

3. 橋梁の被害

3.1 高原大橋

高原大橋は石狩川水系石狩川を渡河する橋梁であり、橋長 124.5m の 4 径間単純鋼合成 I 桁橋であり、昭和 48 年 10 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～P3 橋脚はいずれも T 型橋脚円柱型（RC）であり、基礎はいずれも直接基礎である。

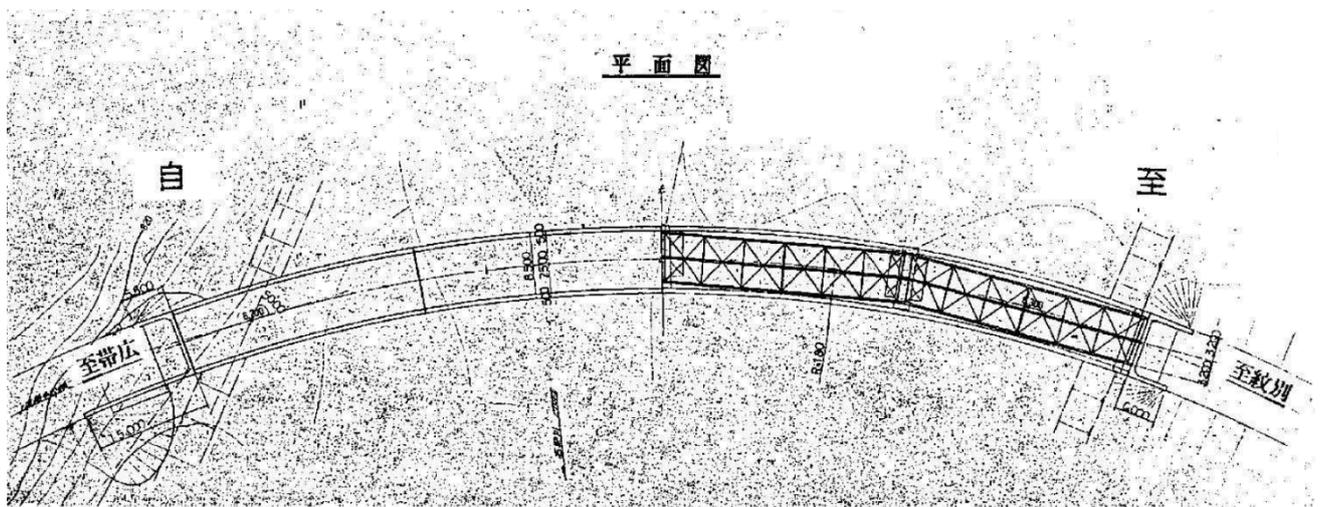


図-3.1.1 高原大橋 平面図

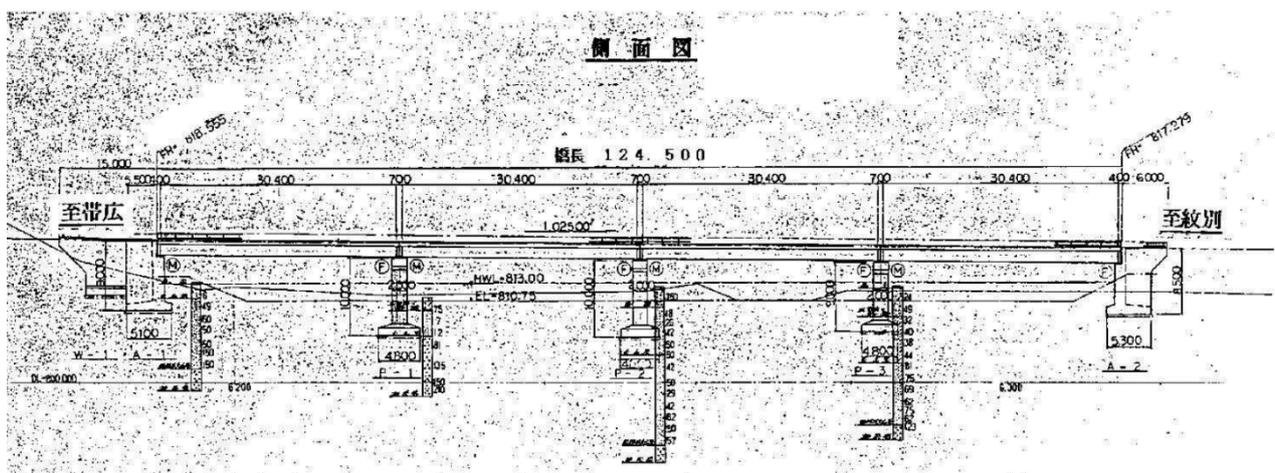


図-3.1.2 高原大橋 側面図

表-3.1.1 高原大橋 諸元表

上部構造形式	単純鋼合成 I 桁橋
下部構造形式	逆 T 式橋台 (A1、A2) T 型橋脚円柱型 (RC) (P1~P3)
基礎形式	直接基礎
橋長	124.5m (4×30.4)
供用開始年	1973 年
活荷重・等級	TL-20・1 等級
適用示方書	昭和 39 年鋼道路橋設計示方書

高原大橋の現地調査は 8 月 24 日に実施した。

現地では P2 橋脚が傾斜沈下しているほか、A2 橋台上流側で土砂が流出し、橋台背面で路肩が崩落している状況であった(写真-3.1.1~3.1.4)。P2 橋脚の沈下量は、現地調査前日に北海道開発局により行われた緊急点検の簡易計測結果によると、P2 橋脚の路面端部で 1.25m である。P3 橋脚下流側には流木が堆積していた(写真-3.1.3)。A2 橋台は上流側が橋台側面から約 1m ほど土砂が流出していた(写真-3.1.4)。A2 橋台周辺には護岸ブロック(連結タイプ)が設置されていたが上流側では護岸ブロックが流失していた(写真-3.1.5)。橋台前面の護岸は流出していないが、配置が乱れ、流木が引っかかっていた(写真-3.1.6)。橋台上流側に出水中に流されたメッシュタイプの大型土嚢が確認できた。これは、今回の洪水の応急対策として、現地調査時点までに投入されたものとのことである(写真-3.1.5 上)。橋脚基礎の洗掘状況は、増水及び土砂により確認できなかった(写真-3.1.8)。

この A2 橋台背面土の流出の原因としては、A2 橋台側で上流側が水衝部になったことから(詳細は 2) 滲筋の変遷参照)、流水により河岸が侵食されたことにより、土砂が流出したものと推測される。

なお、現地調査後の打合せ時に、P1 橋脚と P3 橋脚はわずかに上流側へ傾斜していると報告があった。

A1 橋台については、滲筋から離れており、今回の洪水の影響によらず変状はみられないが、A1 橋台前面の護岸ブロック(連結タイプ)については、一部なくなっていたり、配置が乱れているものが見られた(写真-3.1.7)。



写真-3.1.1 高原大橋路面状況（A1 橋台付近から撮影）



写真-3.1.2 P2 橋脚の状況（下流側から撮影）



写真-3.1.3 上空写真（平成 28 年 8 月 23 日撮影 北海道開発局提供）



写真-3.1.4 A2 橋台背面路肩崩落状況(左)及び A2 橋台前面上流側状況 (右)

