

4. 道路土工構造物・道路沿線の自然斜面

4.1 道路土工構造物（河川並行区間）の被害調査

(1) 岐阜県下呂市（国道41号）

国道41号下呂市小坂町門坂地区（表-4.1.1、図-4.1.1）では、令和2年（2020年）7月8日6時頃から8時頃にかけて、路側の擁壁が倒壊するとともに、路面が広範囲に陥没し（L=約450m、写真-4.1.1）、全面通行止めを実施した。被災時の降雨は、当該箇所から南西に約8km離れた近傍のアメダス観測所である萩原観測所において、時間降水量で最大58.5mm/h、降り始めからの累積降水量は584.5mmを記録した（図-4.1.2）。

国総研と土研は、令和2年9月10日に中部地方整備局から技術相談を受けるとともに、10月28日に復旧状況等を確認するための現地調査を行った。

表-4.1.1 被災概要

路線名	国道41号
交通量	7,665台/日（H27 センサス）
管理者	中部地方整備局高山国道事務所
被災形態	擁壁倒壊および路体流失

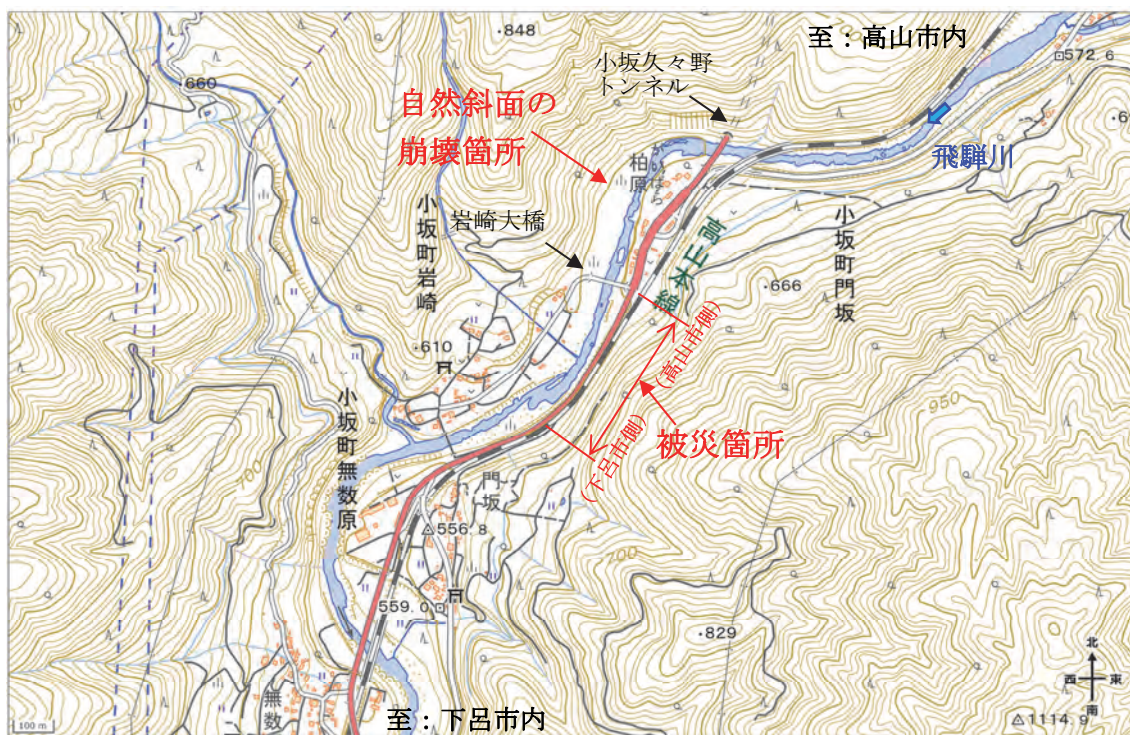


図-4.1.1 位置図¹⁾



写真-4.1.1 被災状況写真（7月9日撮影、中部地方整備局提供）

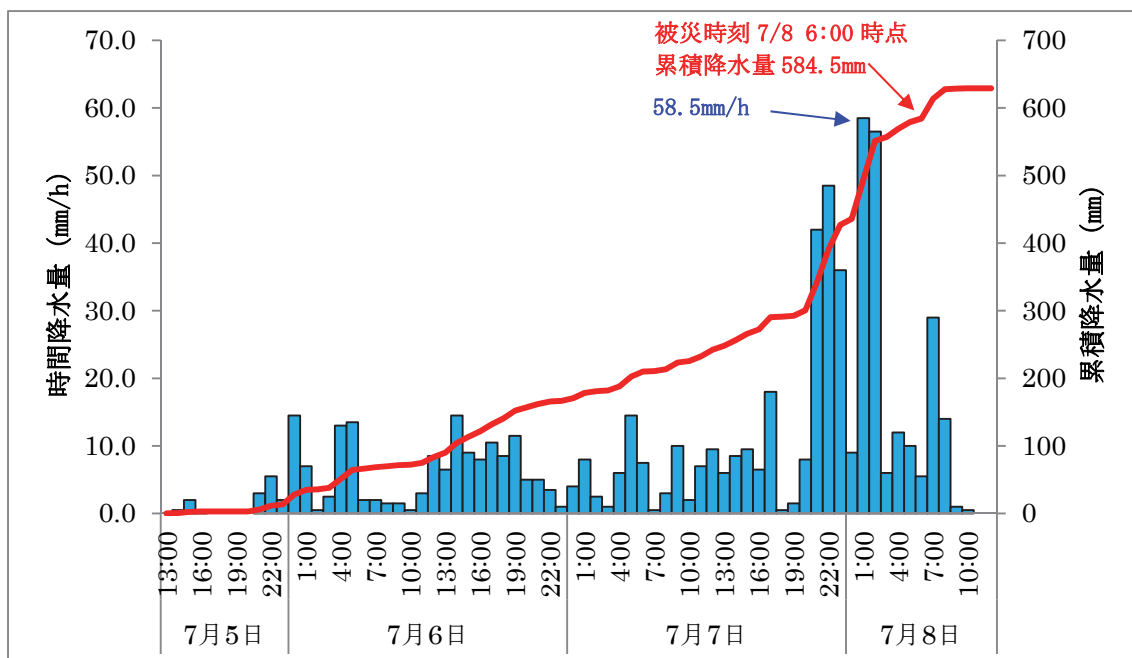


