸駒橋の側道橋桁

写真- 1.4.7 湖水橋上流右岸に堆積した土石流本体

写真- 1.4.8 湖水橋桁下の土砂堆積状況（上流から撮影）

写真- 1.4.9 湖水橋の桁下高と下流の土砂堆積状況（下流から撮影）

写真- 1.4.10 湖水橋から下流を望む（流送されたコンクリート塊が見える）

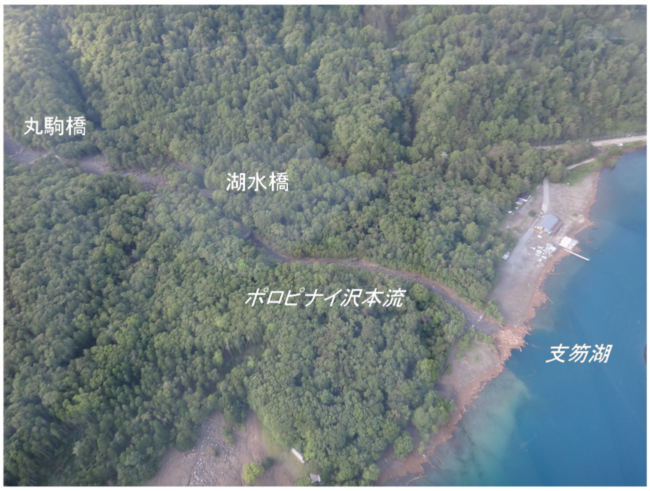


写真- 1.4.11 支笏湖畔まで達した土石流

1.4.2 支流北麓沢の土石流

支流北麓沢はポロピナイ沢の河口上流 1,150m で分岐し，恵庭岳の山頂までの約 4km の涸れ沢である（図- 1.2.1，写真- 1.4.12）。

ヘリコプター調査から山頂に近い標高 1,150～800m では小規模の崩壊が認められたほか，標高 800～520m では露岩している箇所など渓床や側岸の侵食が認められた。このうち国道の KP34.9km から約 100m 恵庭岳山頂寄りの箇所では，高さ約 5m ほどの位置に土石流が幹に衝突し削れた痕が残され，支流においても土石流の流動深の大きさがわかる（写真- 1.4.12）。また，沢沿いに土砂が削られていることや幹の根元に不定根が露出していたことなどから（写真- 1.4.12），土石流は厚さ約 2m の沢沿いの堆積物を削剥し巻き込みながら流下したと考えられる。

土石流は沢沿いに流れ下り，緩傾斜となった国道近接箇所では，国道を横断する三箇所で土砂を溢れさせ，路面を横断もしくは流下した（写真- 1.4.13，写真- 1.4.14）。特に KP35.1km では路面に径 1 m 程度の土石

が堆積した（写真- 1.4.14，写真- 1.4.15）。さらに下流ほど礫径は小さくなり，末端では砂や流木へと変化していく様子が観察された（写真- 1.4.16，写真- 1.4.17）。

土石流の発生形態として，前述のポロピナイ沢と同様に，豪雨により谷頭部に多量の降雨が供給され崩壊が起こり，崩壊土砂が表流水とともに一気に急斜面を流下し，渓床堆積物を巻き込んで，規模を増しながら流下したと考えられる。

写真- 1.4.12 北麓沢の土石流による渓床堆積物の侵食と幹に残された痕跡

（KP34.9km から上流 100m 地点）

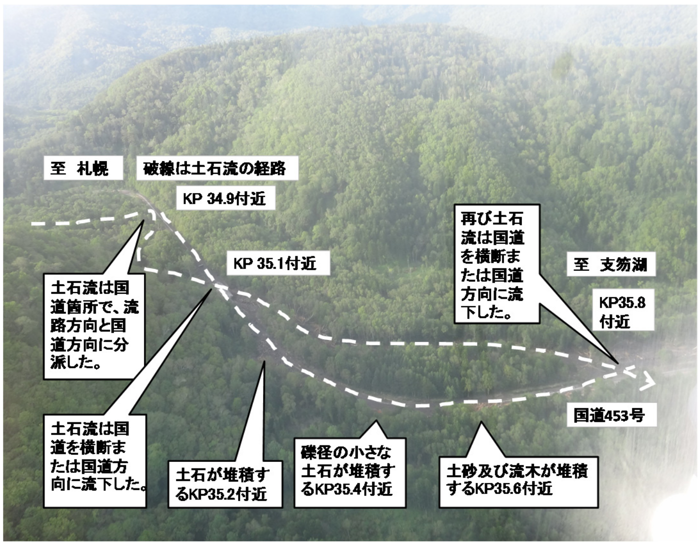


写真- 1.4.13 北麓沢の土石流の経路と堆積物の変化

写真- 1.4.14 北麓沢の出口で国道を横断及び流下した土石流（KP35.1km 地点）

写真- 1.4.15 KP35.1km から路面を流下し国道に堆積した土石流

写真- 1.4.16 国道に堆積した礫径が小さい土石(KP35.4km 付近)

写真- 1.4.17 国道に堆積した土砂及び流木(KP35.6km 付近)

1.5　　橋梁の被害

1.5.1　湖水橋

湖水橋は，ポロピナイ沢を渡河する橋梁であり，上流側に側道橋，下流側に車道橋が併設されている。

1.5.1.1　湖水橋車道橋

湖水橋車道橋は，橋長 29.8m の単純合成鈑桁橋（3 主桁）であり，1970 年 4 月に供用開始されている。下部構造は，A1,A2 ともに重力式橋台であり，基礎は直接基礎である。

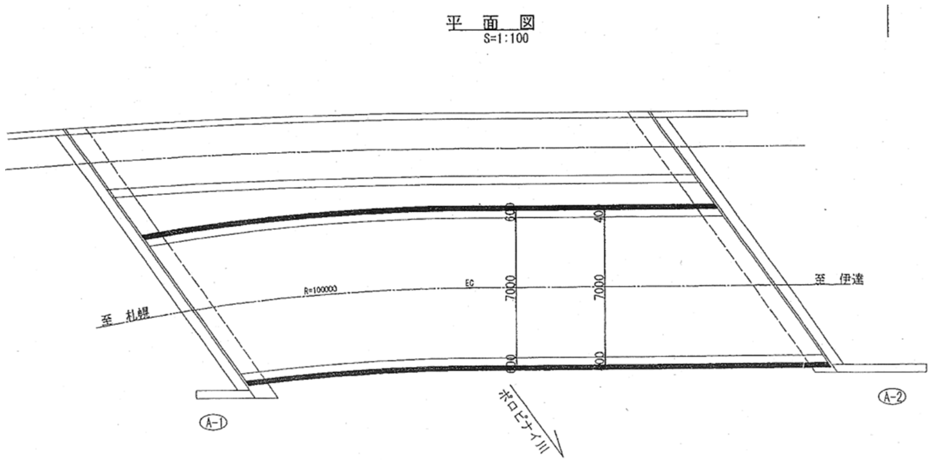


図- 1.5.1 湖水側橋車道橋　平面図（赤線内）

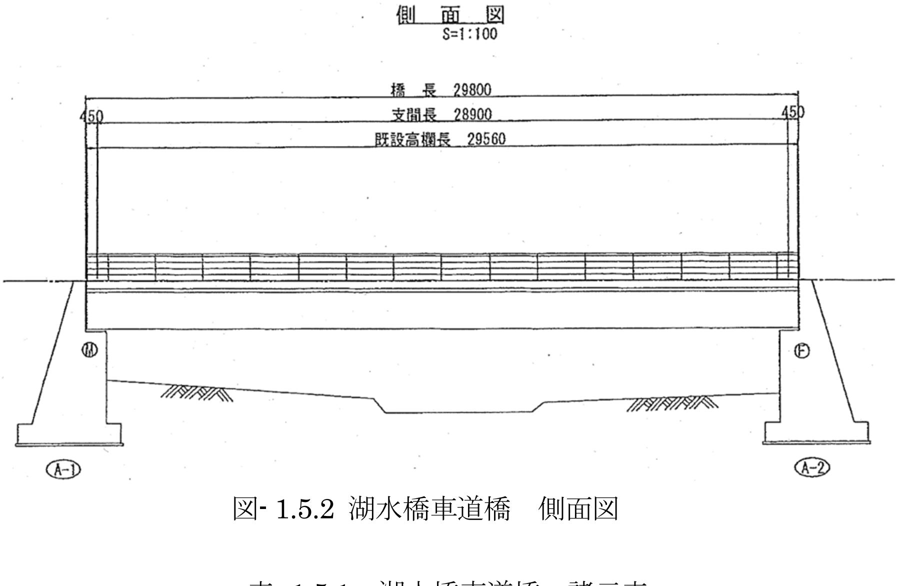


図- 1.5.2 湖水橋車道橋　側面図

表- 1.5.1　湖水橋車道橋　諸元表

上部構造形式	単純合成鈑桁
下部構造形式	重力式橋台
基礎形式	直接基礎
橋長	29.8m
供用開始年	1970 年
活荷重・等級	TL-20 ・ 1 等橋
適用示方書	昭和 39 年　鋼道路橋設計示方書

湖水橋車道橋は，災害直後は土石流が桁下及び橋梁路面上に堆積した状態であったが，調査時は，橋梁路面上の土砂や転石は撤去され，車両が通行できる状態であった（写真- 1.5.1）。3 主桁のうち，上流側の桁に土石流（岩塊）の衝突による変形（写真- 1.5.2），下フランジや補剛材の変形（写真- 1.5.3），ウェブが中央部で約 7 度，桁内側に傾斜していることが確認された（写真- 1.5.4）。中桁，下流側の桁は，変形が確認されなかった。これは，桁下高さが調査時で約 1.0m，一般図でも約 2.0m と低く，土石流の影響を受けやすい高さであったものの，上流側に側道橋があったため，車道橋は被害が緩和されたものと考えられる。

写真- 1.5.1 湖水橋 橋面の状況

写真- 1.5.2 上流側鋼桁への岩塊の衝突状況（A2 側）

写真- 1.5.3 上流側鋼桁中央部内側の状況

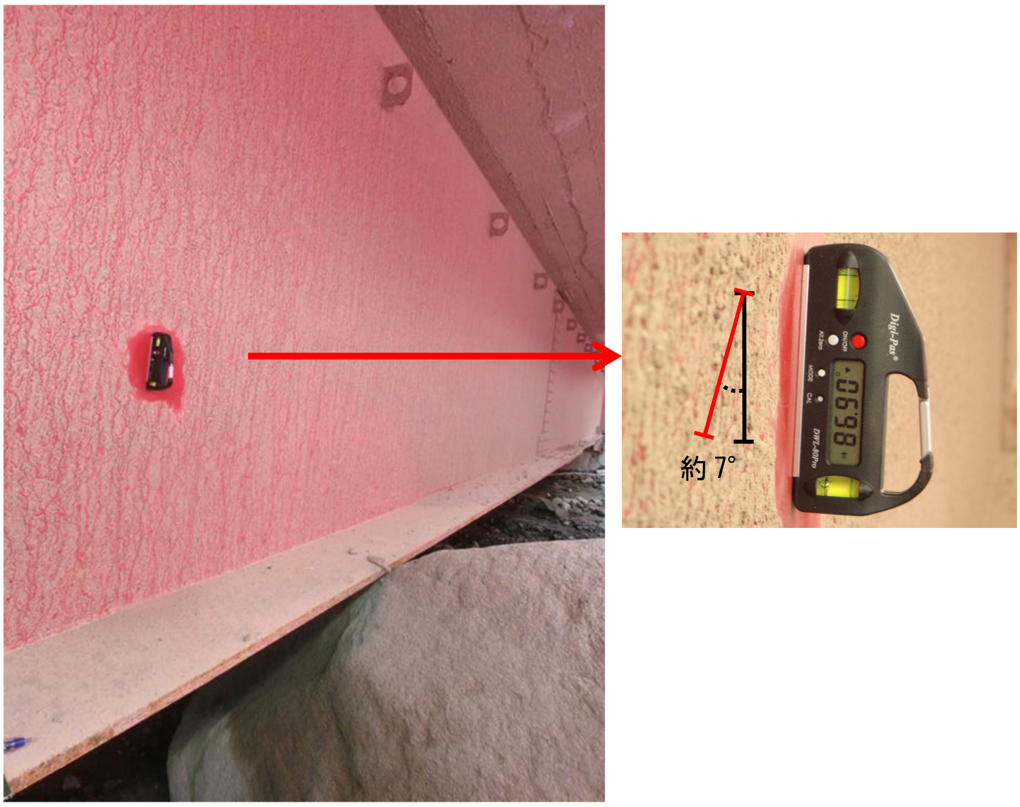


写真- 1.5.4 上流側鋼桁ウェブの傾斜状況

1.5.1.2　湖水橋側道橋

湖水橋側道橋は，橋長 29.8m の単純合成鈑桁橋（2 主桁）であり，下流側にある車道橋から半年遅れ 1970 年 10 月に供用開始されている。下部構造は，A1,A2 ともに重力式橋台であり，基礎は直接基礎である。