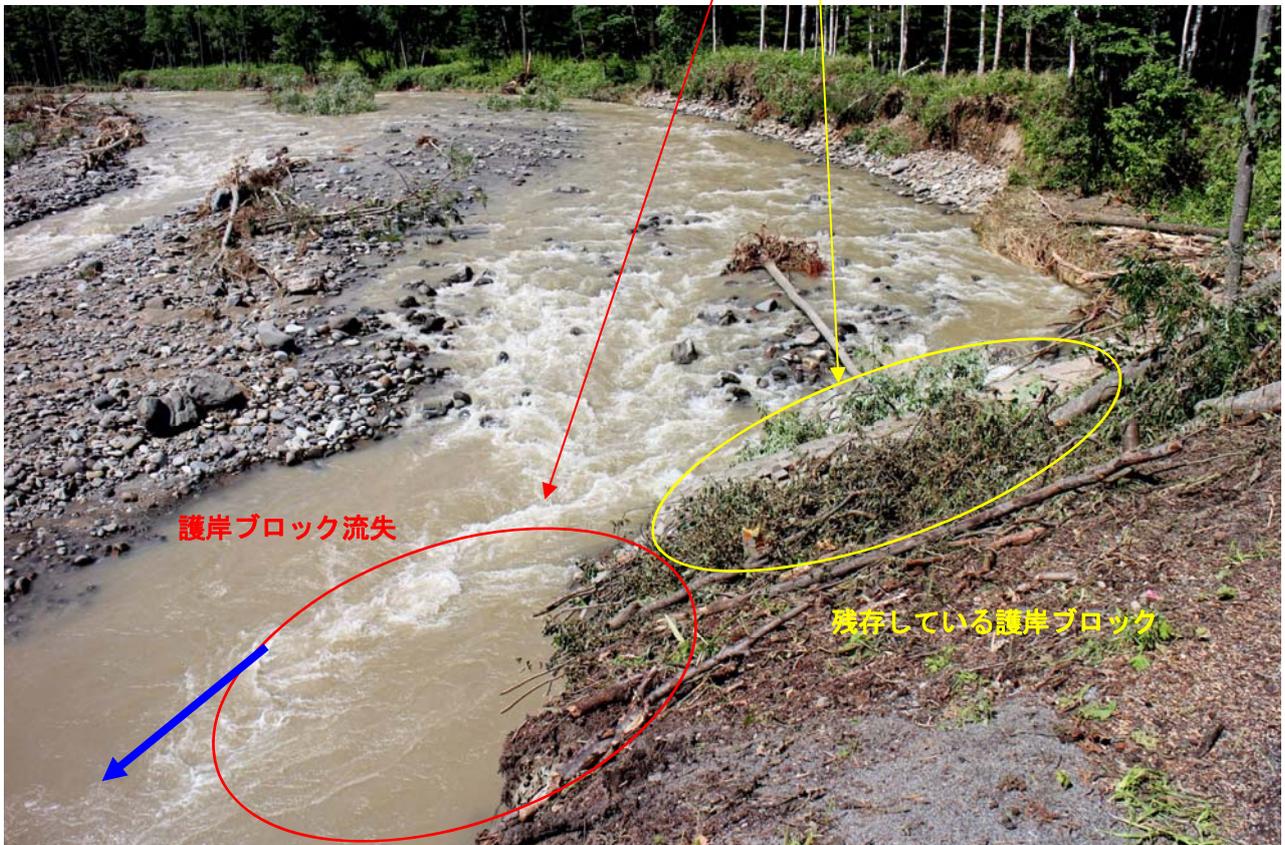


写真-3.1.5 A2 橋台背面土流出状況



写真-3.1.6 A2 橋台前面の護岸状況

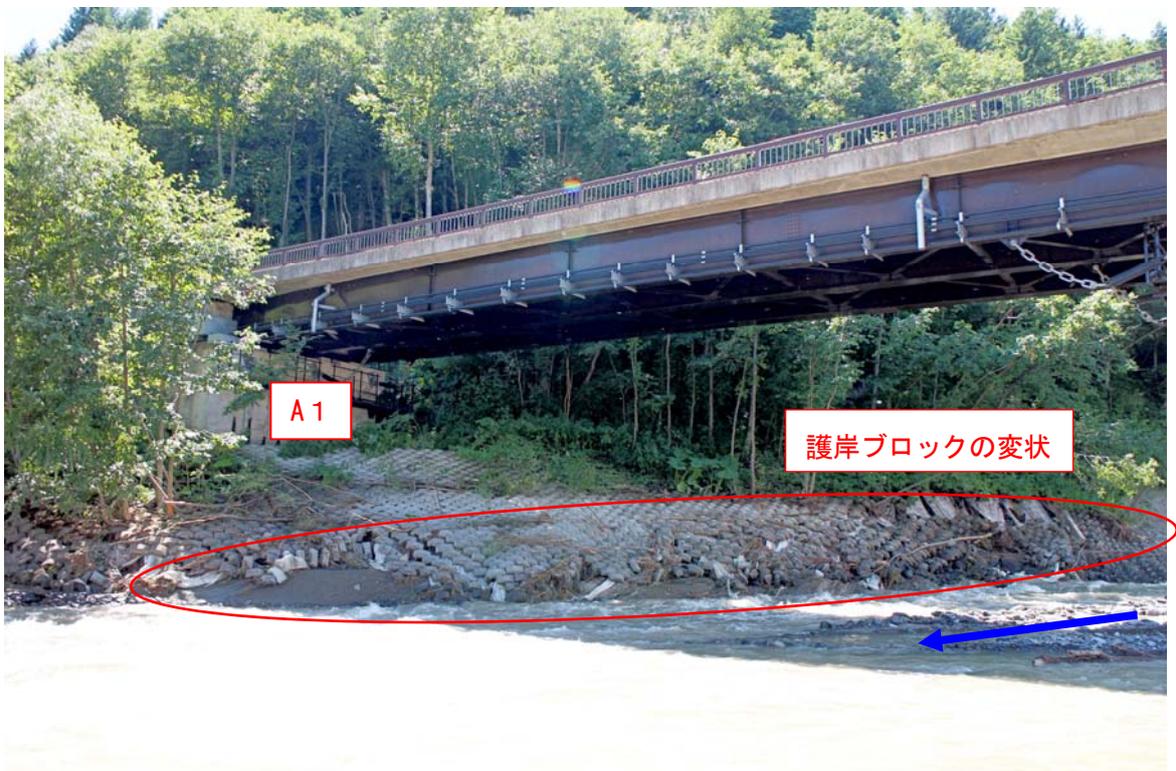


写真-3.1.7 A1 橋台前面の護岸状況



写真-3.1.8 橋脚基礎の状況

1) 伸縮装置、支承及び変位制限装置の損傷

P2 橋脚上の伸縮装置は、第3径間側の伸縮装置が第2径間側に乗り上がるとともに、設置されている鋼製高欄が伸縮装置付近で座屈していた。またP1橋脚上の伸縮装置は、上流側地覆部で9.0cm、下流側地覆部で5.5cmの開き、P3橋脚上の伸縮装置では、上流側地覆部で10.5cm、下流側地覆部で6.5cmの開きがみられた(写真-3.1.9)。主桁間の遊間については、G1桁上フランジ部で12.0cm、G1桁下フランジ部で24.0cmとなっていた。また、G2桁上フランジ部では9.0cm、G2桁下フランジ部では22.0cm、G3桁上フランジ部では6.5cm、G3桁下フランジ部では21.0cmとなっており、それぞれ上下フランジ間で差が生じていた(写真-3.1.10)。

P2橋脚の沈下に伴う上部工の傾斜により、遊間については、P2橋脚上では主桁の上フランジ側は狭まり、下フランジ側は広がるとともに、伸縮装置についてはP2の遊間が狭まり、P1、P3の遊間が広がる結果になったと考えられる。

P2橋脚上の可動支承については、G1桁、G2桁及びG3桁いずれもサイドブロックが破断し、沓座モルタルが損傷していた。G1桁、G2桁はいずれもP3側支承部で、下フランジの遊間が広がる方向へ14cm移動していた。G3支承は明らかに傾斜しており、沓座部の損傷が激しいため、G1、G2と比較して大きい力が作用したと考えられる。G3の可動支承の移動量は計測していないが、G3サイドブロックが破損していることから、少なくともG1、G2と同程度移動していると考えられる。一方、固定支承の損傷は可動支承ほどではないが、いずれの支承においても、塗膜割れ、沓座モルタル損傷がみられた(写真-3.1.10)。

これら支承部の損傷は、P2橋脚が沈下したことによる沈みこみに伴い、P2橋脚上の可動支承が限界まで移動し、沓座モルタルなどの沓座部の損傷、サイドブロックの破断が生じたと推察される。また、G3支承については、橋脚が下流側へ傾斜したことにより、損傷が他の支承と比較して大きくなっていると推察される。

P2橋脚上の変位制限装置については、第3径間側(可動側)の変位制限構造のアンカーバーは4本すべて曲がっており、変位制限構造の台座コンクリートに損傷が生じただけでなく、橋脚天端コンクリートにまで

ひび割れが発生していた。下流側では台座コンクリートの破壊によりかぶりが剥落し、内部の鉄筋が露出・破断していた。一方、第1径間側には目立った損傷は見られなかった（写真-3.1.11）。

変位制限装置の損傷についても、伸縮装置や支承部の損傷と同じように P2 橋脚の沈下したことによる沈み込みに伴い、可動支承側に変位が発生した結果、損傷が生じたものと推察される。

また、第1径間の下横構等には特に変形は見られなかったが、第2径間及び第3径間の下横構には上方に湾曲した変形が見られた（写真-3.1.12）。この変形は、P2 橋脚の沈下及び下流側への傾斜、P1、P3 橋脚の上流側へのわずかに傾斜している状況により桁にねじれが発生したことによると考えられる。第4径間については、P3 橋脚上に降りることができなかつたため、確認できていない。