図-4.1.2 降水量データ（萩原観測所）

国道41号を管理する中部地方整備局高山国道事務所によると、道路の変状が確認される前に、被災箇所の上流側に位置する小坂久々野トンネルと岩崎大橋の間の河川右岸側水衝部付近の自然斜面の一部で崩落が始まり、道路被災後に自然斜面が大きく崩落（**図-4.1.1**）したということであった。大雨により増水した河川が被災箇所の上流右岸側の自然斜面にぶつかり、その後、向きを変えて下流左岸側に流れ込み、被災した国道擁壁が位置していた左岸湾曲部が水衝部となり、河川増水に伴う洗掘による崩壊が生じたものと推定されている（**図-4.1.1**の位置図参照）。

被災箇所の応急復旧は、JR高山本線が隣接し緊急性を要するため、倒壊した擁壁の撤去を最小限としつつ、中詰材にコンクリートを使用した大型土のうを積み上げた擁壁構造としている。被災から40日後の8月17日に工事が完了し、幅3.0m未満かつ総重量20t未満の車両について片側交互により通行が可能となっている。

10月28日の現地調査時は、本復旧工事の着手に向けて、河川内に作業ヤード兼工事用道路となる仮設盛土の構築が進められており（**写真-4.1.2**）、並行して、擁壁基礎の支持層を確認するための試掘が行われていた（**写真-4.1.3**）。