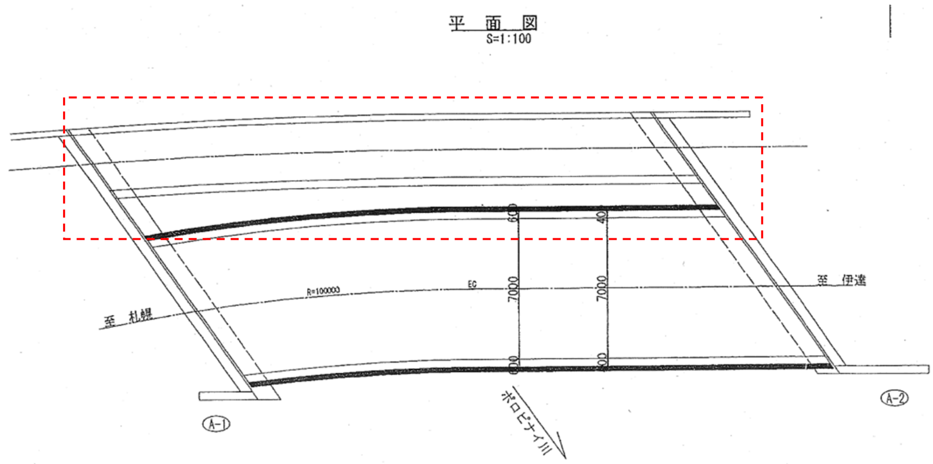


図- 1.5.3 湖水橋側道橋 平面図（赤線内）

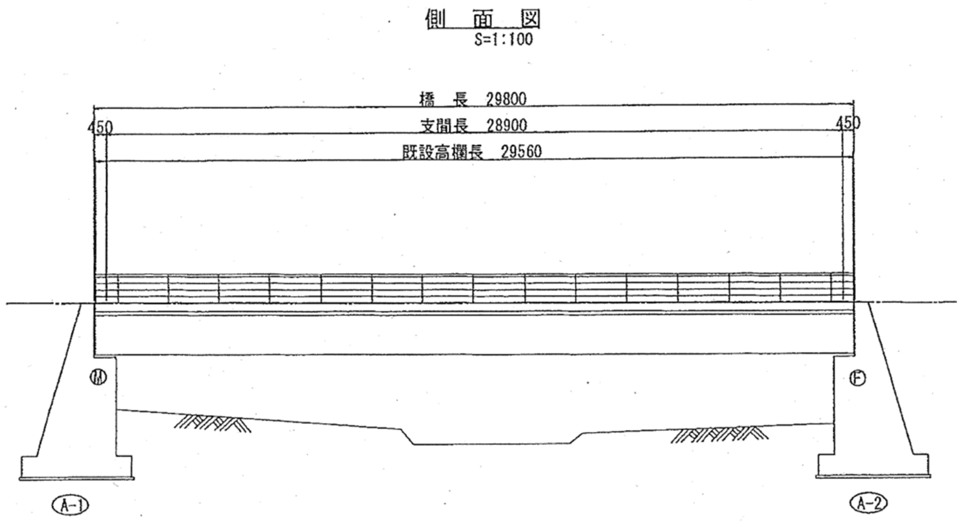


図- 1.5.4 湖水橋側道橋 側面図

表- 1.5.2　湖水橋側道橋　諸元表

上部構造形式	単純合成鈑桁
下部構造形式	重力式橋台
基礎形式	直接基礎
橋長	29.8m
供用開始年	1970 年
活荷重・等級	群衆荷重　・　等級無し
適用示方書	昭和 39 年　鋼道路橋設計示方書

湖水橋側道橋は，災害直後は土石流が桁下及び橋梁路面上に堆積した状態であったが，調査時は，橋梁路面上の岩塊のみ撤去され，土砂は堆積したままの状態であった（写真- 1.5.5）。上部構造は，土石流の衝突により対傾構等が大きく変形し（写真- 1.5.6），桁端部（支承部周辺）に著しい変形が見られ（写真- 1.5.7），ウェブが桁内側に約 20 度傾き，下フランジが外側にねじれて変形していた（写真- 1.5.8）。上フランジと床版の接合部では，スタッドが引き抜かれていた（写真- 1.5.9）。橋台は特段の変形等は確認されなかった。

写真- 1.5.5　湖水橋側道橋の橋面状況

写真- 1.5.6 鋼桁内側の状況

写真- 1.5.7 下流側桁端部の状況

写真- 1.5.8 上流側鋼桁中央部外面の状況

写真- 1.5.9 上流側鋼桁上フランジと床版接合部の状況

（接合部スタッドが引き抜き破壊）

1.5.2　丸駒橋

丸駒橋は，ポロピナイ沢を渡河する橋梁であり，上流側に車道橋，下流側に側道橋が併設されている。橋梁周辺は，橋梁の上流 A2 側が開けた地形となっている。今回の災害により，側道橋は流失し，架設位置から下流側へ約 200m 流されていた。

1.5.2.1　丸駒橋車道橋

丸駒橋車道橋は，橋長 25.0m の単純合成鈑桁（3 主桁）の橋梁で，1968 年 4 月に供用開始されている。下部構造は，A1 橋台は逆 T 式橋台，A2 橋台は控え壁式橋台，基礎は,A1 側はオープンケーソン，A2 側は直接基礎となっている。

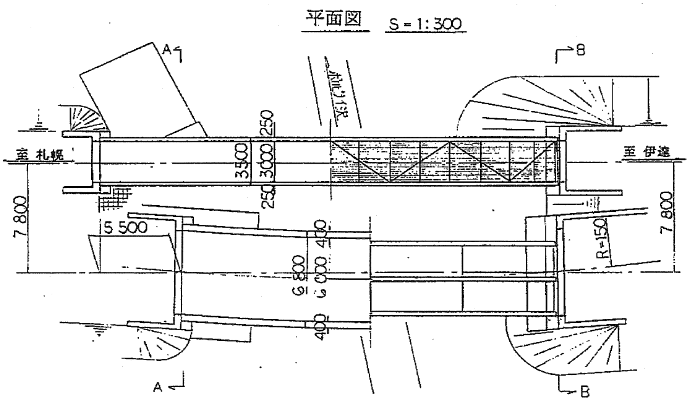


図- 1.5.5 丸駒橋車道橋 平面図（赤線内）

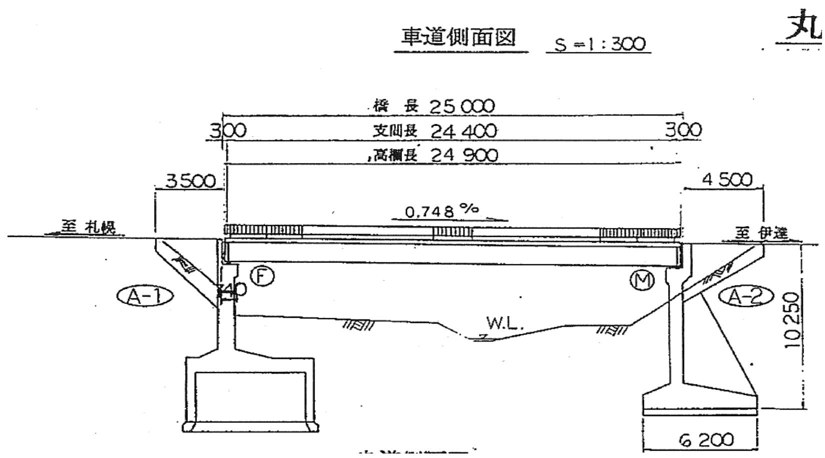


図- 1.5.6 丸駒橋車道橋 側面図

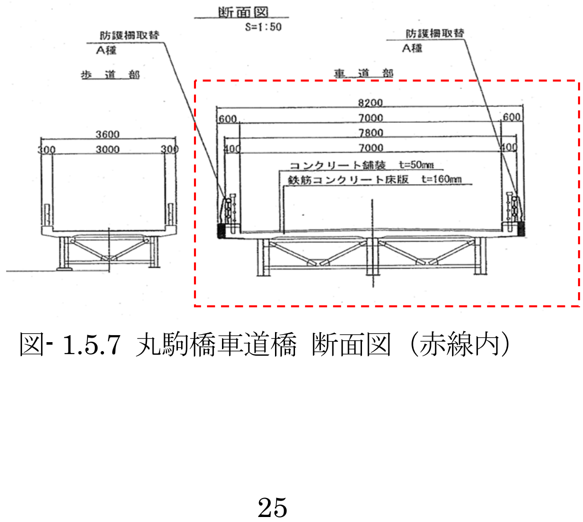


図- 1.5.7 丸駒橋車道橋 断面図（赤線内）

表- 1.5.3　丸駒橋車道橋　諸元表

上部構造形式	単純合成鈑桁
下部構造形式	逆 T 式橋台(A1)　　控え壁式橋台(A2)
基礎形式	オープンケーソン(A1)　直接基礎(A2)
橋長	25.0m
供用開始年	1968 年
活荷重・等級	TL-20 ・ 1 等橋
適用示方書	昭和 31 年　鋼道路橋設計示方書

丸駒橋車道橋は，災害直後は土石流が桁下及び橋梁路面上に堆積した状態であったが，調査時は堆積物は全て撤去され，仮設ガードレールを設置し復旧工事の大型車が通行していた。上部構造・下部構造ともに A2 橋台側が損傷が著しい。桁下高さは，一般図で約 5.5m あり湖水橋よりも高いが，災害時には土石流が橋梁の路面まで達し防護柵が破壊された（写真- 1.5.10)。上流側桁の補剛材・下フランジ・ウェブに変形が見られる（写真- 1.5.11)。特に A2 橋台の上流側ウイングの損傷が著しく，桁と同じ高さの部位が破壊され鉄筋が露出し，コンクリート角部の欠けや鉄筋の露出，ウイング下の土砂の一部流失が確認された。(写真- 1.5.12)。橋梁から上流へ約 100m の所に治山堰堤があり，破壊されている状況が確認された（写真- 1.5.13)。その治山堰堤の一部と思われるコンクリート塊が，A2 橋台下流側にあり，破断面が新しいため，今回の土石流に流されたものと考えられる（写真- 1.5.14)。A2 橋台下流側桁端部の損傷は確認されなかったが，桁内側よりも桁外側の方に土砂が多く付着しており，越流した土砂の影響が大きかったものと考えられる（写真-1.5-15)。