写真-3.1.9 伸縮装置の状況



写真-3.1.10 P2 橋脚上の支承の状況

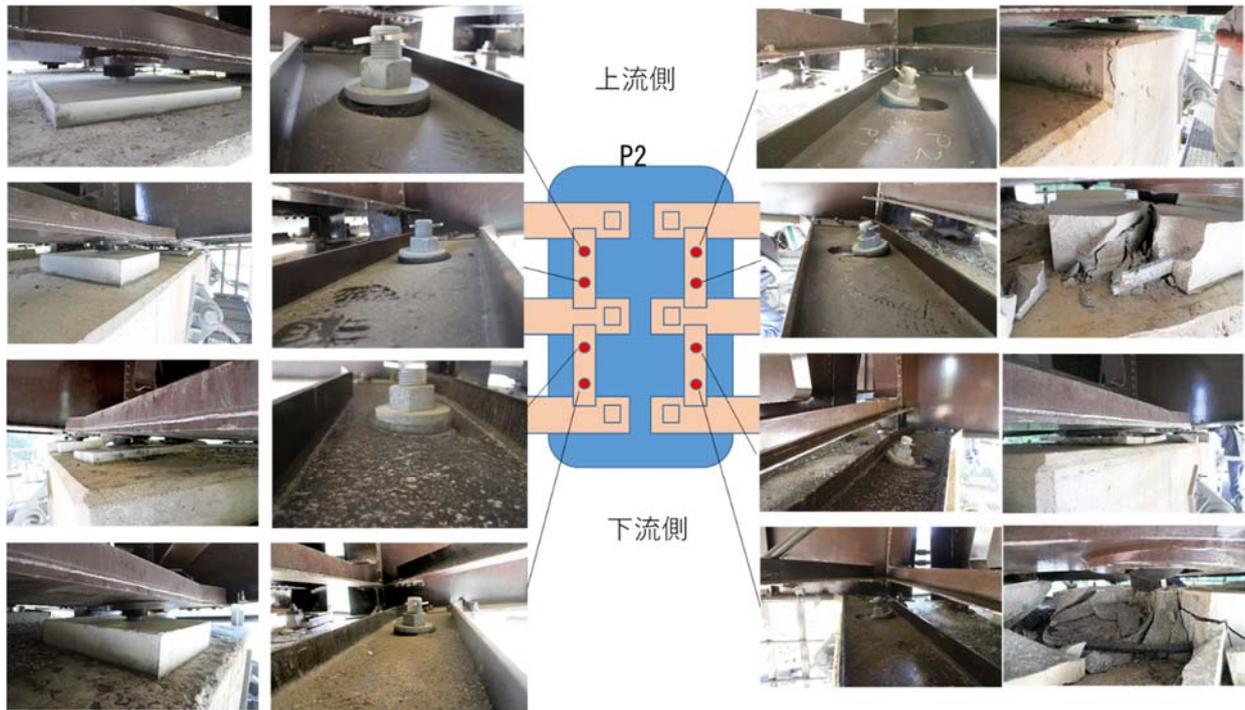


写真-3.1.11 P2 橋脚上の変位制限装置の状況



写真-3.1.12 第1径間の状況（写真左上）（P1 橋脚上より撮影）、
第2径間の状況（写真右上）（P1 橋脚上より撮影）、及び第3径間の状況（写真下）（P2 橋脚上より撮影）

2) 滞筋の変遷

過去の空中写真より、滞筋の変遷を示す(写真-3.1.14)。昭和27年時点では、橋梁は未架設であるが、架設地点では右岸側を流れている。昭和47年、昭和52年と左岸側へ滞筋が変化しているが、平成13年では右岸側に滞筋が戻っている。高原大橋の約2km上流にある石狩平水位観測所の今回の出水による水位データは既往最高水位を越える水位となっていた(図-3.1.3)。

今回の既往最高水位を超える洪水により、主流部が再度変化し、水衝部が橋梁上流部左岸側になり、A2橋台背面土が流出したと考えられる。また、橋脚沈下時の流況は不明ではあるが、高原大橋は急縮部に立地し、上流側の河道が湾曲していることが一因となり、P2橋脚の局所洗掘が発生したと考えられる(写真-3.1.13)。

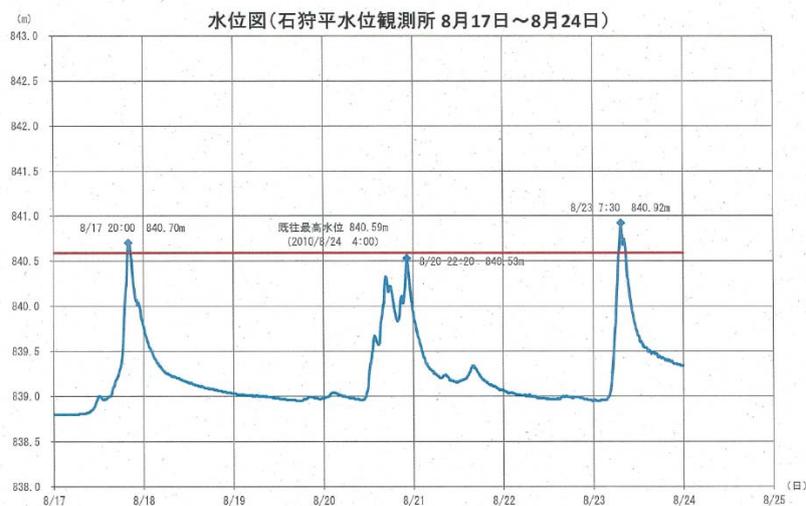


図-3.1.3 石狩平水位観測所 水位図 (北海道開発局提供)



写真-3.1.13 写真(左)(A1橋台より撮影)

上空写真(右)(平成28年8月23日撮影 北海道開発局提供)

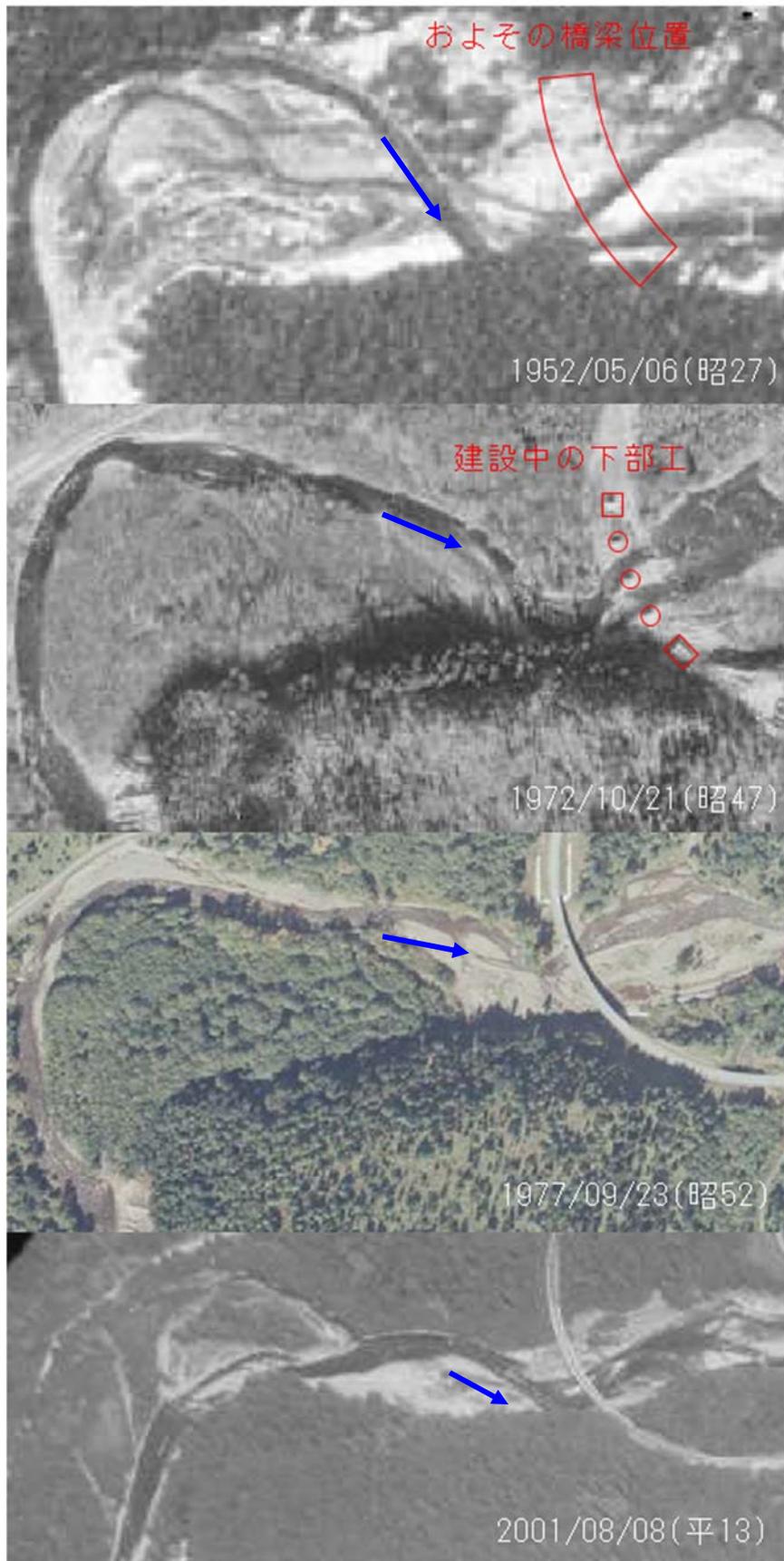


写真-3.1.14 滞筋の変遷（国土地理院 地図・空中写真閲覧サービスの空中写真を加工）

3.2 九線橋

九線橋は石狩川水系辺別川を渡河する、橋長 58.7m の 2 径間単純ポステン T 桁橋であり、昭和 57 年 11 月に供用開始されている。下部構造は A1、A2 とともに逆 T 式橋台、P1 橋脚は小判型 RC 橋脚となっており、基礎はいずれも直接基礎である。

九線橋は昭和 57 年にすぐ上流側にあった旧橋から現況位置へ架け替えが行われている。美瑛町の豪雨、暴風の記録（文献³⁾）によれば、昭和 56 年に洪水被害を受けており、その際は旧橋の A1 橋台背面土が流失している。また、当時の写真では、橋台、橋脚の沈下は発生していないようである。なお、昭和 56 年洪水被害時は、現況の橋脚工事中であり、矢板が被害を受けている。旧橋は昭和 29 年架設、昭和 57 年解体となっている（文献⁴⁾）。

また、現地調査時のヒアリングでは、平成 22 年にも洪水による洗掘被害を受けており、災害復旧として、橋脚及び上部工を再構築している。その際は旧橋位置に仮橋を架設している。九線橋の側面図（図-3.2.2）に記載されている破線は平成 22 年以前の橋脚及び河床を示している。