高山市側の応急復旧は、既設擁壁の背面の空洞にグラウトを充填し、既設擁壁躯体に差し筋をして、大型土のう（コンクリート中詰め）及び擁壁背面に打設する裏込めコンクリートと一体化を図る構造としている（**写真-4.1.4**）。また、下呂市側は、大型土のう（コンクリート中詰め）と擁壁背面に裏込めコンクリートを打設した構造としている（**写真-4.1.5**）。

大型土のうは、天端付近の沈下量をモニタリング監視し、状態の確認が行われている。現地で目視した範囲において、高山市側、下呂市側ともに擁壁自体に沈下等の変状は認められなかった。また、応急復旧後の路面の状況およびJR高山本線の擁壁を目視で確認したところ、山側からの排水の形跡やその他の変状は確認されなかった（**写真-4.1.6**、**写真-4.1.7**）。

現地調査時に被災箇所周辺の確認も行ったところ、被災箇所上流部の小坂久々野トンネルでは、トンネル坑口周辺の擁壁（護岸兼用）に洗掘によるとみられる倒壊が生じており、この擁壁の倒壊に伴う土砂流出およびトンネル中央排水流末部の損傷が確認された。さらに、トンネル坑口から下流側につづく右岸斜面の崩壊も確認された（**写真-4.1.8**）。

高山国道事務所によると、7月の豪雨時（交通規制中）にトンネル坑口付近のコンクリート舗装版が一時的に隆起し、その後、元の位置に下がったということであった。豪雨時に地山の地下水位が一時的に上昇し、トンネル中央排水で処理しきれなかった水の影響で浮力が生じ、舗装版が隆起した可能性がある。



写真-4.1.2 本復旧に向けた仮設盛土の整備状況（10月28日撮影）



写真-4.1.3 擁壁基礎の支持層を確認するための試掘状況（10月28日撮影）



写真-4.1.4 高山市側応急復旧状況（10月28日撮影）



写真-4.1.5 下呂市側応急復旧状況（10月28日撮影）



写真-4.1.6 仮復旧路面および大型土のうの天端の状況（10月28日撮影）



写真-4.1.7 JR 高山本線擁壁の調査状況（10月28日撮影）



写真-4.1.8 小坂久々野トンネル坑口周辺部 (10月28日撮影)

(2) 熊本県八代市・球磨村（国道219号他）

令和2年7月豪雨では、熊本県八代市、球磨村等において、球磨川に並行する国道219号などにおいて盛土流出等の被害が発生した。国総研と土研は、令和2年7月29日から7月30日に自主調査を実施した。7月29日は球磨川上流の球磨村付近を、7月30日は球磨川下流の八代市付近の調査を行った。

調査は、調査実施時点において啓開済みの範囲のうち、被害の程度が大きかった9箇所について実施した。調査を行った9箇所の一覧を表-4.1.2に、位置図を図-4.1.3に示す。調査した9箇所の中には、背後の斜面や路面から盛土法面に流入した水が原因とみられる盛土崩壊（表-4.1.2のNo.2）や、大規模な土石流による道路への土砂流入（表-4.1.2のNo.3）もみられたが、本資料では河川水位の上昇による河川並行区間の道路の洗掘による盛土流失のうち、比較的規模が大きく、道路交通への影響が著しかった4つの事例を中心に調査結果の詳細を報告する。

被災が発生した7月3日～4日のアメダスによる八代、一勝地及び人吉の時間降水量を図-4.1.4 (a) から (c) に示す。降雨は、7月3日の朝から降り始め、夕方頃にいったん小康状態となったが、夜になると雨脚が次第に強まり、翌4日の未明頃に時間降水量がピークとなった。降り始めからの連続降水量は、それぞれアメダス八代が約230mm、アメダス一勝地が約450mm、アメダス人吉が約400mmであった。