写真- 1.5.10 丸駒橋全景（下流側の側道橋は流失）

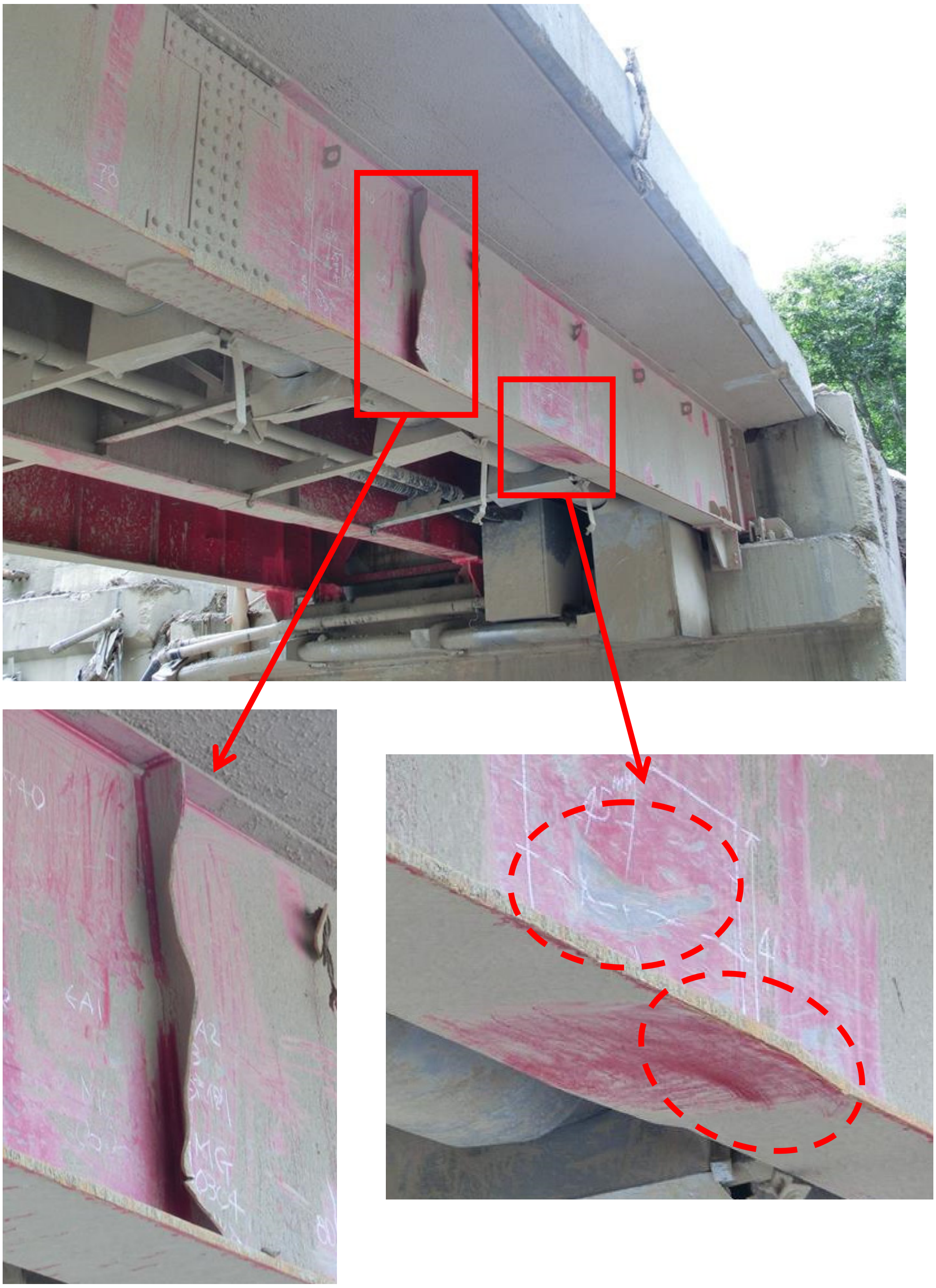


写真- 1.5.11 上流側鋼桁外側の状況（補剛材・ウェブ・フランジの変形）

写真- 1.5.12　A2 橋台（上流側）ウイングの損傷状況

写真- 1.5.13　丸駒橋上流の治山堰堤破壊状況（丸駒橋から上流約１００m）

写真- 1.5.14 治山堰堤の破壊状況（丸駒橋 A2 橋台下流部）

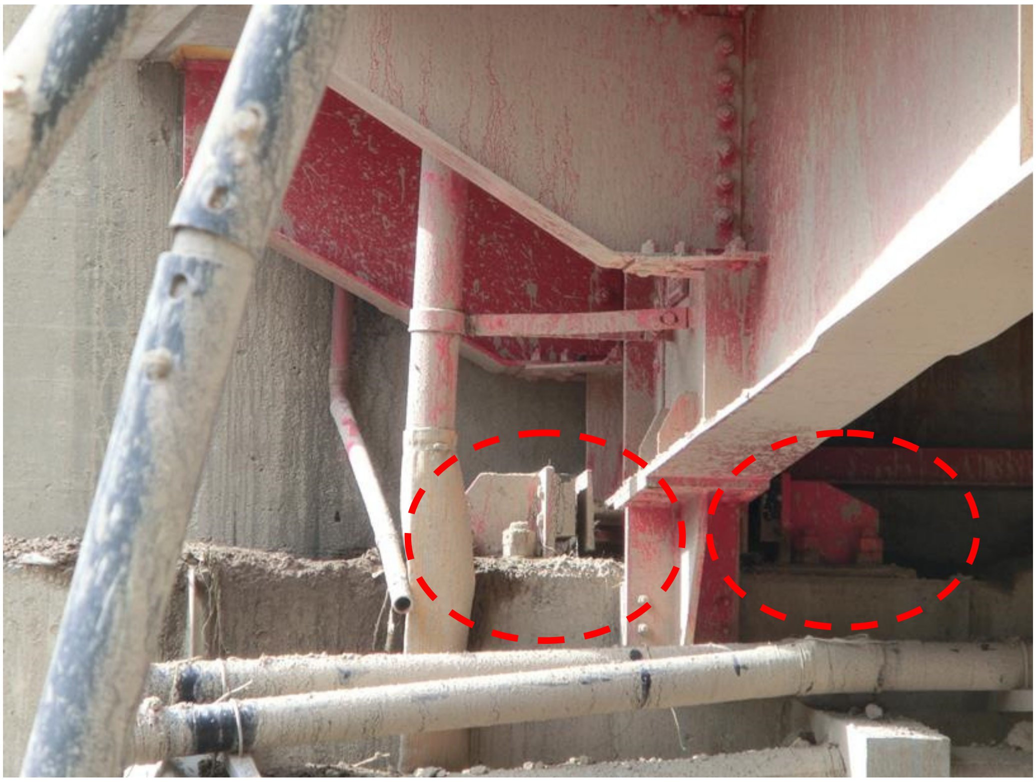


写真- 1.5.15 下流側桁端部の状況

1.5.2.2　丸駒橋側道橋

丸駒橋側道橋は，橋長 30.4m の単純鋼床版鈑桁橋（2 主桁）の橋梁で，1970 年 10 月に供用開始されている。下部構造は，A1 橋台は逆 T 式橋台，A2 橋台は控え壁式橋台，基礎は A1 側は既製鋼杭，A2 側は直接基礎となっている。

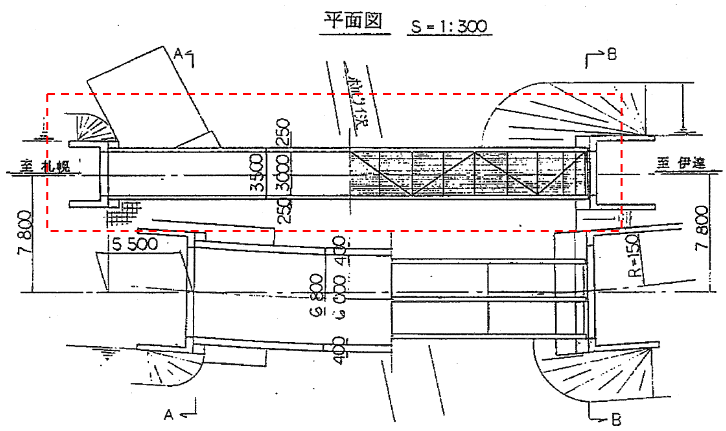


図- 1.5.8 丸駒橋側道橋 平面図（赤線内）

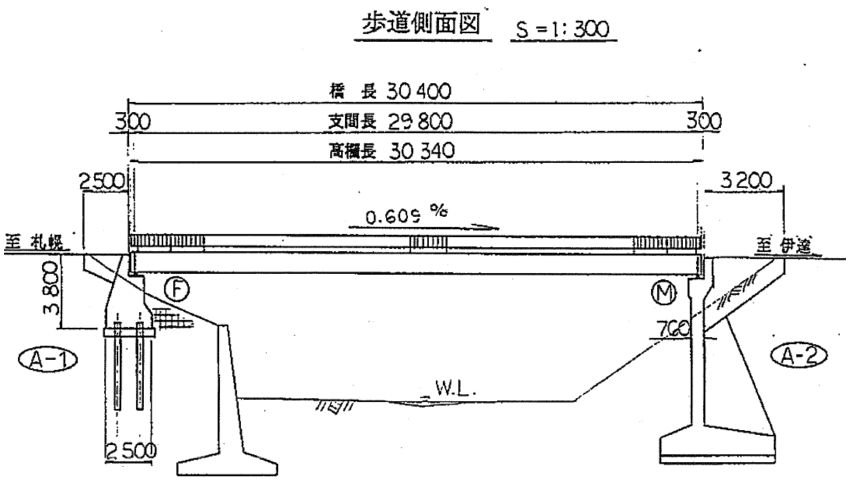


図- 1.5.9 丸駒橋側道橋 側面図

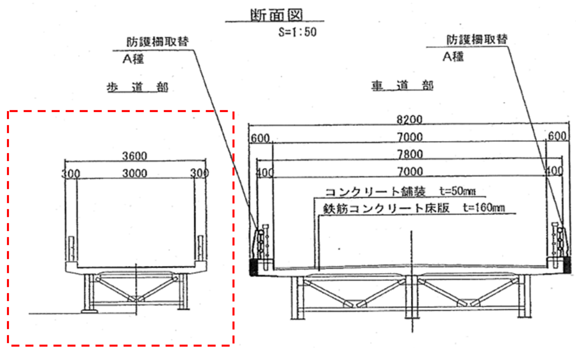


図- 1.5.10 丸駒橋側道橋 断面図（赤線内）

表- 1.5.4　丸駒橋側道橋　諸元表

上部構造形式	単純鋼床版鈑桁橋
下部構造形式	逆Ｔ式橋台(A1)　　控え壁式橋台(A2)
基礎形式	既製鋼杭(A1)　直接基礎　(A2)
橋長	30．4m
供用開始年	1970 年
活荷重・等級	群衆荷重　・　等級無し
適用示方書	昭和 39 年　鋼道路橋設計示方書

丸駒橋側道橋は，今回の災害で上部構造が流失した。架橋地点から下流約 200m の位置に，部材が原型をとどめないほど変形して流れ着いていた（写真- 1.5.17，図- 1.5.12）。A2 橋台は，躯体に大きな損傷は確認されなかったが，親柱が破壊・流失し，車道橋と同様に A1 橋台側よりも越流した土石流の影響をより強く受けていることが伺えた（写真- 1.5.18）。A1 橋台は，親柱は残っていたが，躯体の損傷は，転石や土砂の堆積により詳細には確認できなかった（写真- 1.5.19）。

写真- 1.5.16 丸駒橋側道橋部 全景

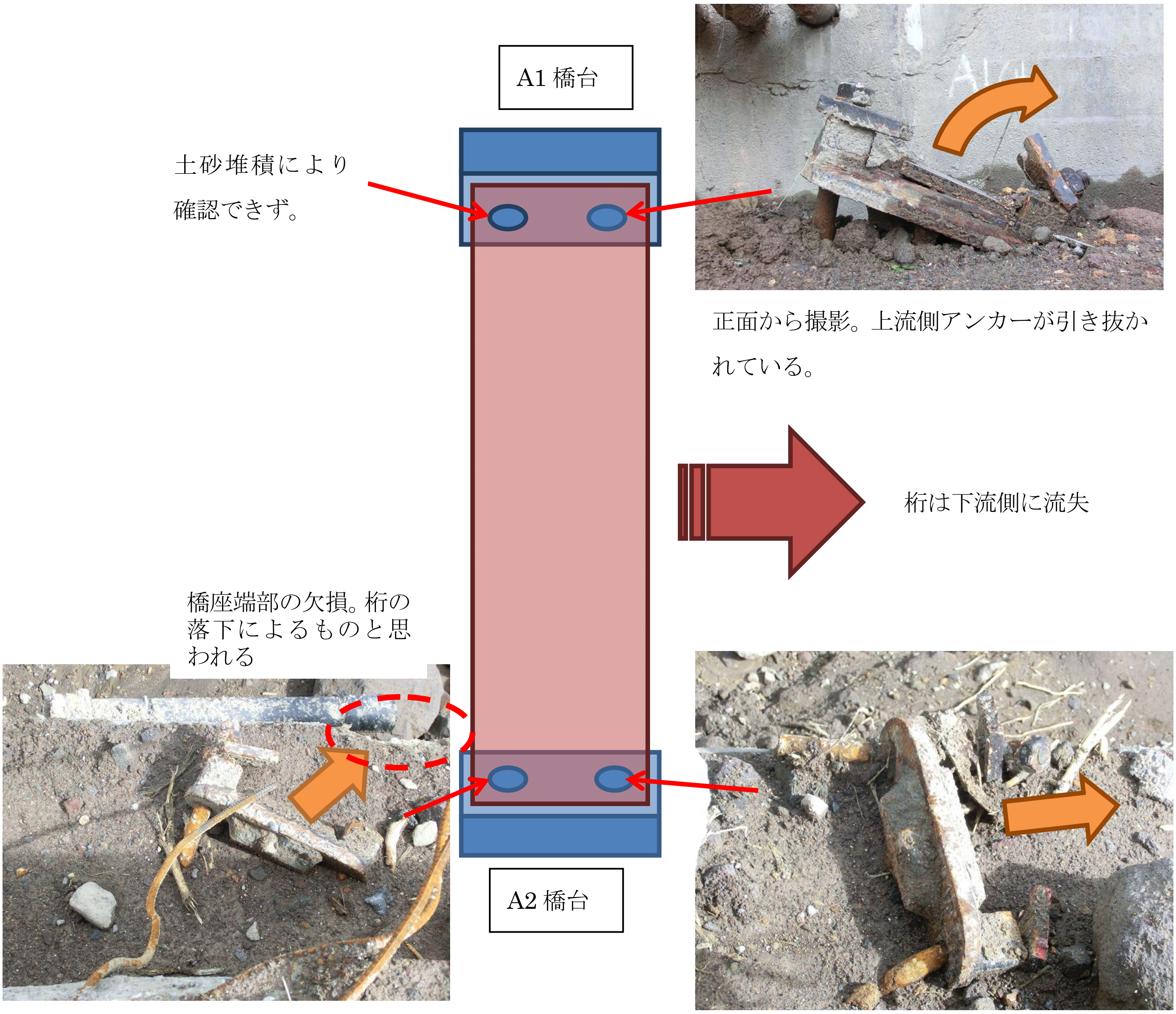
写真- 1.5.17 丸駒橋側道橋 流失した上部構造

写真- 1.5.18 丸駒橋側道橋 A2 橋台

写真- 1.5.19 丸駒橋側道橋 A1 橋台

各支承の状況を確認したところ，A2 橋台側が下流側ないし斜め前方に完全に引き抜かれ横転している一方，A1 橋台側は上方に一部引き抜かれた状態に留まっていた（図- 1.5.11）。

車道橋等の状況からも，A2 橋台側では越流した土石流の影響を A1 橋台側よりも強く受けており，側道橋上部構造についても，A2 橋台側が越流した土石流により流失した後に A1 側が上方に抜けながら落下した可能性が考えられる。



上面から撮影。斜め前方に引き抜かれ横転。
前方橋座端部に欠損あり。

上面から撮影。 下流側に引き抜かれ横転。

図- 1.5.11 丸駒橋側道橋 被災状況概要図

図- 1.5.12 丸駒橋・湖水橋周辺の地形と流失した側道橋の桁の位置図

写真- 1.5.20 丸駒橋側道橋流失桁から下流

写真- 1.5.21 流失桁位置から見た上流

1.5.3　奥漁川橋（おくいざりがわばし）

奥漁川橋は，漁川を渡河する橋梁であり，上流側に車道橋，下流側に側道橋が併設されている。調査時は，復旧工事作業が行われており，A2 橋台背面に大型クレーンの設置作業が行われていた。