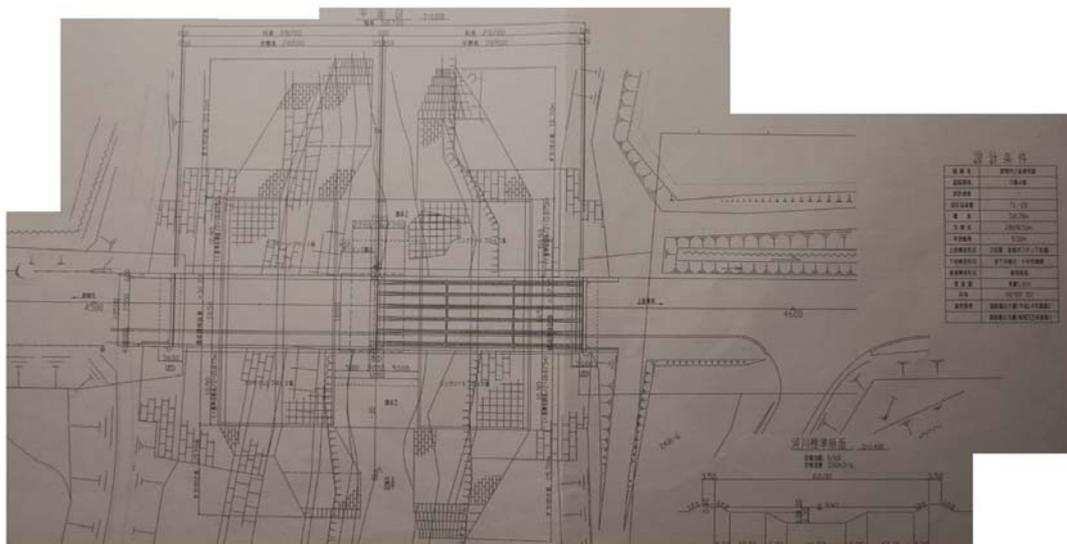


図-3.2.1 九線橋 平面図

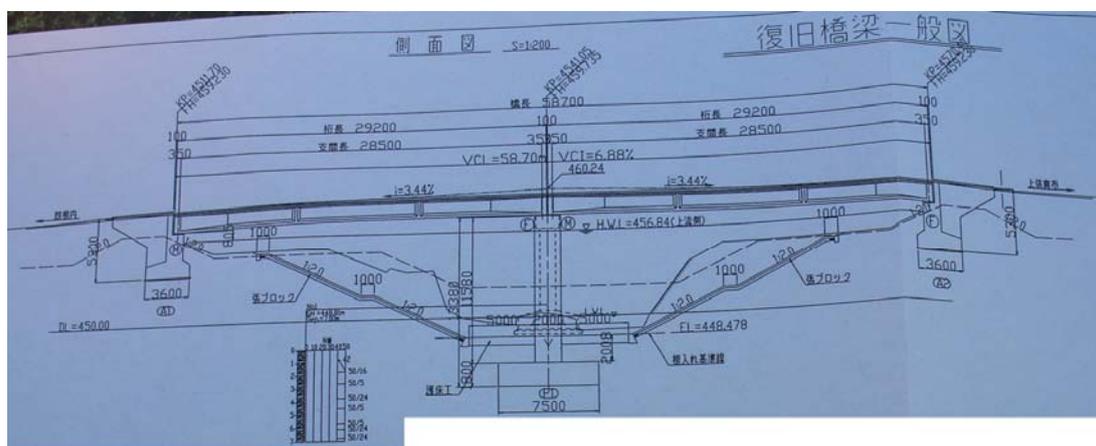


図-3.2.2 九線橋 側面図

表-3.2.1 九線橋 諸元表

上部構造形式	単純ポステンT桁橋
下部構造形式	逆T式橋台 (A1、A2) 小判型橋脚 (RC) (P1)
基礎形式	直接基礎
橋長	58.7m(2×28.5m)
供用開始年	1982年
活荷重・等級	TL-20
適用示方書	昭和55年道路橋示方書 平成14年道路橋示方書

8月31日に現地調査を実施した際、A1橋台は洗掘により傾斜沈下が発生し、背面土が流失していた(写真-3.2.1~3.2.3)。A1橋台は上流側へ傾斜沈下し、第1径間の上部構造もこれと一体となって沈下している。そのため、上部構造にねじれが発生し、全ての主桁に同一方向のひびわれが見られる。また、プレテンT桁上フランジ、歩道上の舗装にもねじれによるひびわれが見られる(写真-3.2.4)。

桁沈下に伴い、P1橋脚上でも損傷が見られる。第1径間G1桁端部と第2径間G1桁端部が衝突し損傷している。P1橋脚上部のA1側桁かかり部でも沈下による損傷が見られる(写真-3.2.5)。第1径間と第2径間を結ぶ落橋防止ケーブルは、5箇所の内、遊間のひらきが大きい下流側3箇所破断している(写真-3.2.6)。美瑛町の出来形図面では、支承はゴム支承であり、横桁内に変位制限構造としてアンカーバーが2本設置されている(図-3.2.3)。P1橋脚上では、第1径間の沈下に伴う移動により、A1側アンカーバーの変形、台座コンクリートが損傷しており、A1側の横桁にもひびわれが確認できる。A2側でもアンカーバー台座コンクリートにひびわれが確認できる。G6桁支承部ではA1側の桁かかり部コンクリートが損傷し、ゴム支承が橋脚天端からはみ出している(写真-3.2.7、3.2.8)。

A2橋台には、特段の変状は確認されなかった(写真-3.2.9、3.2.10)。P1橋脚の傾斜沈下については、現地調査時には確認できなかった。しかし、P1上のA2側支承(可動)では台座コンクリートが損傷していることから、第1径間の沈下に伴い、また、落橋防止ケーブルを介した作用により変位が生じた可能性は考えられる。

上流側には頭首工があり、今回の洪水で損傷した。この頭首工と九線橋のちょうど中間部で河川が湾曲しており、九線橋直上右岸側が水衝部となったと考えられる。今回の洪水で越水した形跡は無く、橋台は上流側へ傾斜している。したがって、橋台部の被災は、上流側護岸背面に水が回り込み、護岸が破壊したことにより背面土が流出するとともに橋台上流側から洗掘が進み、橋台の傾斜沈下に至った可能性が考えられる。

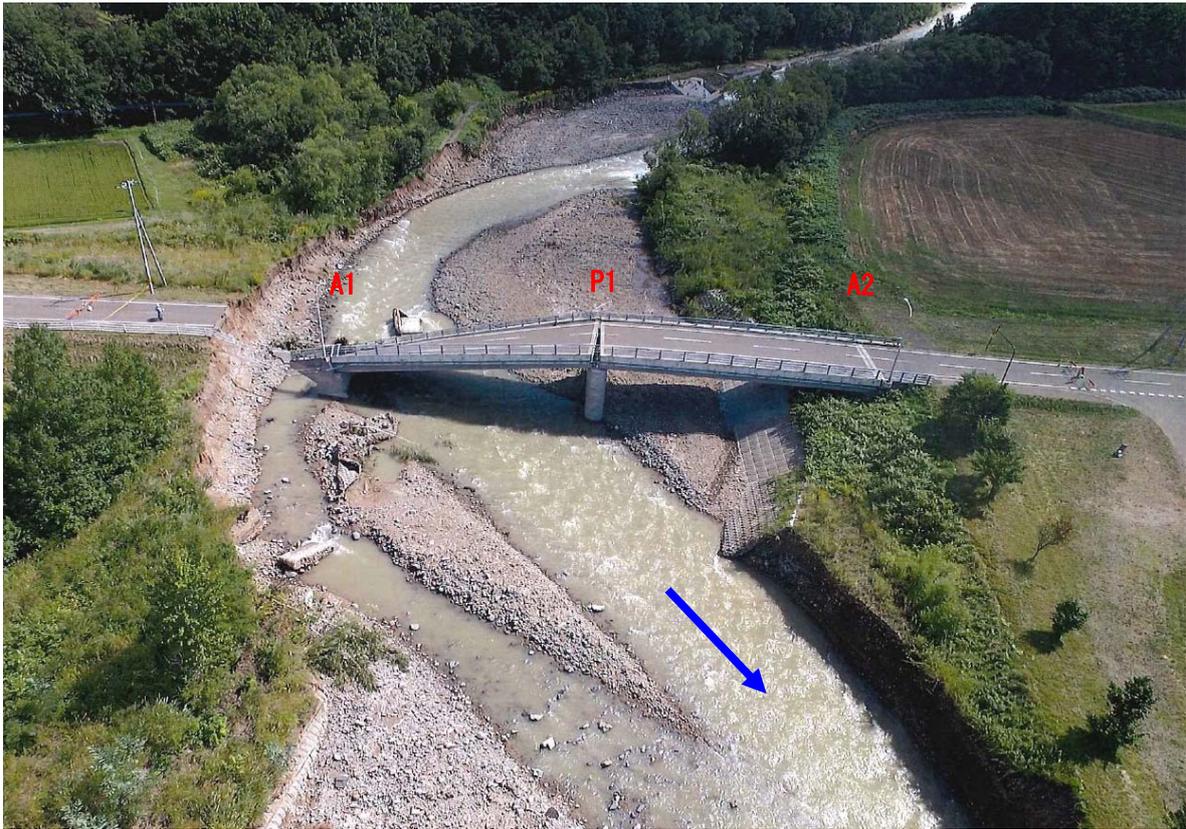


写真-3.2.1 上空写真 (美瑛町提供)