表-4.1.2 土工部被災箇所一覧

No.	路線名	発生箇所	被災状況	説明番号
1	国道219号	大野大橋 上流盛土	路肩流失	1)
2	国道219号	大瀬橋付近 盛土	盛土崩壊	
3	国道219号	球泉洞付近 斜面	土石流	
4	国道219号	球磨橋 下流盛土	盛土流失	2)
5	国道219号	球磨橋 上流盛土	盛土流失	
6	国道219号	八代市九州新幹線高架 付近 盛土	盛土流失	3)
7	国道219号	九州自動車道 高架付近 盛土	盛土流失	
8	国道219号	中谷橋 上流盛土	盛土流失	4)
9	県道158号中 津道八代線	八代市坂本町盛土	盛土流失	



図-4.1.3 土工部被災箇所 位置図¹⁾

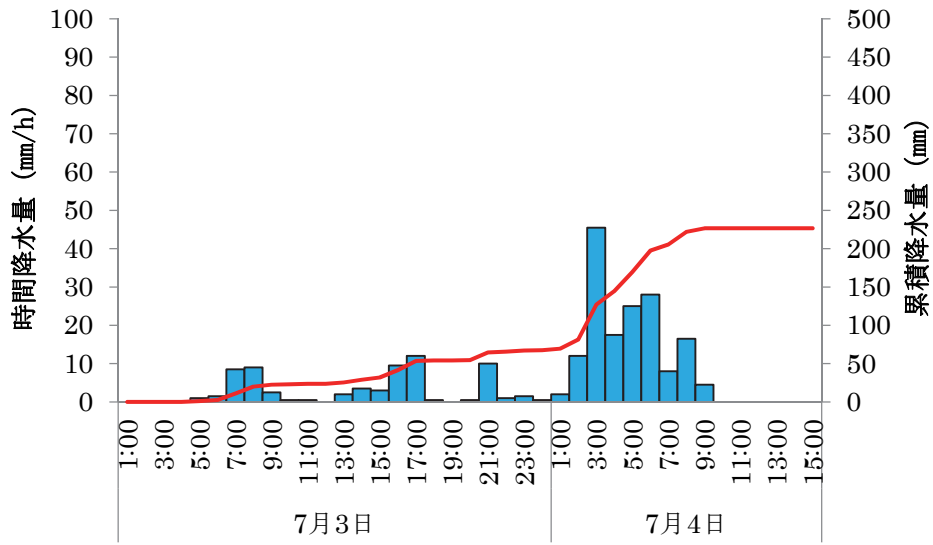


図-4.1.4 (a) 降水量データ (八代)

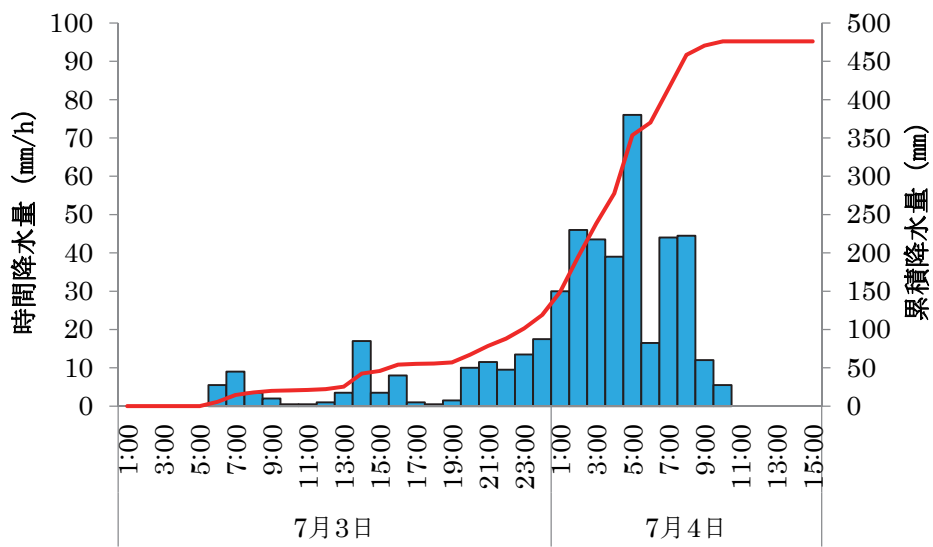


図-4.1.4 (b) 降水量データ (一勝地)