1.5.3.1　奥漁川橋車道橋

奥漁川橋車道橋は，橋長 34m の単純合成鈑桁橋（2 径間 3 主桁）の曲線橋で，斜角は A1 橋台が約 68°，A2 橋台が約 53°で，A2 橋台から A1 橋台側へ約 2%の下り勾配を有していた。1965 年 11 月に供用開始されている。下部構造は，A1・A2 橋台はともに逆 T 式橋台，P1 橋脚は T 型橋脚柱円柱（RC），基礎は全て直接基礎となっている。

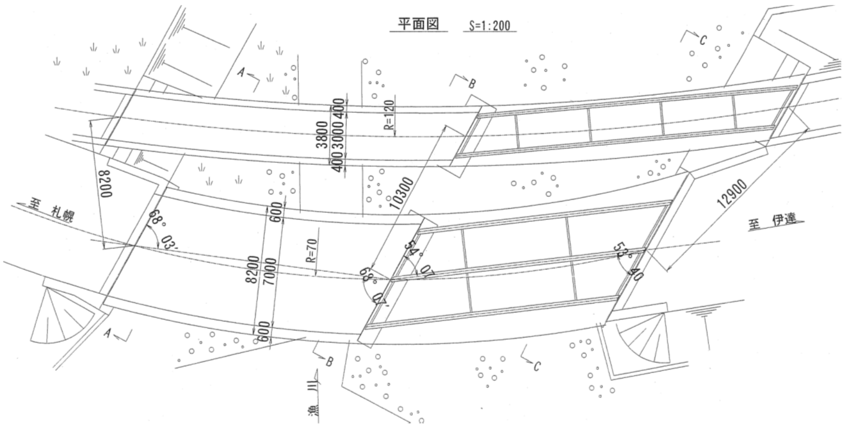


図- 1.5.13 奥漁川橋車道橋 平面図（赤線内）

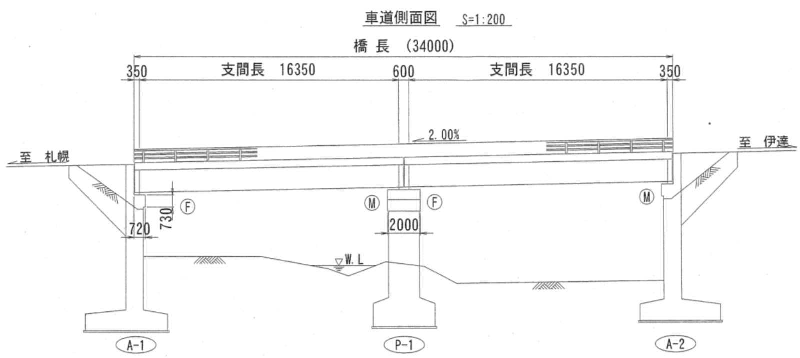


図- 1.5.14 奥漁川橋車道橋 側面図

表- 1.5.5　奥漁川橋車道橋　諸元表

上部構造形式	単純合成鈑桁
下部構造形式	逆Ｔ式橋台(A1,A2)　　Ｔ型橋脚柱円柱(P1)
基礎形式	直接基礎(A1,A2,P1)
橋長	34.0m
供用開始年	1965年
活荷重・等級	TL-20 ・ 1等橋
適用示方書	昭和39年　鋼道路橋設計示方書

奥漁川橋車道橋は，A2橋台背面盛土の流失とP1橋脚の沈下が発生しているため，車両の通行はできない状況であった。P1橋脚が洗掘により約80cm沈下したため，P1橋脚上の舗装にひび割れが発生している。また，防護柵（下流側）位置で傾斜を確認したところ，A1→P1が約3°，A2→P1が約1°の傾斜が確認された（写真-1.5.23)。橋脚柱の傾き，基礎の露出は確認されなかった（写真- 1.5.24)。橋脚に設置された検査路が脱落しているが，豪雨の際に脱落したものでは無く，今回の調査の数日前に脱落したとのことである。検査路脱落の原因は確認出来なかったが，豪雨後も桁の変状などが徐々に進行し，脱落に影響した可能性がある。P1橋脚上のA1橋台側支承部（可動）は，ストッパーが破断し支承から脱落し，ウェブが座屈していた。A2橋台側支承部（固定）は，ストッパーが破断し沓座モルタルが破壊していた。これは，P1橋脚の沈下に伴い，P1橋脚上の両桁端部コバ面がハの字に開くように変位したため，桁下側が開いて上沓の脱落等が生じたものと考えられる（写真- 1.5.25)。

A2橋台の背面は，盛土が上流側及び下流側ともに流失している。特に下流側は1車線分が流失している。ウイングのひび割れ，たて壁の水平ひび割れは，ズレ・欠け落ちが生じ著しい状態であった（写真- 1.5.26)。橋台前面はたて壁中段に水平方向のひび割れが発生し，ひび割れ幅は上流側の前面で約2cm，背面で約1cm，背面よりも前面側により開いている（写真- 1.5.27)。下流側のひび割れ幅は計測できなかったが，遠方からの目視では上流側より下流側のひび割れ幅が広いものに見えた。ひび割れの状況から，曲げ破壊が生じ，曲げに対する抵抗が喪失しているものと思われる。なお，ひび割れ幅や長さや欠落ちの程度が1週間前よりも著しいとのことであり，被災後の降雨や作業の影響等により変状が進展した可能性がある。たて壁前面の中段にあるひび割れより下は１～３°前面側に傾斜している。下流側の地際（たて壁基部）では，一部断面が欠損している（写真- 1.5.27)。コンクリートや鉄筋の破断面が新しいことから，今回の災害により流失したものと見られる。なお，たて壁背面には側道橋施工時に用いた鋼矢板が確認された。下流側のフーチングが露出している一方，上流側のフーチングは土中にあるため，橋軸直角方向にも傾斜しているように見えるが，傾斜を計測していないため明らかではない。これらの損傷や変状から，A2 橋台においても洗掘が生じて損傷に影響を与えた可能性がある。A2橋台上流側の擁壁基礎は洗掘され，破壊・沈下している（写真- 1.5.28)。A2 橋台は斜角があり，上流側が鋭角になっている。河川の水流の影響を側面から（擁壁から見ると前面から）受けた可能性がある。A2 橋台は，パラペットに著しいひび割れや欠落ちが生じ，鉄筋が露出している（写真- 1.5.29)。

A1 橋台は，落橋防止ケーブルのたるみが大きいが，たて壁には特段の損傷や変状は見られない（写真- 1.5.30）。上流側の主桁桁端部にはパラペットへの衝突痕があり，今回の水害で生じたものと考えられるが，下流側の桁端部には衝突痕は無い（写真- 1.5.31）。パラペットにはコンクリート片の欠落ちが見られる。

A1 橋台～P1 橋脚間の上流側の主桁下フランジ外側の変形が確認された（写真- 1.5.32）。局所的に著しい変形が生じているが，写真- 1.5.33 ではその周辺の広い範囲にわたってわずかに変形が生じているように見える。原因は不明だが，桁に土砂による汚れがないことから，土石流による可能性は低い（写真- 1.5.33）。

災害前の構造物の状況を確認したところ，P1 橋脚はフーチング部が露出しており，以前からある程度の洗掘が生じていたことがわかる（写真- 1.5.34）。一方，A2 橋台はフーチング部が露出して洗掘防止工が設置されており，以前から洗掘を考慮して対策が講じられていたことがわかる（写真- 1.5.35）。また，写真- 1.5.35 の右側に見られるように，A2 橋台の上流側側面が突出しており，洗掘時に影響を受けやすい状況であったことがわかる。

上空写真（2004 年撮影）からは，澪筋が主に A2 橋台～P1 橋脚に位置し，かつ橋台位置では川幅が狭まっているように見える。こうした条件により，P1 橋脚及び A2 橋台に著しい損傷・沈下等が生じたことが考えられる（写真- 1.5.36）。なお，1977 年に撮影した上空写真と比較すると，現在の澪筋とは異なることがわかる（写真- 1.5.37）。

なお，本橋の下流側に仮橋を架設し平成 26 年 10 月 9 日に供用している。

写真- 1.5.22 奥漁川橋路面状況（A2 橋台背面）

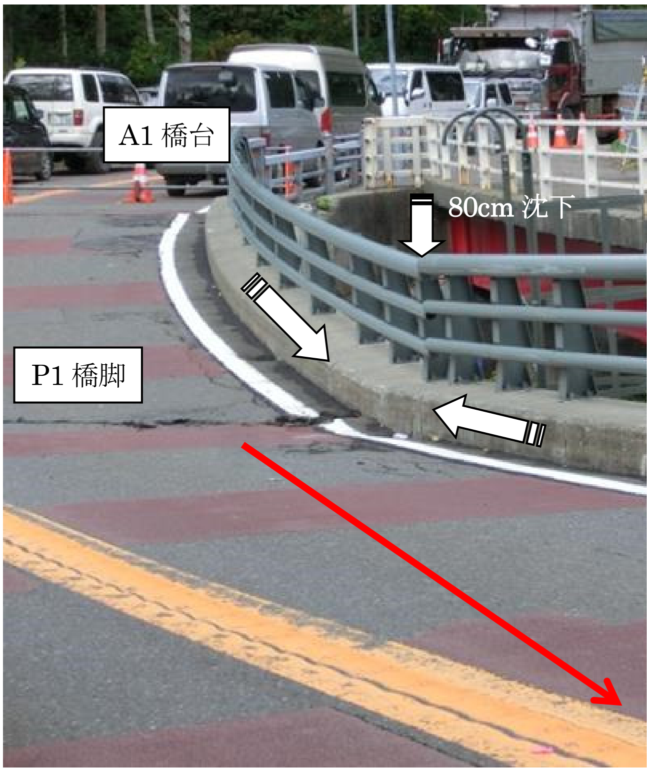


写真- 1.5.23 奥漁川橋路面状況(P1 橋脚部付近)

写真- 1.5.24 P1 橋脚の状況（A1 橋台側から撮影）

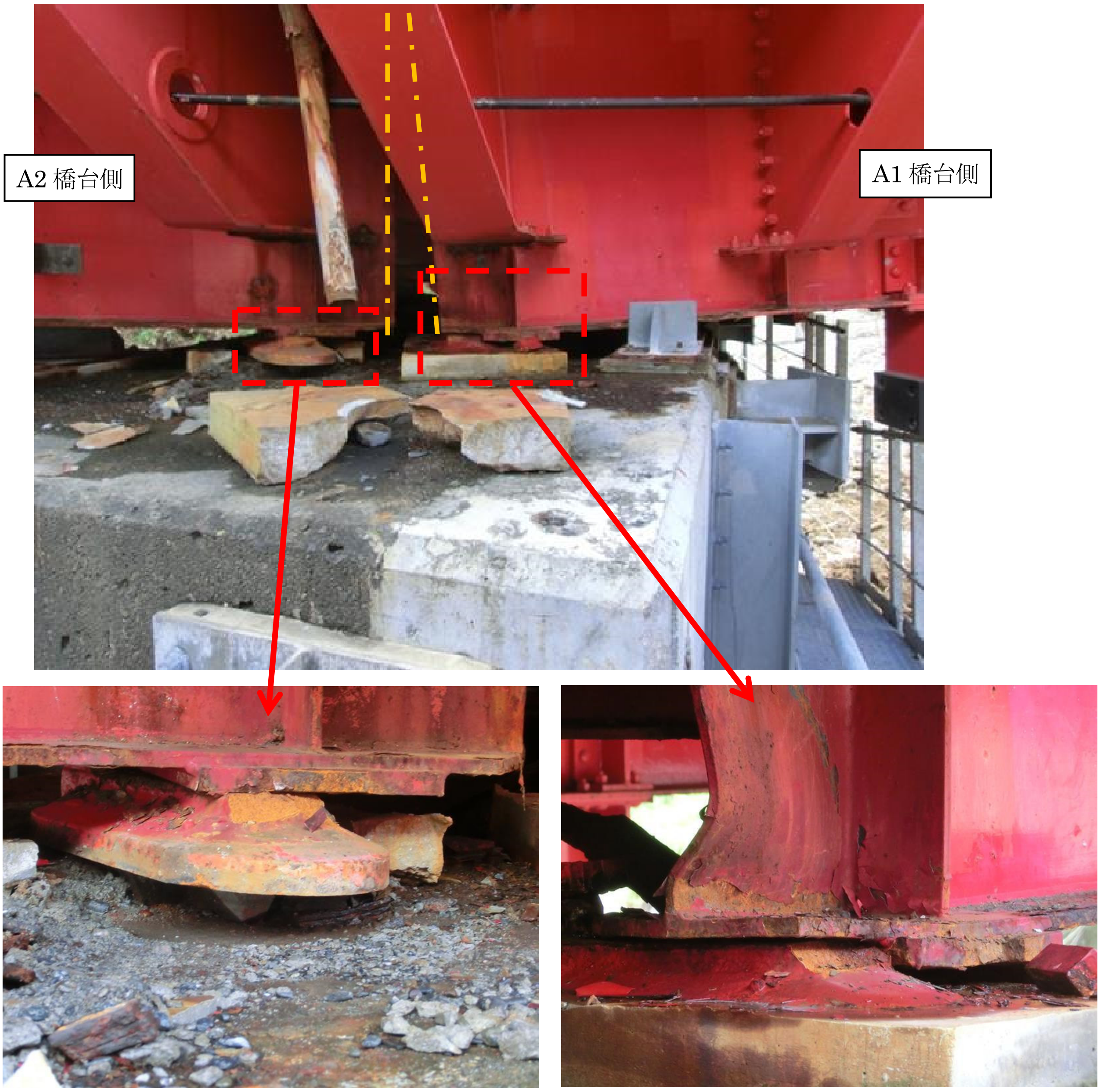


写真- 1.5.25 P1 橋脚上の状況

写真- 1.5.26 A2 橋台背面の状況

写真- 1.5.27 A2 橋台前面の状況

(左の写真の直上流の状況。河岸侵食している)