写真-3.2.2 上空写真 (美瑛町提供)



写真-3.2.3 A1 橋台の状況



写真-3.2.4 第1径間上部構造の状況



写真-3.2.5 P1 橋脚上の状況



写真-3.2.6 桁連結の抜け落ち

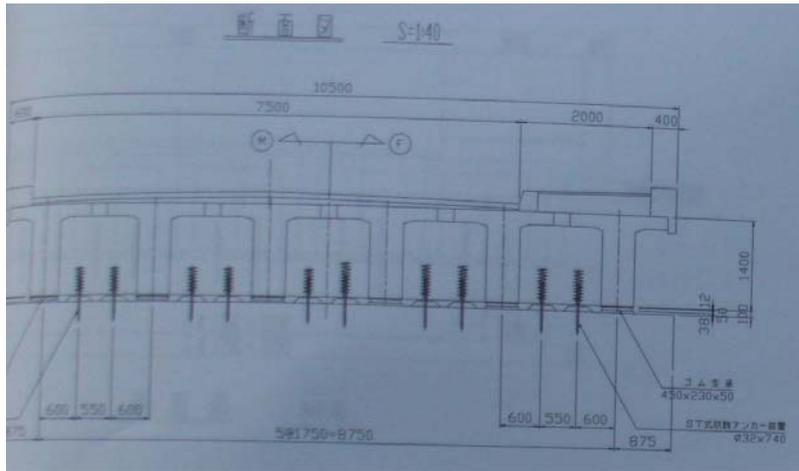
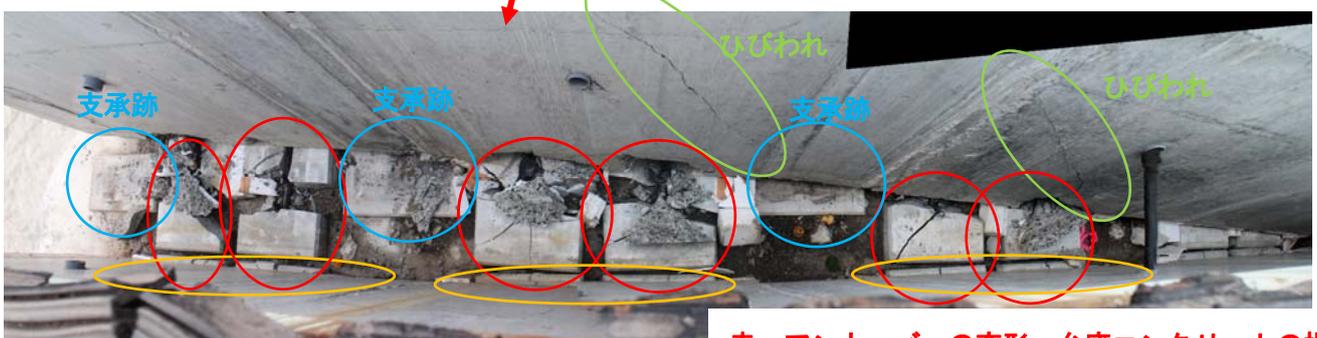
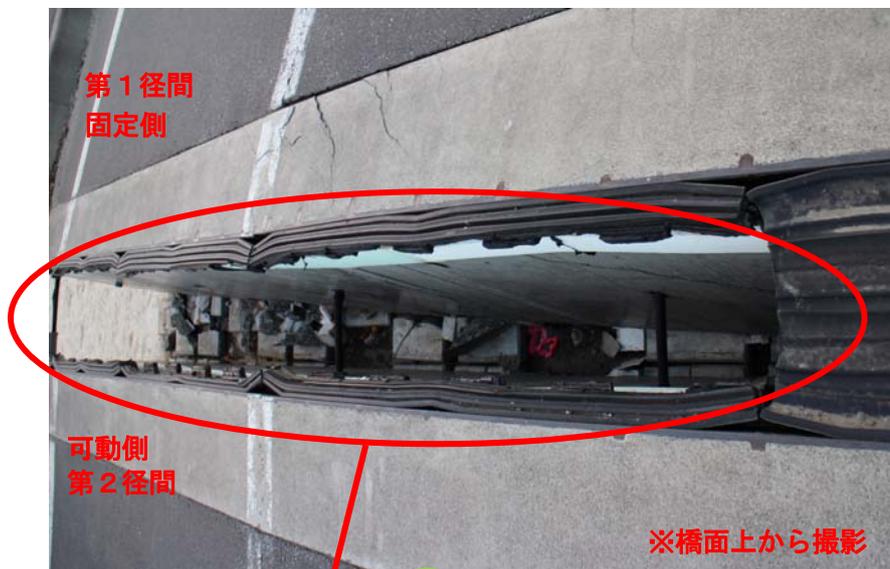


図-3.2.3 支承部の断面図



赤：アンカーバーの変形・台座コンクリートの損傷
 オレンジ：台座コンクリートの損傷

写真-3.2.7 P1 支承部の損傷状況

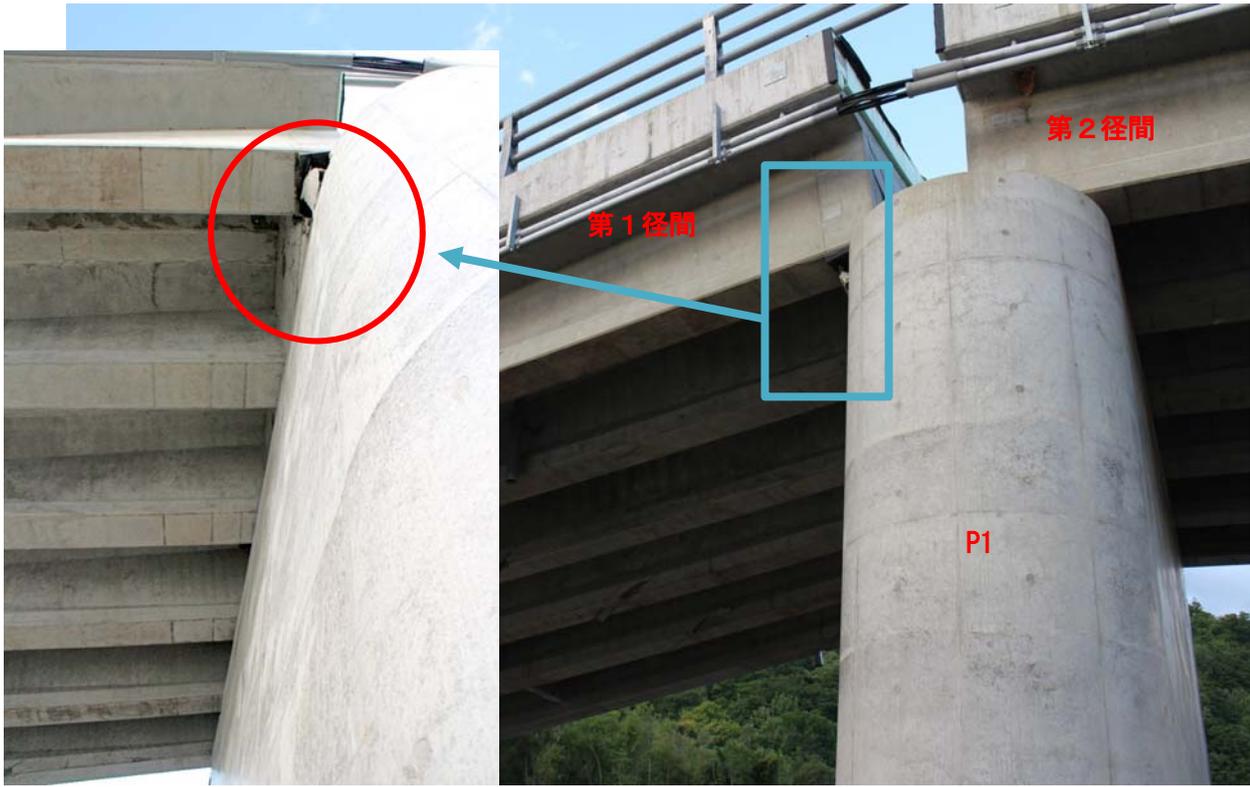


写真-3.2.8 P1 橋脚上の状況



写真-3.2.9 A2 橋台の状況



写真-3.2.10 A2 支承部の状況

1) 滲筋の変遷

過去の航空写真より滲筋の変遷を示す(写真-3.2.11)。

昭和 23 年の写真より、河川が蛇行していた状況が確認でき、昭和 52 年の写真より、河川整備された九線橋の上流側で線形が少し湾曲していることが確認できる。また、平成 21 年の写真より、頭首工より上流側には落差工と見られる構造が確認できる。空中写真の履歴から、河川整備により、以前は湾曲していた河川が九線橋のすぐ上流地点までほぼ直線的に改修されたことから、洪水時の流速が従前とは変化している可能性がある。頭首工の損傷が確認でき、頭首工のすぐ下流側では左岸側に湾曲し、橋梁上流側では右岸に湾曲、水衝した可能性も考えられ、河岸の侵食、橋台の洗掘に至ったと考えられる。