写真- 1.5.28 A2 橋台上流側側面の状況

写真- 1.5.29 A2 橋台下流側支承部の状況

写真- 1.5.30 A1 橋台の状況

写真- 1.5.31 A1 橋台上流側桁端部の状況

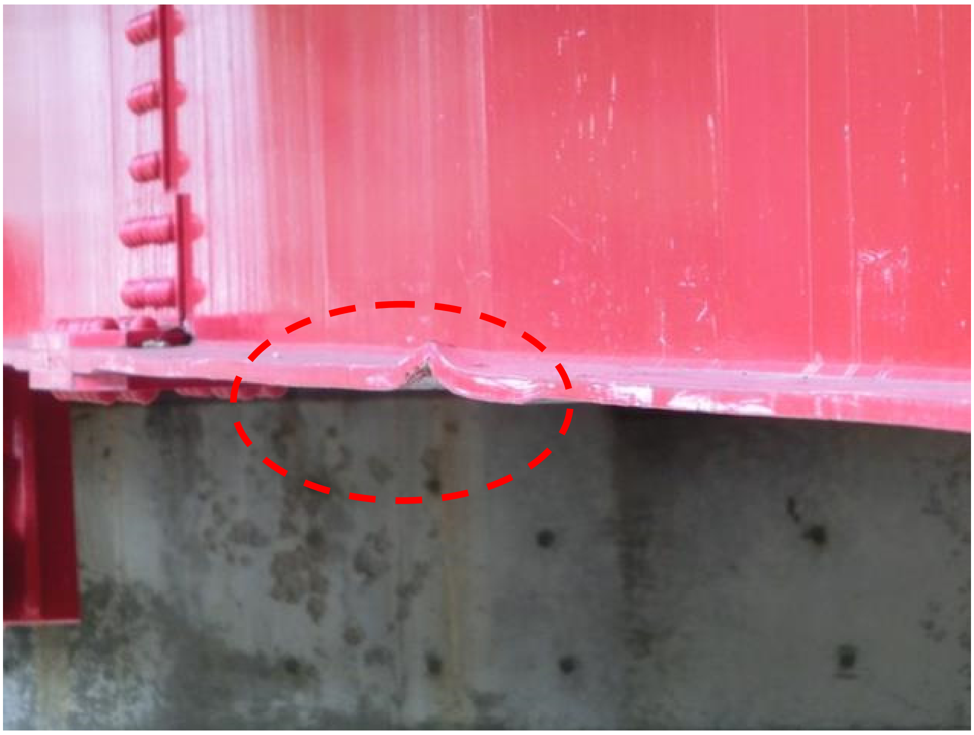


写真- 1.5.32 A1 橋台～P1 橋脚間の上流側桁下フランジ外側の変形状況（その１）

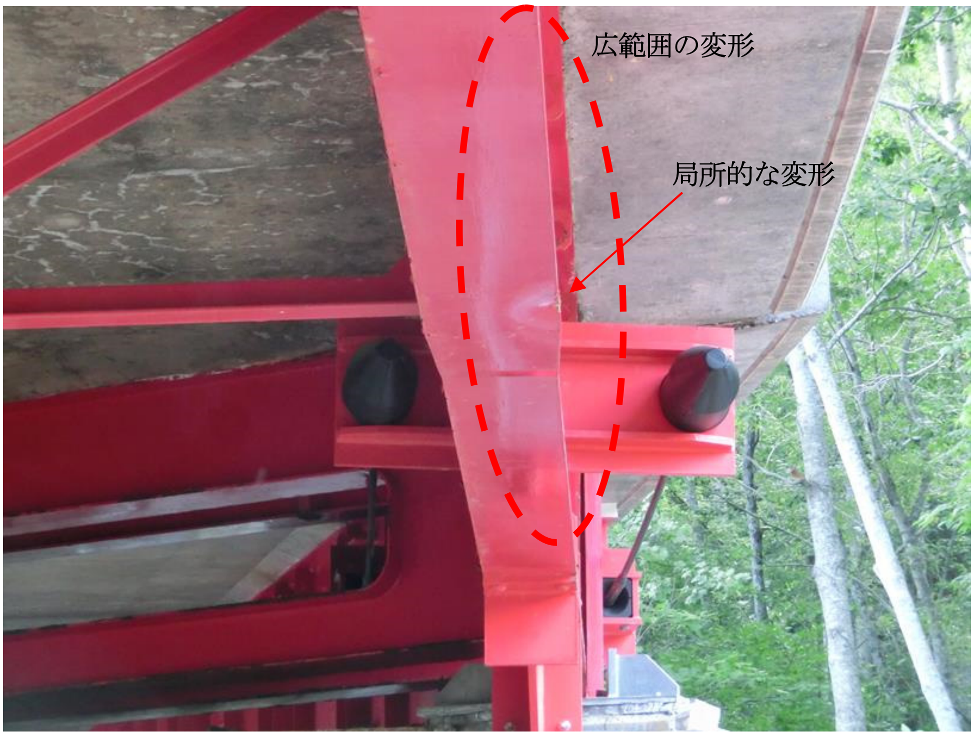


写真- 1.5.33 A1 橋台～P1 橋脚間の上流側桁下フランジ外側の変形状況（その２）

写真- 1.5.34 被災前の P1 橋脚の状況（A2 橋台側から撮影）

写真- 1.5.35 被災前の A2 橋台の状況

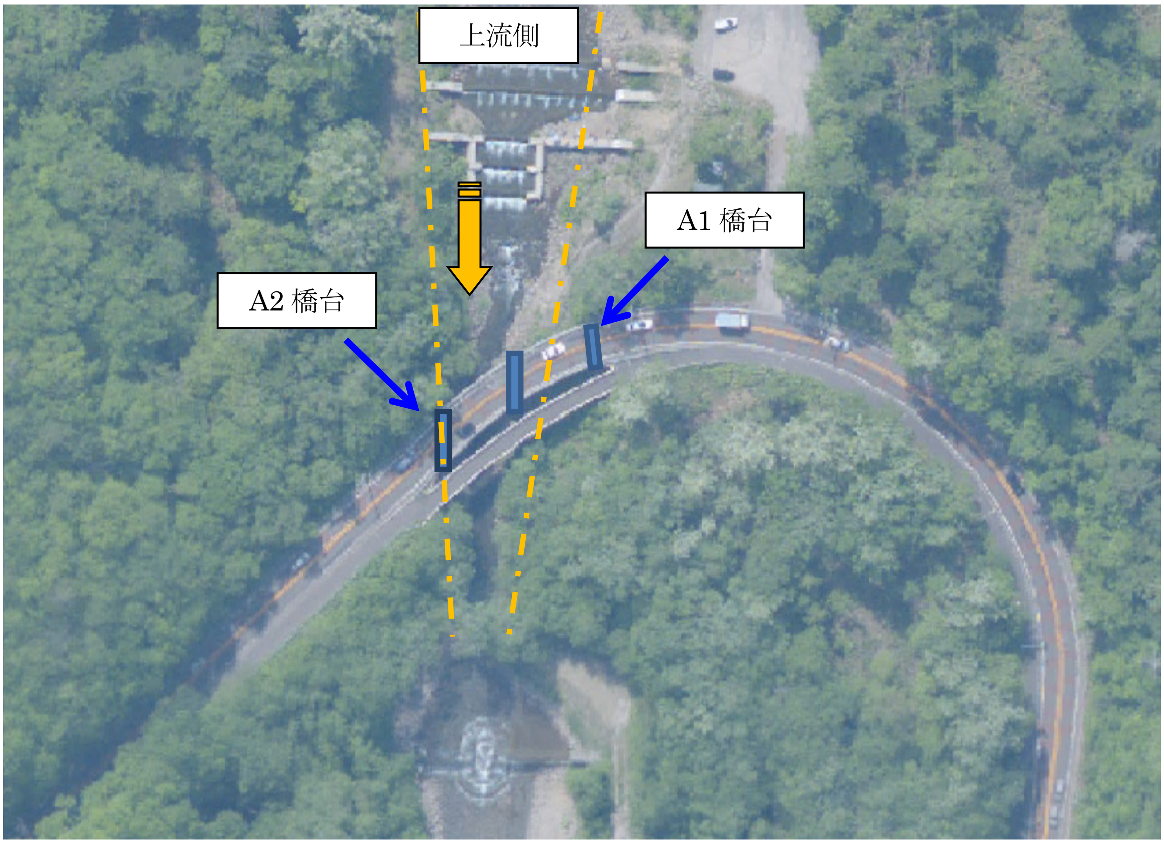


写真- 1.5.36 上空写真（2004 年撮影，国土地理院 GSI Maps より）を加工

写真- 1.5.37 上空写真（1977 年撮影，国土地理院 GSI Maps より）を加工

1.5.3.2　奥漁川橋側道橋

奥漁川橋側道橋は，橋長 45m の単純合成鈑桁橋（2 径間 2 主桁）の曲線橋で，1971 年 11 月に供用開始されている。下部構造は，A1・A2 橋台は重力式橋台，P1 橋脚は T 型橋脚（RC）である。

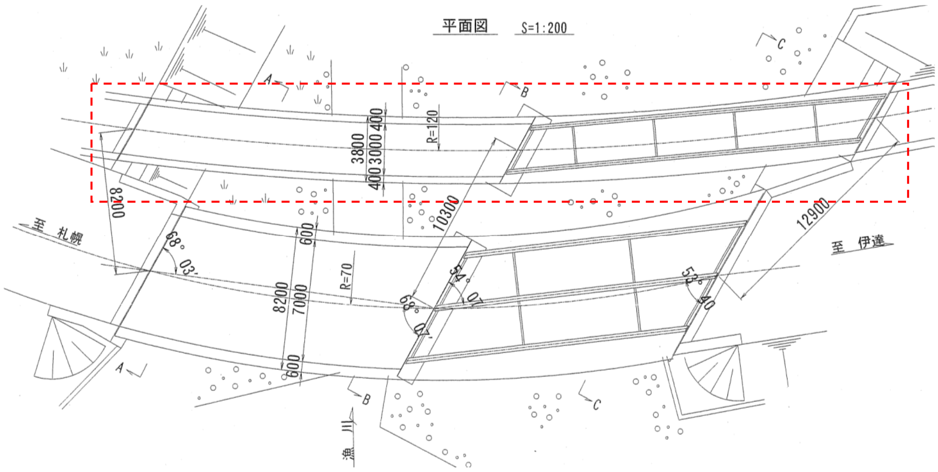


図- 1.5.15 奥漁川橋側道橋 平面図（赤線内）

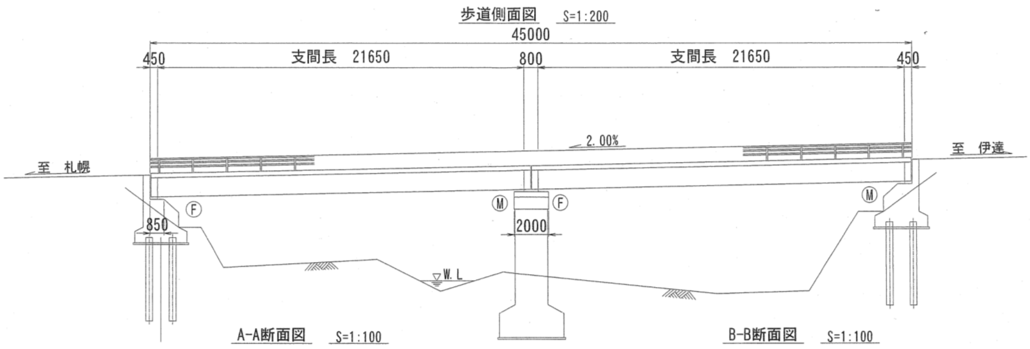


図- 1.5.16 奥漁川橋側道橋 側面図

表- 1.5.6　奥漁川橋側道橋　諸元表

上部構造形式	単純合成鈑桁
下部構造形式	重力式橋台(A1,A2)　T 型橋脚(P1)
基礎形式	不明
橋長	45.0m
供用開始年	1971 年
活荷重・等級	群衆荷重　・　等級無し
適用示方書	昭和 39 年　鋼道路橋設計示方書

A2 橋台は，基礎周辺の土砂が洗掘され基礎（H 鋼杭）が露出しているが，路面に特段の変状が見られないため，洗掘による沈下・傾斜等は生じていないものとみられる（写真- 1.5.39，写真- 1.5.40）。

P1 橋脚基部は，一般図によると車道橋基礎と同程度の根入れであり，フーチングは洗掘により露出しているが，路面等に特段の変状が見られないため，沈下・傾斜等は生じていないものとみられる（写真- 1.5.41）。

A1 橋台には，特段の変状は確認されなかった（写真- 1.5.42）。

写真- 1.5.38 奥漁川橋側道橋全景

写真- 1.5.39 A2 橋台の状況（遠景）

写真- 1.5.40 A2 橋台の状況（近景）

写真- 1.5.41 P1 橋脚基部の状況

写真- 1.5.42 A1 橋台の状況

1.5.4　山水橋

山水橋車道橋は，ラルマナイ沢を渡河する橋長48.00mの単純合成鈑桁橋（2径間3主桁）であり，1966年11月に供用開始している。下部構造は，重力式橋台及びT型橋脚で柱は円形断面を有しており，基礎はいずれも直接基礎である。

また，このすぐ下流側に，橋長は56.00mの2径間連続鋼床版鈑桁橋（2主桁）の側道橋が併設されており，1971年11月に供用開始している。下部構造は，車道橋と同じく，重力式橋台及びT型橋脚で柱は円形断面を有しており，基礎はいずれも直接基礎であるが，本線橋とは独立して設置されている。

なお，路面上からのみの調査であり，下部構造や支承部などの状態は確認していない。

表- 1.5.7　山水橋車道橋　諸元表

橋長	48.00m
上部構造	単純合成鋼鈑桁橋
下部構造	重力式橋台，T型橋脚柱円柱（RC）
基礎形式	直接基礎
供用開始年	1966年
活荷重・等級	TL-20　1等橋
適用示方書	昭和39年鋼道路橋設計示方書

表- 1.5.8　山水橋側道橋　諸元表

橋長	56 .00m
上部構造	2径間連続鋼床版鈑桁橋
下部構造	重力式橋台，T型橋脚柱円柱（RC）
基礎形式	直接基礎（橋台は杭基礎（詳細不明））
供用開始年	1971年
活荷重・等級	群衆荷重・なし
適用示方書	昭和39年鋼道路橋設計示方書

側道橋

写真- 1.5.43　山水橋　（起点（A1）側よりの橋面状況）

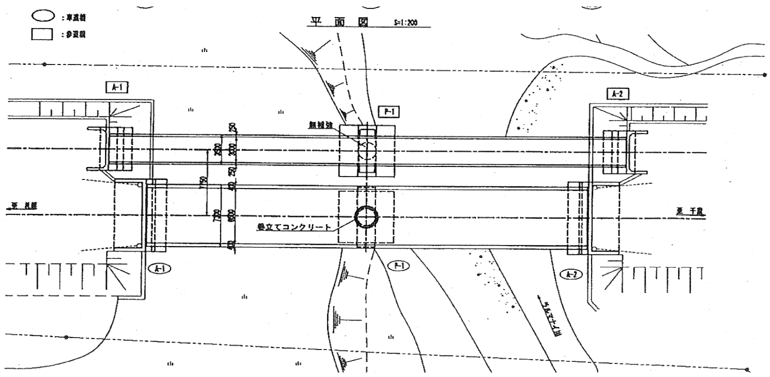


図- 1.5.17 山水橋車道橋及び側道橋 平面図

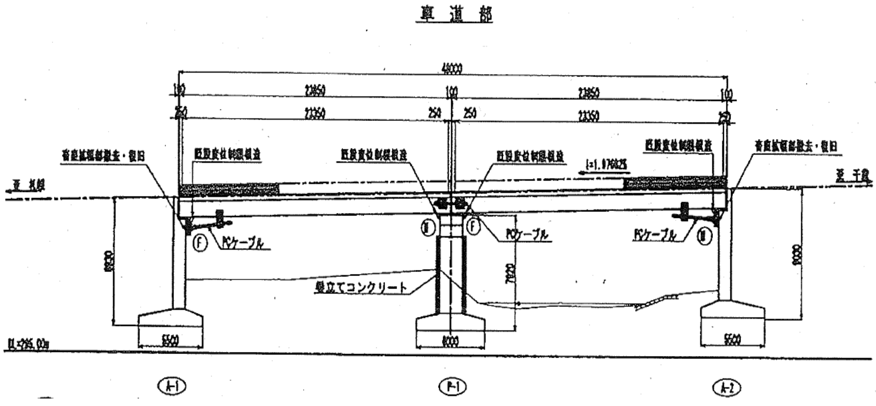


図- 1.5.18 山水橋車道橋 側面図

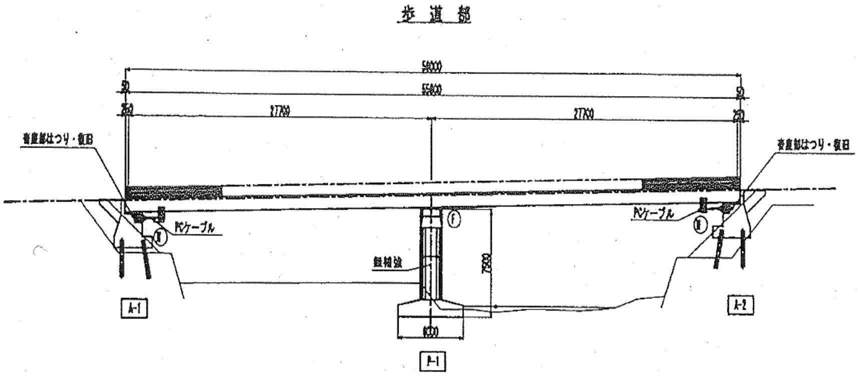


図- 1.5.19 山水橋側道橋　側面図

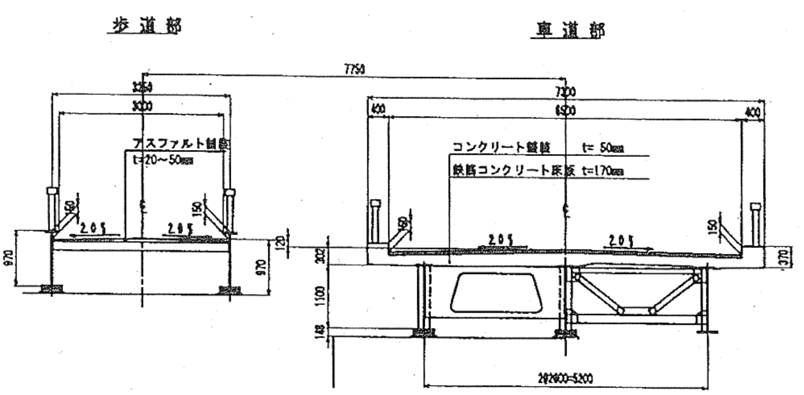


図- 1.5.20 山水橋 断面図

本橋では，豪雨による河岸侵食に伴いA2 橋台の背面の盛土部の上流側が 1 車線分程度の幅の範囲で流失する被害が生じたが(写真- 1.5.44)，調査時点では盛土部については復旧が既になされていた(写真- 1.5.45)。

A2 橋台の上流側の状況を写真- 1.5.46 に示す。A2 橋台のすぐ上流側にあるコンクリート製の護岸の位置が豪雨前の河岸であると推測されるが，これから判断すると上流側の相当の範囲にわたって河岸が侵食されたことがわかる。また，さらに上流側全体の状況を見ると対岸にも河岸が侵食した痕跡が確認できる（写真- 1.5.47)。これらのことから，平常時の澪筋は調査時のように橋の中央部にあるが，洪水時には写真- 1.5.47 中の矢印で示すように A2 橋台上流側に水流が強くあたる流れになったと推測され，この結果として A2 橋台上流側の自然斜面が崩壊し，A2 橋台背面盛土の流失に至ったものと考えられる。

また，下流側に併設する側道橋では，A2 橋台の前面とその下流側側面の土砂が流失し，橋台基礎の H 形鋼が一部露出した状態になっていた(写真- 1.5.48，49)。車道橋と側道橋の間では，護岸位置まで背面土が存在していることから(写真- 1.5.48)，上流側からではなく，下流側から土砂流失が生じたものと推測される。なお，側道橋は，橋台基礎の頭部は露出していたものの，明確にわかるような橋台や桁の変状などは確認できなかった。

山水橋の支承部（BP 支承）の状態を，写真- 1.5.50～52 に示す。A1 橋台上の支承では沓座モルタルの損傷が確認されるものの，他の橋脚，橋台部では支承及び沓座の損傷は見られなかった。なお，いずれの支承部でも取付ボルトなどの腐食が見られる。

写真- 1.5.44 災害直後の A2 橋台背面部の状況
（北海道開発局　記者発表資料より）

写真- 1.5.45 A2 橋台背面盛土の復旧状況

写真- 1.5.46　A2 橋台背面上流側の状況

写真- 1.5.47　上流側の状況（A2 橋台側から撮影）

写真- 1.5.48　側道橋 A2 橋台前面の状況

写真- 1.5.49 側道橋 A2 橋台下流側の状況

写真- 1.5.50　A1 橋台上支承部の状況

写真- 1.5.51 P1 橋台上支承部の状況

写真- 1.5.52　A2 橋台上支承部の状況

2.　北海道洞爺湖町における橋梁被災調査

2.1　調査概要

平成26年11月7日，北海道虻田郡洞爺湖町 町道成香15号線に架橋される伏見橋の崩落が発生した。平成26年11月7日午前8時30分頃に，地域住民からの通報で橋台1基が崩落していることが判明した。人や車両の転落等の被害は無かった[7]。

橋梁の被害状況や周辺の地形・地質状況等を調査するため，平成26年11月7日と12日に国土技術政策総合研究所及び土木研究所による現地調査を行った。現地調査の体制を以下に示す。

平成26年11月7日　調査メンバー

独立行政法人　土木研究所

寒地土木研究所　寒地基礎技術研究グループ　寒地構造チーム	上席研究員	西　弘明

平成26年11月12日　調査メンバー

国土交通省　国土技術政策総合研究所

道路構造物研究部　構造・基礎研究室	室　　長	間渕利明

独立行政法人　土木研究所

構造物メンテナンス研究センター　橋梁構造研究グループ	上席研究員	七澤利明
構造物メンテナンス研究センター　橋梁構造研究グループ	研　究　員	眞弓英大
構造物メンテナンス研究センター　橋梁構造研究グループ	交流研究員	石原大作
つくば中央研究所　地質・地盤研究グループ　地質チーム	総括主任研究員	浅井健一
つくば中央研究所　地質・地盤研究グループ　地質チーム	交流研究員	金井哲男
寒地土木研究所　寒地基礎技術研究グループ　防災地質チーム	上席研究員	倉橋稔幸
寒地土木研究所　寒地基礎技術研究グループ　防災地質チーム	研　究　員	宍戸政仁

※現地調査時の組織名・役職を記載

伏見橋の位置図を図- 2.1.1，橋梁一般図を図- 2.1.2～図- 2.1.4，橋梁諸元を表- 2.1.1 に示す。

○調査位置

北海道洞爺湖町管内

図- 2.1.1 伏見橋位置図（電子国土 WEB を加工して作成）

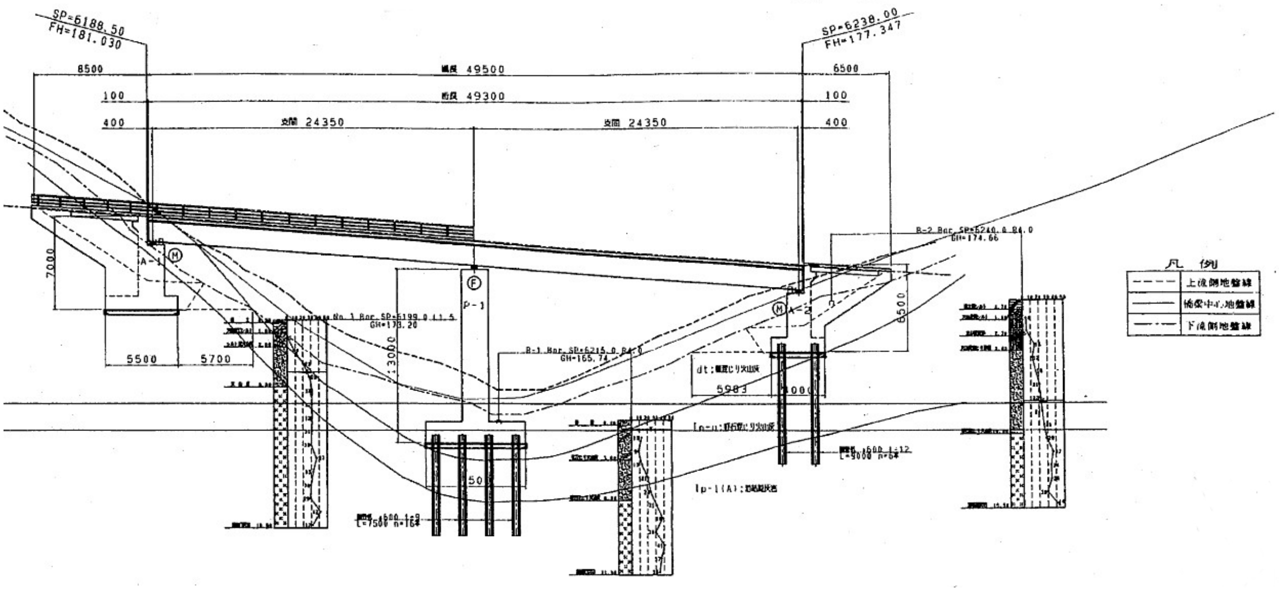
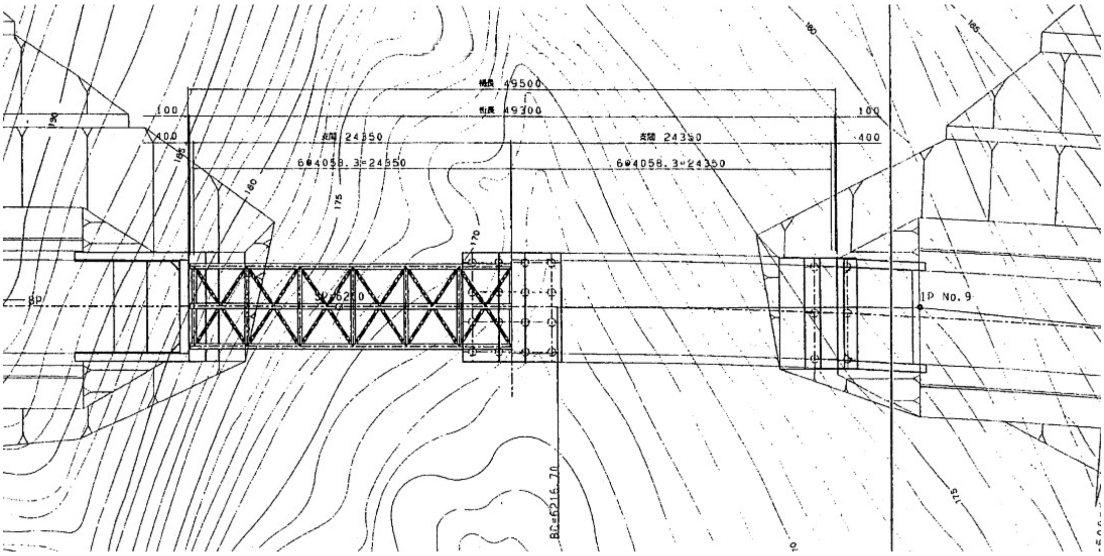
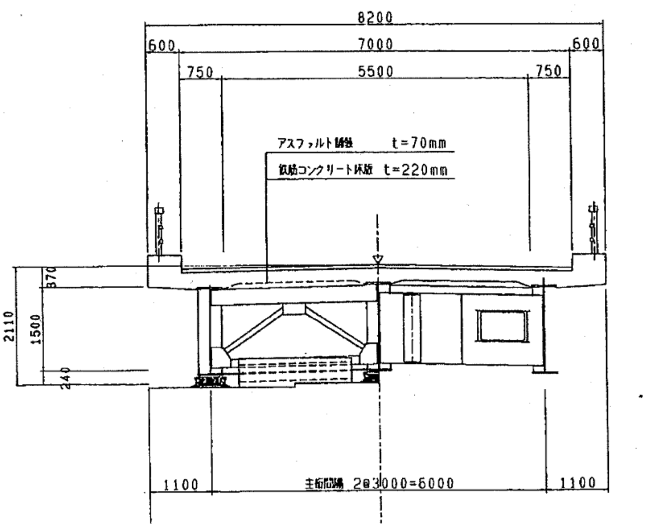