写真-3.2.11 滞筋の変遷（国土地理院 地図・空中写真閲覧サービスの空中写真を加工）

3.3 千呂露橋

千呂露橋は、沙流川水系沙流川を渡河する橋梁であり、橋長 83.8m の 3 径間単純ポステンT桁橋であり、昭和 35 年 12 月に供用開始されている。下部構造は A1、A2 とともに重力式橋台となっており、基礎は直接基礎である。また、P1、P2 橋脚ともに T 型橋脚柱小判型 (RC) となっており、基礎はオープンケーソンである。

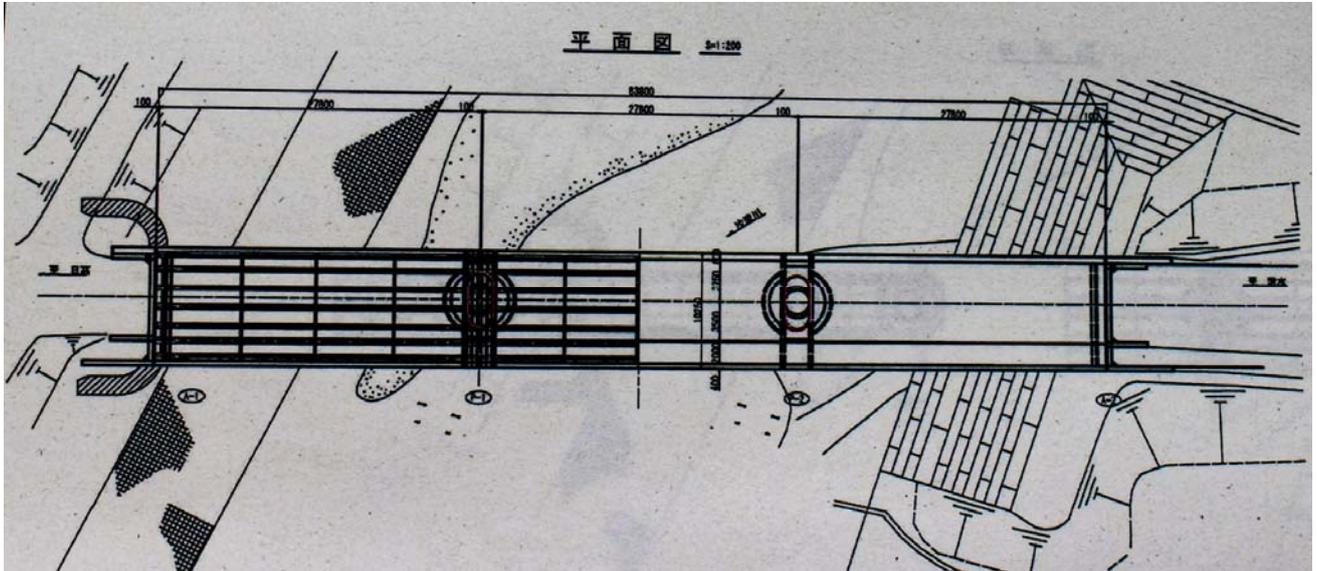


図-3.3.1 千呂露橋 平面図 (図は平成 25 年度耐震補強設計業務より)

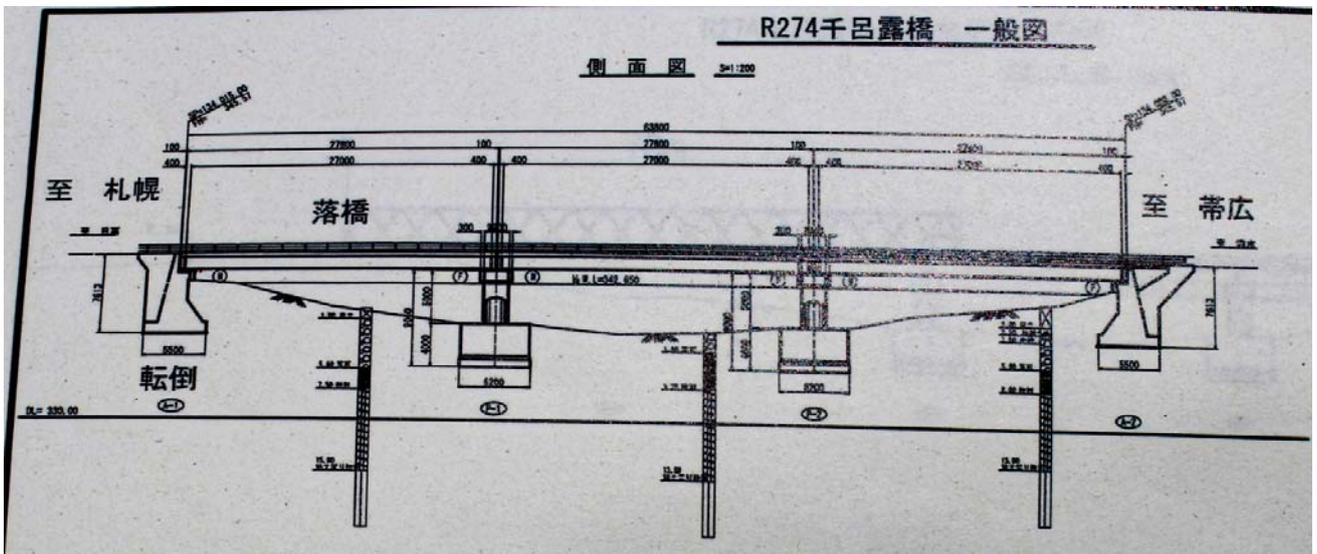


図-3.3.2 千呂露橋 側面図 (図は平成 25 年度耐震補強設計業務より)

表-3.3.1 千呂露橋 諸元表

上部構造形式	単純ポステンT桁橋
下部構造形式	重力式橋台 (A1、A2) T型橋脚柱小判型 (RC) (P1、P2)
基礎形式	直接基礎 (A1、A2) オープンケーソン (P1、P2)
橋長	83.8m (3×27.0)
供用開始年	1960年
活荷重・等級	TL-14・2等級
適用示方書	昭和31年鋼道路橋設計示方書

9月1日に現地調査した際、A1橋台が洗掘により沈下し、下流側に傾斜している状況であり、それに伴い第1径間の上部構造もこれと一体となって沈下、A1橋台背面土が上下流側の広範囲にわたり流出している状況であった(写真-3.3.1~3.3.4)。

現地調査は右岸側からのみ調査を行ったため、橋台や上部構造、さらに左岸側は近接目視できていない。また、橋脚基礎はケーソン基礎であるが、増水及び流木により河床部からの露出の有無も確認できていない。

右岸側は広範囲に河岸が侵食されており、橋台背面土がおよそ40m流失している(写真-3.3.2)。

A1橋台は下流側に傾斜しており、橋台近傍では河岸の下流側が洗掘され、取付け盛土が流出した可能性が考えられる。

橋台の沈下による上部構造の沈下により、第1径間はねじれが発生しており、P1上の上流側遊間に開きが発生していた。また、橋梁上部構造は、下流側に添架された歩道部の桁が流失していた。

第1径間の橋面には、起点～中央部まで流水跡があるが、第2径間は流水跡や高欄の異常は無い。このことから、第1径間の橋面の流水跡は、A1橋台が傾斜沈下した後に付いたものと考えられる。A1橋台上流側、P1橋脚上流側には流木が引っかかっていた。千呂露橋の右岸側上流側に神社があるが、右岸側の河岸侵食の境界に位置し、基礎が一部洗掘し、周辺にはシルト質の土が堆積していた(写真-3.3.5)。また、基礎部分や看板の柱に、地表から20cm程度の位置に洪水の痕跡が確認できる(写真-3.3.6)。