図- 2.1.2 伏見橋側面図



図‐2.1.3 伏見橋平面図



図‐2.1.4 伏見橋 断面図

表‐2.1.1 伏見橋　諸元表

上部工構造形式	2径間連続鋼非合成鈑桁橋
下部工構造形式	逆T式橋台，壁式橋脚
基礎工形式	直接基礎（A1），鋼管杭（P1,A2）
支持層	火砕流堆積物
橋長	49.50m
供用開始年	2000年
適用示方書	平成8年道路橋示方書
橋梁点検履歴	平成24年9月：橋梁点検実施
その他	平成26年10月28日：道路パトロールでは異常なし

2.2　地形・地質の状況

2.2.1　概要

伏見橋は洞爺湖西方の台地末端斜面の貫気別川支流ニフシナイ川支沢に位置する。台地は洞爺カルデラの周辺に標高 250m 前後の平らな地形を形成し，第四紀更新世後期（約 11 万年前）に噴出した洞爺浮石流堆積物から構成されている（図- 2.2.1）（太田, 1956；池田・勝井, 1986：奥村・寒川, 1984：産業技術総合研究所, 2015）[8)-11)]。ただし，太田(1956)の洞爺浮石流堆積物は，池田・勝井(1986)，奥村・寒川(1984)，産業技術総合研究所(2015)ではローム層と火砕流堆積物(Tpfl)とに区分され記載されている（図- 2.2.1）。伏見橋のボーリング調査報告書 [12)]では，両者を区分せずに記載していることから，本報告でも両者を区分せずに，太田(1956)の洞爺浮石流堆積物として記載することとする。

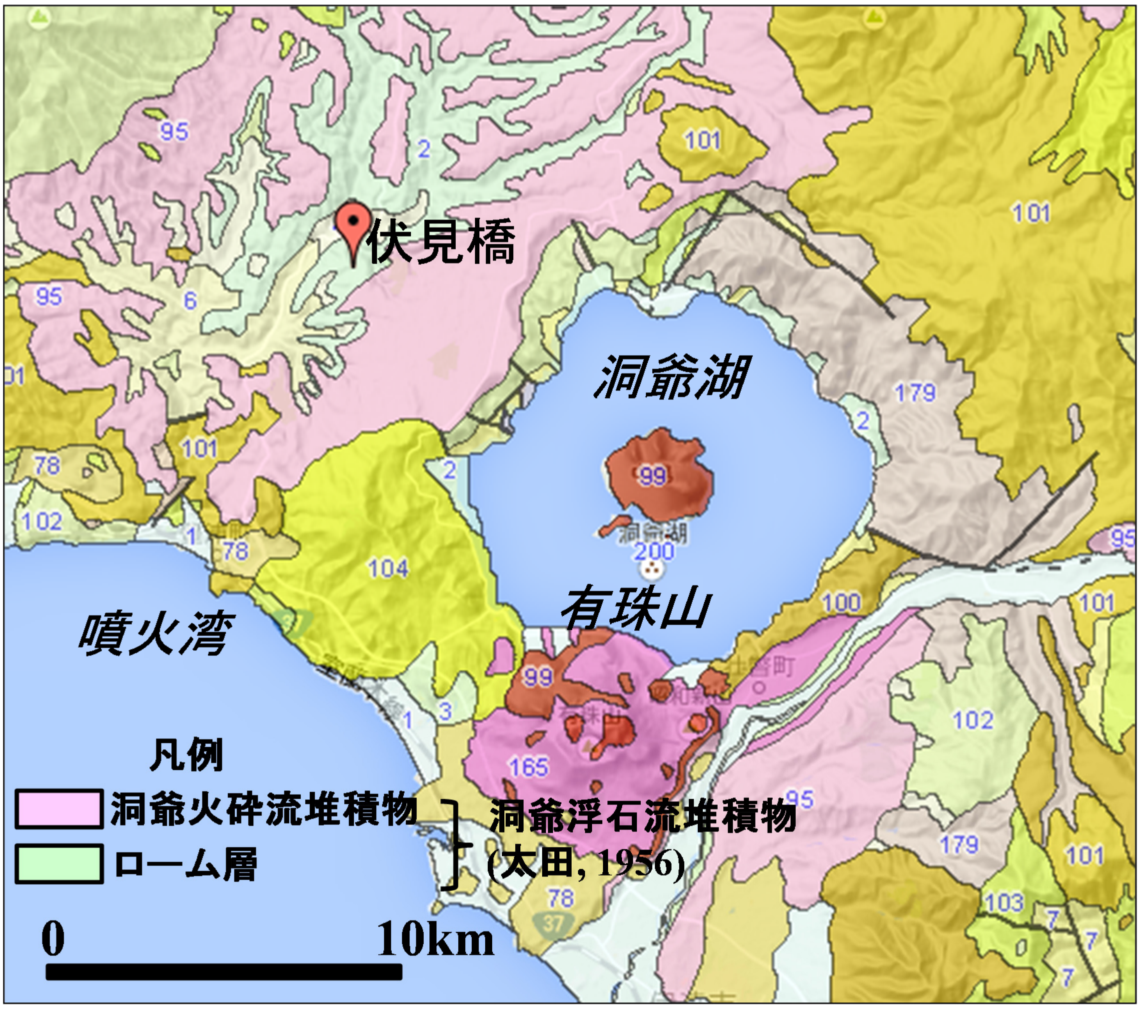


図- 2.2.1　洞爺湖周辺の地質図 [11)]

2.2.2　伏見橋周辺地盤の地質

伏見橋の位置する貫気別川支流ニフシナイ川支沢は洞爺浮石流の堆積面に下刻され，急峻な崖を形成している。地質調査のボーリング資料[12]によると，支沢の層序は表- 2.2.1 に示すように洞爺浮石流堆積物を基盤とし，その支沢に崖錘堆積物，崩積土，谷埋め盛土が重なっている（写真- 2.2.3，図- 2.2.2，図- 2.2.3）。当該地点では，ボーリング調査から堆積物は層相とN値から四層に区分されている。そのうち，当該沢沿いに主に露出し，橋梁の基礎となっているのは，Tp-l(A)層である。支沢に露出する凝灰岩層は沢沿いに比高10～15m 程度の急峻な崖を形成している（写真－2.2.1）。堆積物は全体にピンク色を帯び，小豆大の軽石および安山岩角礫を含み，淘汰が悪い。また，溶結度は低く，ハンマー先端のピックが容易に突き刺さり，削られるぐらいに軟質であった（写真- 2.2.2）。地質調査のボーリング資料[12]によると，そのN値は30～60程度とされている（図- 2.2.2，図- 2.2.3）。特に，沢の流下部に接した下部壁面が侵食されやすく，その上部が次第に剥がれ落ちる様相を呈していた（写真- 2.2.1）。

表- 2.2.1 地質層序（文献[12]を基に作成）

<table>
<tr><th colspan="2">地質時代</th><th>地層名</th><th>記号</th><th>層相</th><th>特徴</th></tr>
<tr><td rowspan="5">第四紀</td><td>完新世</td><td>崖錘堆積物
もしくは崩積土</td><td>Dt</td><td>火山灰，砂，粘土，角礫</td><td>含水比が高く，軟弱</td></tr>
<tr><td rowspan="4">更新世</td><td rowspan="4">洞爺浮石流
堆積物</td><td>Tp-s</td><td rowspan="2">軽石混じり
火山灰</td><td>強風化部　N<10</td></tr>
<tr><td>Tp-u</td><td>10≦N≦30</td></tr>
<tr><td>Tp-l(A)</td><td rowspan="2">溶結凝灰岩
（火山灰）</td><td>30≦N≦60</td></tr>
<tr><td>Tp-l(B)</td><td>コアはビスケット状または短柱状に割れる
N>60</td></tr>
</table>

写真- 2.2.1 貫気別川支流のニフシナイ川支沢沿いに露出する洞爺浮石流堆積物

写真- 2.2.2 洞爺浮石流堆積物

写真- 2.2.3 沢の谷頭部に位置する崩積土

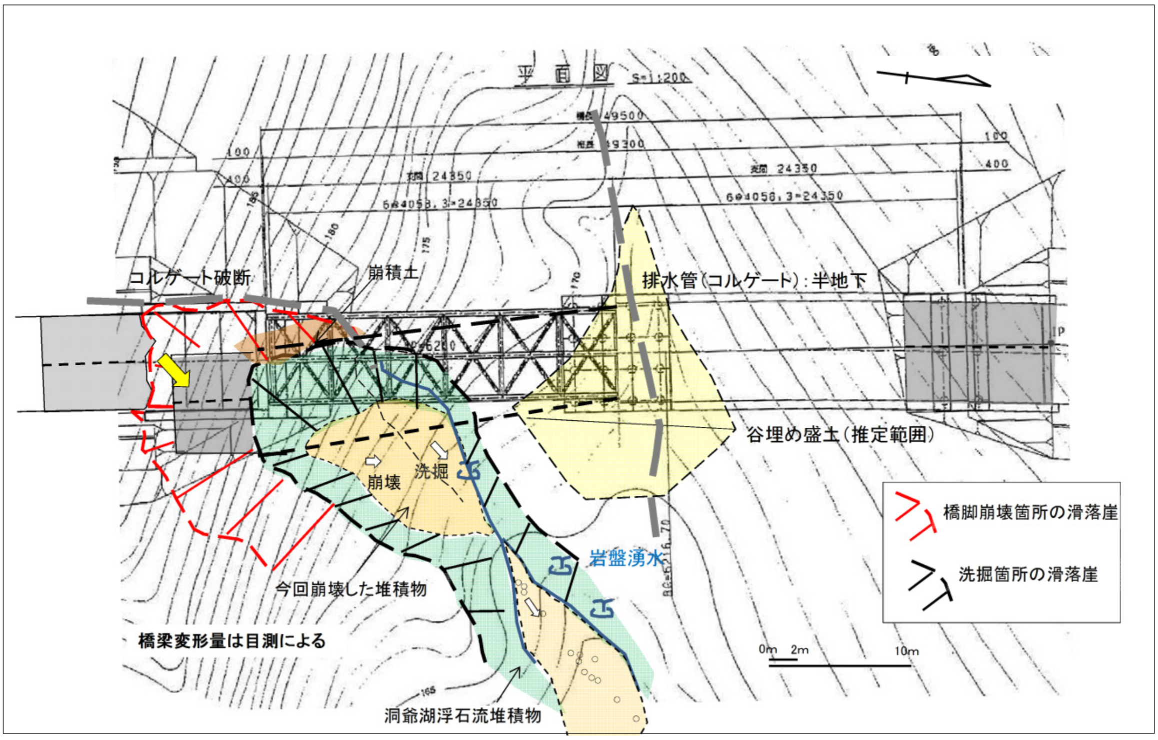


図- 2.2.2　伏見橋の地質踏査図（橋梁一般図 12) を用いて作成）

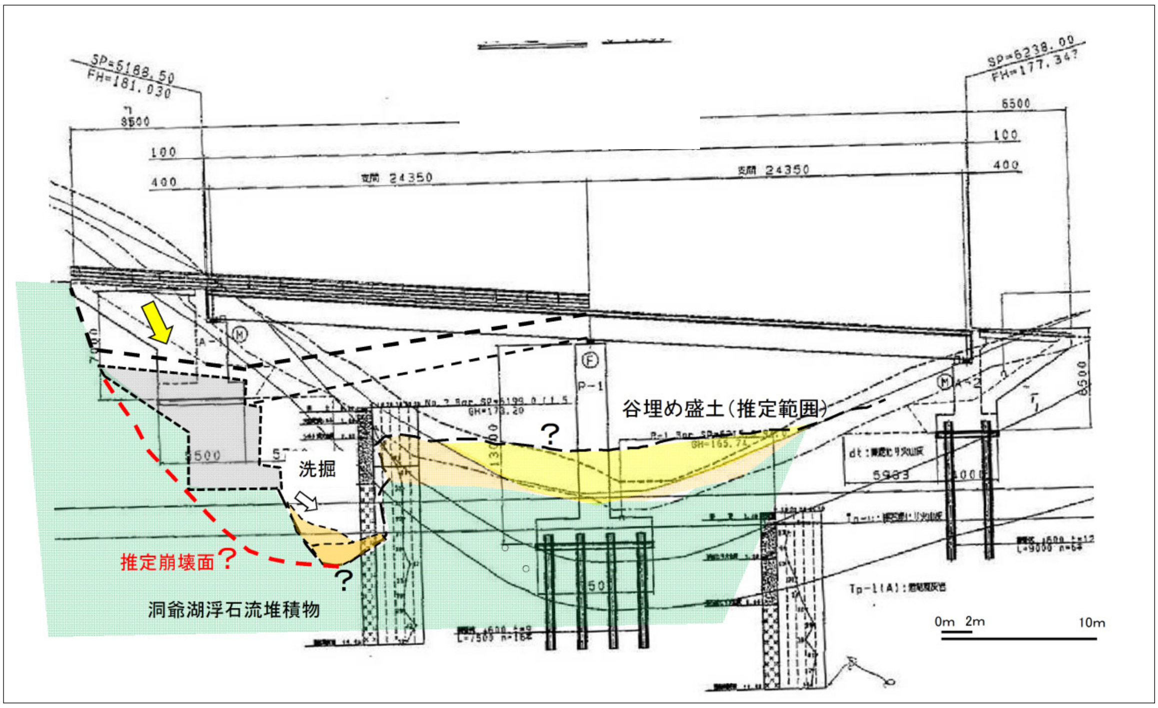


図- 2.2.3　伏見橋の概略断面図（橋梁一般図 12) を用いて作成）

2.3　橋梁の被害

本橋は，洞爺湖町 町道成香 15 号線にある，橋長 49.5m の 2 径間連続非合成鈑桁橋であり，2000 年に供用を開始している。下部構造は A1・A2 橋台ともに逆 T 式橋台，P1 橋脚は壁式橋脚となっており，基礎は，A1 橋台は直接基礎，A2 橋台と P1 橋脚は鋼管杭となっている。橋梁点検を 2012 年 9 月に実施，2014 年 10 月には路面状況の確認を行い，特に異常は発見されなかった。

写真- 2.3.1　崩落した A1 橋台から見た落橋状況

伏見橋 A1 橋台下の地形は谷地形であり，谷筋下流側に向かって傾斜していることが確認できる（写真-2.3.2)。落橋後の A1 橋台背面の状況は，橋台基礎・ウイング・踏掛版の崩落とともに土砂も崩落しているが，背面側からすべりが生じたような痕跡は見られない (写真- 2.3.3)。A1 橋台と上部構造端部の状況から，上部構造は A1 橋台の崩落に伴って沈下しているように見られる（写真- 2.3.4)。A1 橋台前面の左側側面における状況からは，フーチング上面には埋戻し土が残存しており（写真- 2.3.5 赤丸箇所①)，側面にも土砂に埋まっていた痕跡（写真- 2.3.5 赤丸箇所②）があることから，崩壊直前まで埋戻しは確保されていたと見られる。なお，平成 24 年度の橋梁点検時の写真を見る限り A1 橋台周辺に異常は見られないが，写真で確認できない箇所がどのような状況であったかは把握出来ない（写真- 2.3.6)。A1 橋台左側（谷筋下流側）における斜面の状況を写真- 2.3.7 に示す。支持層（火砕流堆積物）と同質の層が剥落しており，橋台下方の周辺支持地盤の喪失が橋台の崩落に影響したと見られる。また，斜面に一部，苔が生えている箇所（写真- 2.3.7 赤丸箇所）があり，以前より橋梁周辺での地盤の崩落は進行していたと見られる。A1 橋台下側の土砂崩落の状況を写真- 2.3.8 に示す。想定される元地形に対し，崩落している土砂の量が少なく，橋台下面にあった土砂のみが崩落・堆積しているように見える。今回の橋台崩落以前に，橋台前面及び正面左側（下流側）の地盤の侵食が進行しており，安定性に乏しい状態であった可能性がある。 A1 橋台付近の地形状況を図- 2.3.1 A1 橋台付近の地形状況に，A1 橋台下側の湧水の状況を写真- 2.3.9 に示す。 A1 橋台前面に谷筋が存在し，所々で水が湧出している。伏見橋の支持地盤は火砕流堆積物であり，水に弱い特性を有するため，湧水・降雨等が，谷筋の進展や支持地盤の侵食に影響した可能性がある。

写真- 2.3.2　対岸（A2 橋台側）から見た状況（向こう側が崩落したＡ１橋台）

写真- 2.3.3　A1 橋台背面の状況

写真- 2.3.4　A1 橋台と上部工端部の状況

写真- 2.3.5　A1 橋台前面 左側側面の状況

写真- 2.3.6　被災前（平成 24 年度橋梁点検時）の A1 橋台前面の状況

写真- 2.3.7　A1 橋台前面 左側（谷筋下流側）の斜面の状況（点線内に苔が確認できる）

写真- 2.3.8　A1 橋台下側の土砂崩落の状況

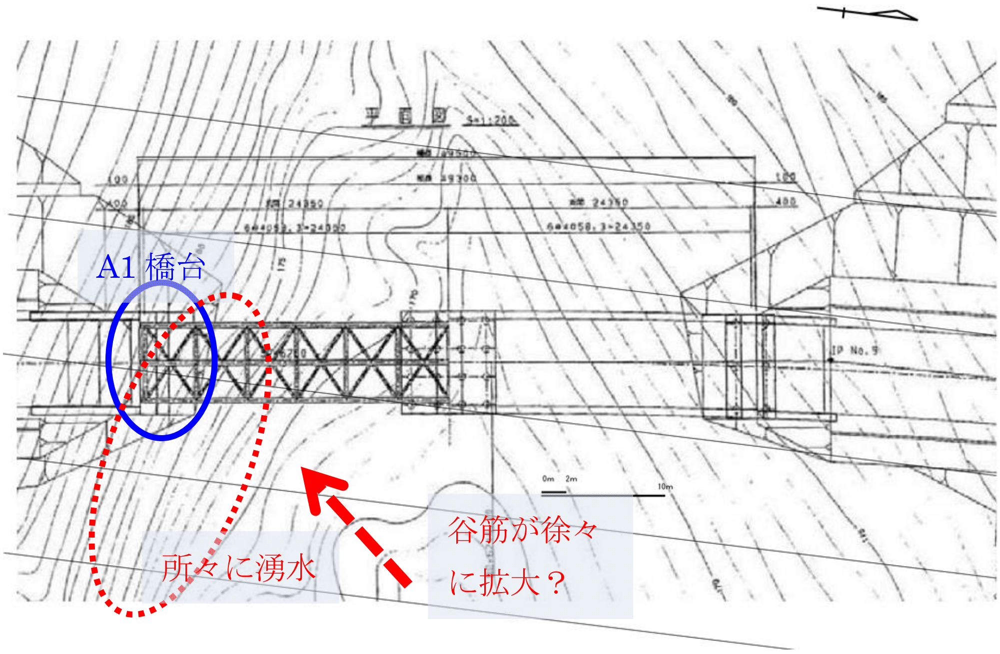


図- 2.3.1　A1 橋台付近の地形状況

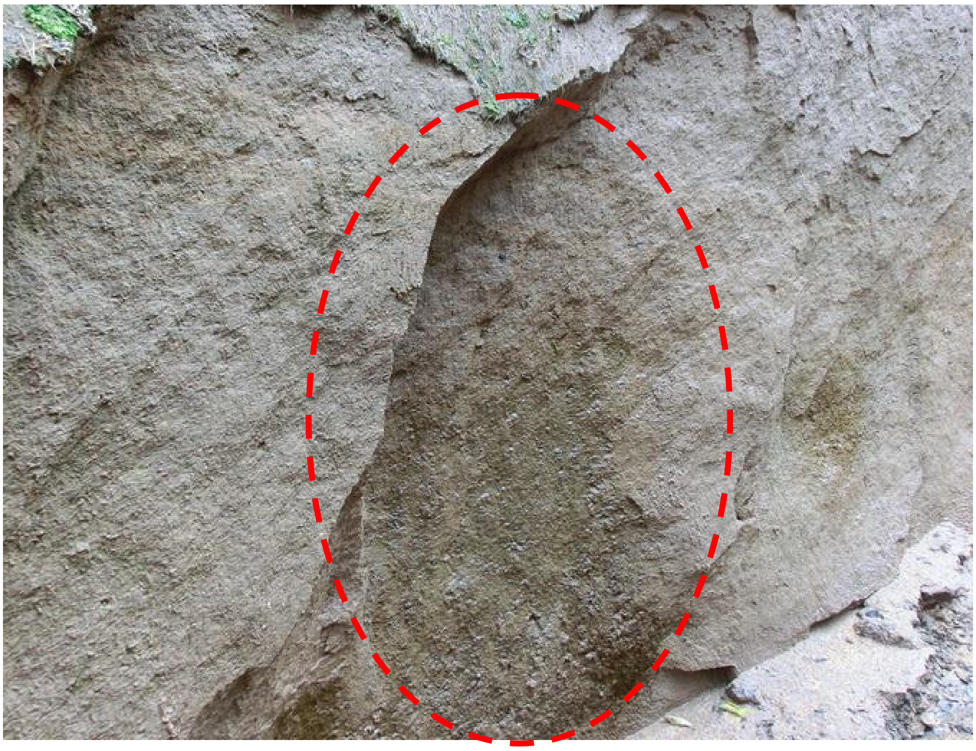


写真- 2.3.9　A1 橋台下側の湧水の状況

【参考文献】

1) 勝井義雄，岡田　弘，中川光弘：北海道の活火山，北海道新聞社，p.223, 2007.

2) 小池省二: 続北の火の山, 中西出版, p.218, 1998.

3) 「北海道土木地質データ集」編集・出版委員会：北海道地方土木地質図同解説書, 日本応用地質学会北海道支部, DVD，刊行予定.

4) 大越健司，坂憲浩，山田朋人（2015）：一般国道 453 号における管理体制の構築についてー降雨特性の分析結果に基づいてー，第 58 回（平成 26 年度）北海道開発技術研究発表会

5) 国土交通省北海道開発局札幌建設開発部：9.11 支笏豪雨災害　支笏湖周辺の国道の被災・復旧の記録, http://www.sp.hkd.mlit.go.jp/douro/shikotsusaigai.html

6) 気象庁札幌管区気象台：平成 26 年 9 月 9 日から 12 日の大雨に関する気象速報（平成 26 年 9 月 17 日発表），http://www.jma-net.go.jp/sapporo/tenki/yohou/saigai/pdf/KishoH260909-0912.pdf

7) 洞爺湖町：伏見橋崩落調査委員会報告書（概要），平成 27 年 3 月

8) 太田良平: ５万分の１地質図幅説明書「虻田」，地質調査所, 76p, 1956.

9) 池田稔彦，勝井義雄：洞爺カルデラの形成とその噴出物，火山，vol.31, p.269, 1986.

10) 奥村晃史，寒川　旭：洞爺火砕流(Tpfl)の分布と絶対年代，火山，vol.29, p.338, 1984.

11) 独立行政法人産業技術総合研究所：日本シームレス地質図, https://gbank.gsj.jp/seamless/maps.html. (参照日：2015 年 3 月 31 日)

12) 北海道土質コンサルタント: 平成８年度広域農道整備事業胆振整備地区地質調査２，北海道胆振支庁農業振興部, p.19, 1998.

【謝辞】

平成 26 年 9 月 11 日に発生した低気圧に伴う豪雨による橋梁等の被災調査にあたっては、北海道開発局建設部を始めとする関係諸機関の方には、ご多忙の中にもかかわらず、多大な御協力を頂きました。

北海道虻田郡洞爺湖町における橋梁被災調査にあたっては、北海道開発局建設部、北海道胆振総合振興局産業振興部、洞爺湖町建設課を始めとする関係諸機関の方には、ご多忙の中にもかかわらず、多大な御協力を頂きました。ここに記して、深甚なる謝意を表します。

国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of NILIM, No. 868

土 木 研 究 所 資 料

TECHNICAL NOTE of PWRI, No. 4307

October 2015

編集・発行　©国土技術政策総合研究所

©国立研究開発法人土木研究所

本資料の転載・複写の問い合わせは

国土技術政策総合研究所　企画部　研究評価・推進課

〒305-0804　茨城県つくば市旭1番地　TEL　029-864-2675

国立研究開発法人　土木研究所　企画部　業務課

〒305-8516　茨城県つくば市南原 1-6　TEL　029-879-6754