写真-3.3.1 上空写真（平成28年8月23日撮影 北海道開発局提供）



写真-3.3.2 右岸側上流側より撮影



写真-3.3.3 右岸側より撮影



写真-3.3.4 右岸側より撮影



写真-3.3.5 右岸側上流側の千栄神社基礎洗掘状況



写真-3.3.6 右岸側上流側の千栄神社看板周辺の増水状況

1) 滯筋の変遷

航空写真より滯筋の変遷を示す（写真-3.3.7）。

昭和 23 年の写真では橋梁上流側で河川が右岸側に湾曲していることが確認できる。今回の大規模な洪水でも、右岸側が水衝部となり河岸侵食に至ったと考えられる。



写真-3.3.7 滯筋の変遷（国土地理院 地図・空中写真閲覧サービスの空中写真を加工）

3.4 小林橋

小林橋は十勝川水系小林川を渡河する橋梁であり、橋長 37.6m の 3 径間単純プレテン床版橋であり、昭和 38 年に供用されている。

下部構造は A1、A2 とともに逆 T 式橋台、P1、P2 橋脚ともに壁式橋脚（RC）となっており、基礎は橋台、橋脚ともに直接基礎である。

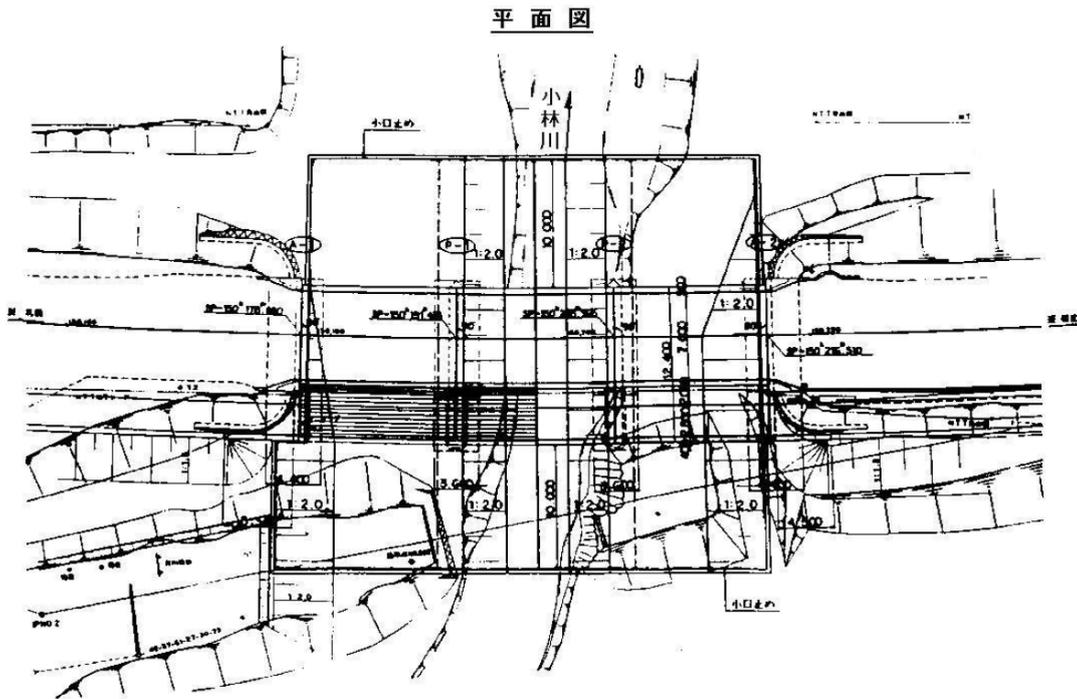


図-3.4.1 小林橋 平面図

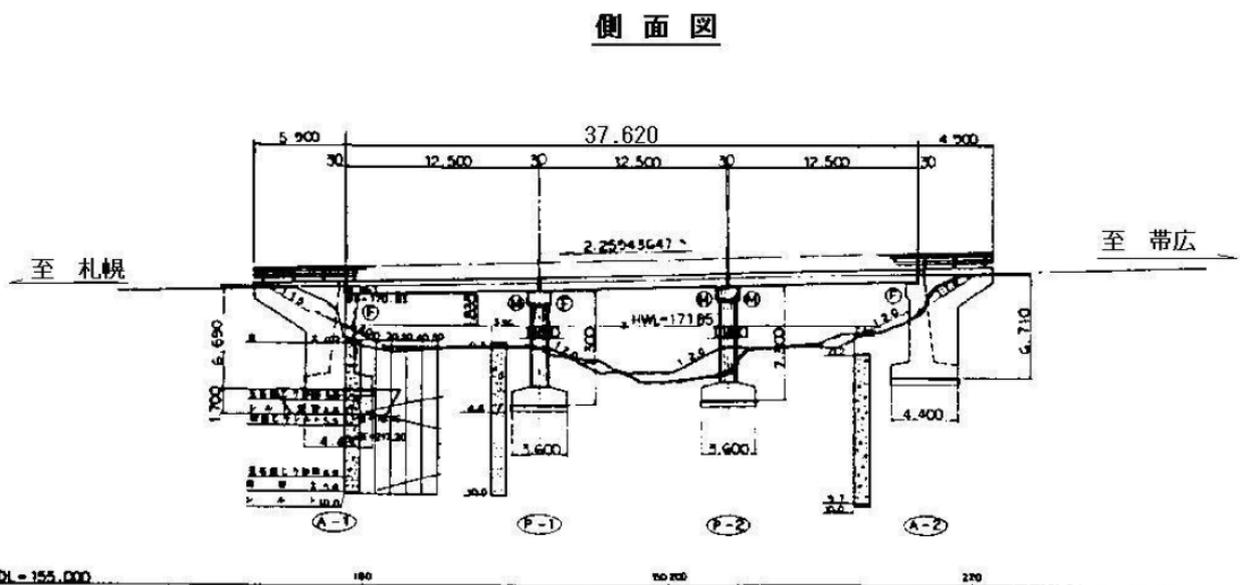


図-3.4.2 小林橋 側面図

表-3.4.1 小林橋 諸元表

上部構造形式	単純プレテン床版
下部構造形式	逆T式橋台 (A1、A2) 壁式橋脚 (RC) (P1、P2)
基礎形式	直接基礎
橋長	37.6m
供用開始年	1963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

9月1日に現地調査した際は右岸側からのみ調査を実施した。A1橋台は洗掘により沈下し、上流側に傾斜している状況であり、それに伴い第1径間の上部構造落下、A1橋台背面土が上下流の広範囲にわたり流失している状況であった(写真-3.4.1~3.4.3)。左岸側のA1橋台背面土は80m程度流失したことが確認できる(写真-3.4.1)。

A1橋台の上流側ウイングは下流方向へ折れ曲がっている(写真-3.4.3)。また、橋梁上流側には流木がA1橋台からA2橋台間を塞ぐように堆積している(写真-3.4.1、3.4.4)。第一径間はほぼ閉塞していることがわかる(写真-3.4.5)。なお、ウイングの取り付け部の破壊状況については、近づけなかったために確認できなかった。

上部構造では、舗装面にP1橋脚上では横断方向、P2橋脚上では横断方向、第2径間では縦断方向にそれぞれひびわれが発生している(写真-3.4.6)。橋脚の沓座構造が車道部と比較して歩道部は拡幅されていること、A1橋台の上流側ウイングが2つあることから(写真-3.4.3)、後施工により拡幅されたと考えられ、上部構造の境界で横連結がされていない、あるいは十分に連結されていない可能性があるため、縦断方向のひびわれが顕著に表れた可能性が考えられる(写真-3.4.7)。

小林川は、小林橋の直上流部でS字湾曲しており、水衝部となる左岸側で大規模な河岸侵食が発生したと推測される(図-3.4.3)。左岸側の河岸高が右岸側より低く浸水しやすかったこと、右岸側に流木が堆積し水位が堰き上げられたことも、左岸側の河岸侵食を助長した可能性がある。



写真-3.4.1 上空写真（北海道開発局提供）



写真-3.4.2 A1 橋台背面土流失状況



写真-3.4.3 A1 橋台傾斜沈下状況



写真-3.4.4 橋梁上流側の流木堆積状況



写真-3.4.5 第1径間の状況（下流側より撮影）

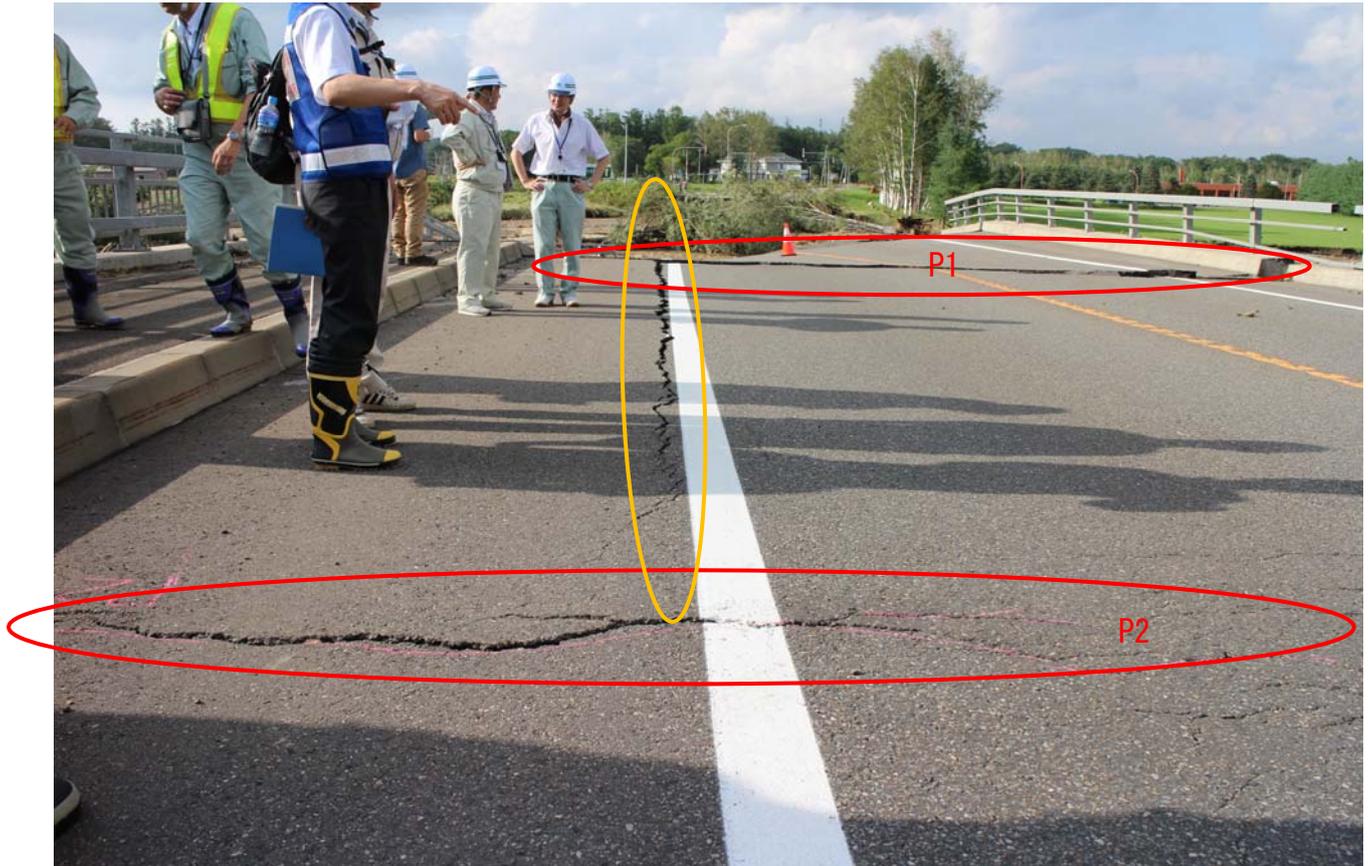


写真-3.4.6 路面状況（A2橋台付近より撮影）



写真-3.4.7 P1橋脚の状況（P2側から撮影）



図-3.4.3 色別標高図（電子国土WEBを加工）

3.5 清見橋

清見橋は十勝川水系ペケレベツ川を渡河する橋梁であり、橋長 37.6mの 3 径間単純プレテン床版橋であり、昭和 38 年に供用されている。

下部構造は A1、A2 とともに逆T式橋台、P1、P2 橋脚ともに壁式橋脚（RC）となっており、基礎は橋台、橋脚ともに直接基礎である。

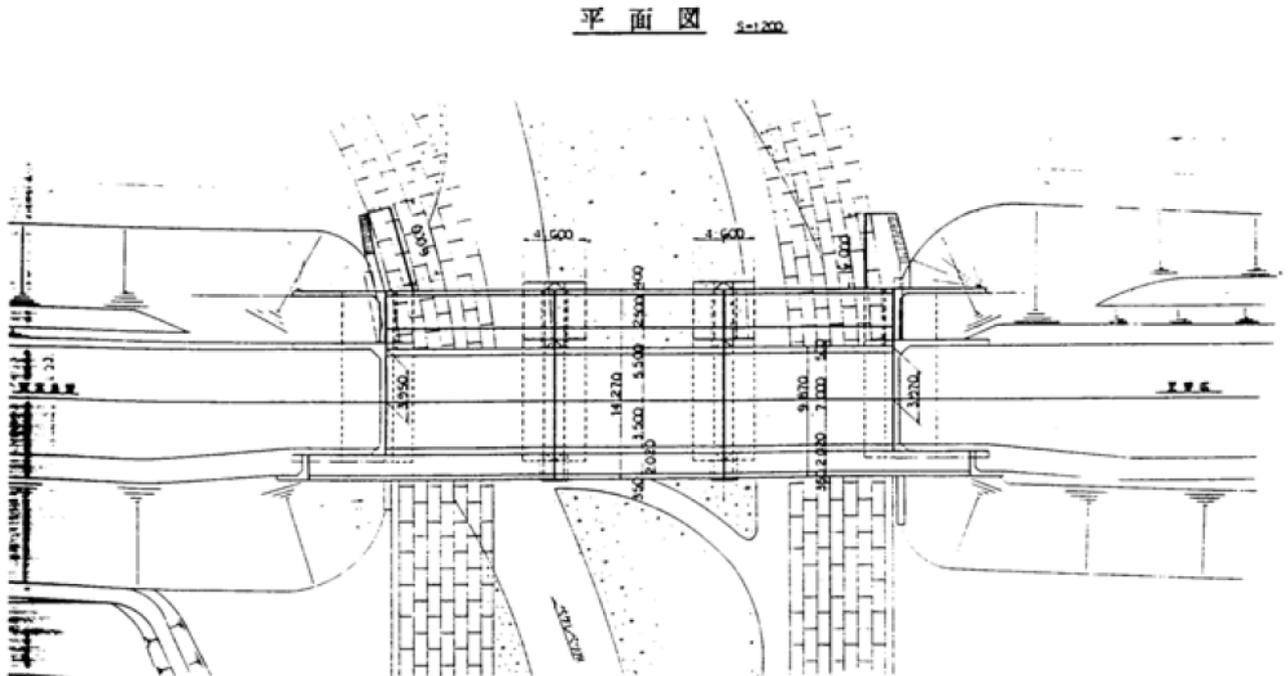


図-3.5.1 清見橋 平面図

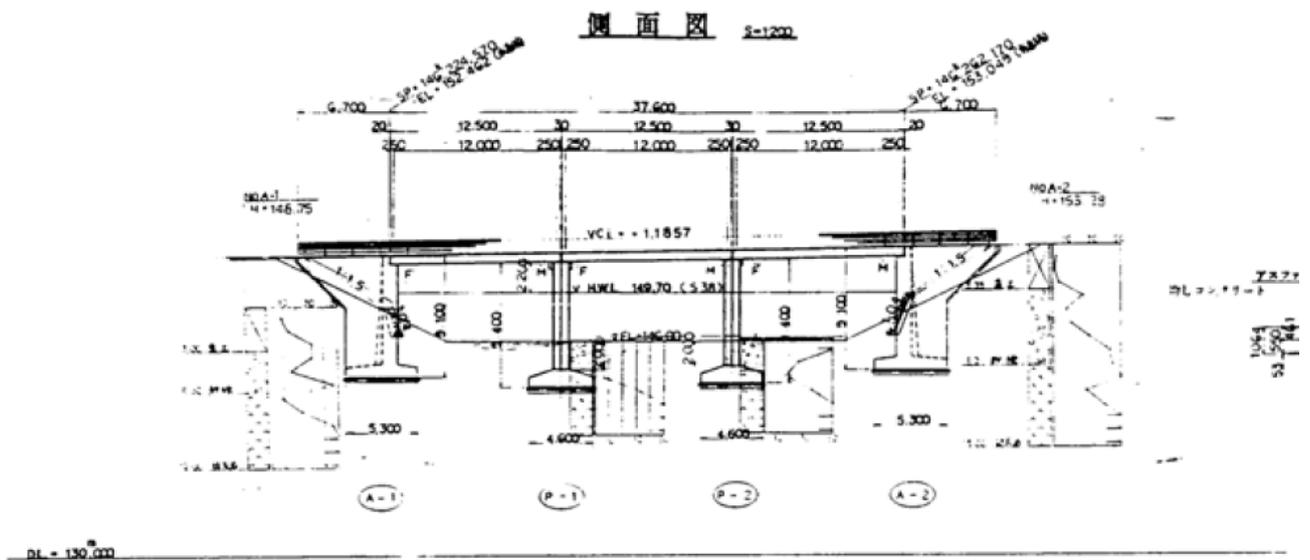


図-3.5.2 清見橋 側面図

表-3.5.1 清見橋 諸元表

上部構造形式	単純プレテン床版
下部構造形式	逆T式橋台 (A1、A2) 壁式橋脚 (RC) (P1、P2)
基礎形式	直接基礎
橋長	37.6m
供用開始年	1963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

9月1日に現地調査を実施した際、清見橋はA1橋台背面土が流失している状況であった(写真-3.5.1~3.5.3)。現地調査は左岸側(A1側)からのみ実施している。目視では越流した痕跡は認められず、また橋台に目立った傾斜及び沈下は認められなかった。

上流側歩道部は張出し構造であるが、A1橋台において支持部材が損傷、流失し、上部構造が傾斜している(写真-3.5.3)。車道部の高欄には目立った変状は認められない。

P2付近上流側には流木が多く残存しており、第2、第3径間はほぼ閉塞されている(写真-3.5.3、3.5.4)。

A1橋台上流側は河岸が大きく侵食し(写真-3.5.4、3.5.5)、橋台背面上流側盛土が一部侵食され、ガードパイプの基礎が露出及び沈下している(写真-3.5.6)。この上流側左岸侵食やA1橋台背面土流失の原因として、上流側の河道変化が発生し左岸側に主流が変わったことや、流木に伴う河道閉塞によるせき上げの影響が考えられる。



写真-3.5.1 上空写真(北海道開発局提供)



写真-3.5.2 A1 橋台状況（左岸側より撮影）



写真-3.5.3 A1 橋台状況（左岸側より撮影）



写真-3.5.4 上空写真（北海道開発局提供）



写真-3.5.5 上流側侵食状況（左岸側より撮影）



基礎が露出及び沈下した
ガードパイプ

写真-3.5.6 橋台背面盛土侵食状況

3.6 まとめ

調査を行った橋の被災形態は従前の洪水による橋の被災でもみられたものではあるが、河岸侵食により橋台背面部が広範囲にわたって流出した事例が多いことは今回の被災の大きな特徴といえる。今回の被災を踏まえると、特に道路の機能を早期に確保することが求められる路線では、水衝部付近を避けるなどの架橋位置に関する計画での配慮や橋本体の洗掘対策を行うことに加え、これに接続する橋台背面の一定範囲についても必要に応じて流水に伴う土砂流出防止対策を行ったり、さらに河岸侵食を最小限にとどめられるよう河川整備と連携を行うなど、包括的な対策の検討が必要となることを示唆していると考えられる。