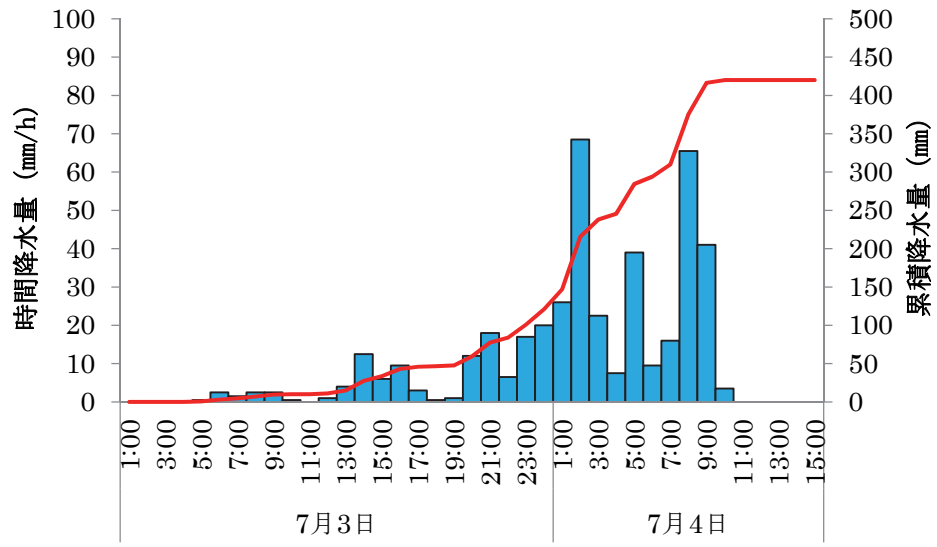


図-4.1.4 (c) 降水量データ (人吉)

1) 国道219号 大野大橋 上流盛土(路肩流失)

球磨川に架かる大野大橋（球磨村神瀬）の上流側右岸の国道219号では、前面の河川の水位が道路の天端を越え、2か所で延長約300mにわたって、盛土の路肩が流失した（写真-4.1.9）。

被災箇所を含む区間は、尾根部と谷部が交互に存在しており、尾根部では河川まで岩盤がせり出しているが、この部分では盛土の流失は発生していない。一方、谷部においては、石積み（推定）擁壁（写真-4.1.10及び写真-4.1.11参照）を設置し盛土されていた区間があり、盛土の全高にわたり石積み擁壁で保護されていた大野大橋に近い区間では盛土の流失を免れたものの、その上流側の盛土の高さの途中まで石積み擁壁によって保護され、上部に法面が形成されていたと推察される区間では、保護されていない部分の盛土が流失し、路面が欠損していた。特に尾根部と盛土の境界付近において盛土の流失が著しい（写真-4.1.12）。

大野大橋に近い被災箇所については、周辺の流水跡及び植生の状態によれば路面が著しく浸水するほどの水位ではなかったものと推定される（写真-4.1.11）ことから、石積み擁壁で保護されていない部分の盛土が、河川の水流により洗堀されたものと推測される。

また、大野大橋から遠い上流側の被災箇所（写真-4.1.12）では、練石積み擁壁が河川側に押し出されるように崩壊していることから、上流側の路面に溢水した水が当該箇所に流入したことが要因となって擁壁が倒壊したものと推察される。ただし、擁壁の倒壊の範囲は部分的であることから、擁壁上流側の地山の土砂が流出した際の影響（樹木等の衝突）により破壊した可能性も考えられる。



写真-4.1.9 大野大橋付近の国道219号 被災箇所位置図²⁾に被災箇所等の情報を加筆



画像 ©2020 Airbus, CNES/ Airbus, Maxar Technologies, Planet.com, 地図データ ©2020

写真-4.1.10 大野大橋付近の国道219号 被災状況²⁾ に被災箇所等の情報を加筆
(被災写真はTEC-FORCE7月8日撮影)



写真-4.1.11 大野大橋に近い箇所の被災状況詳細 (7月29日撮影)

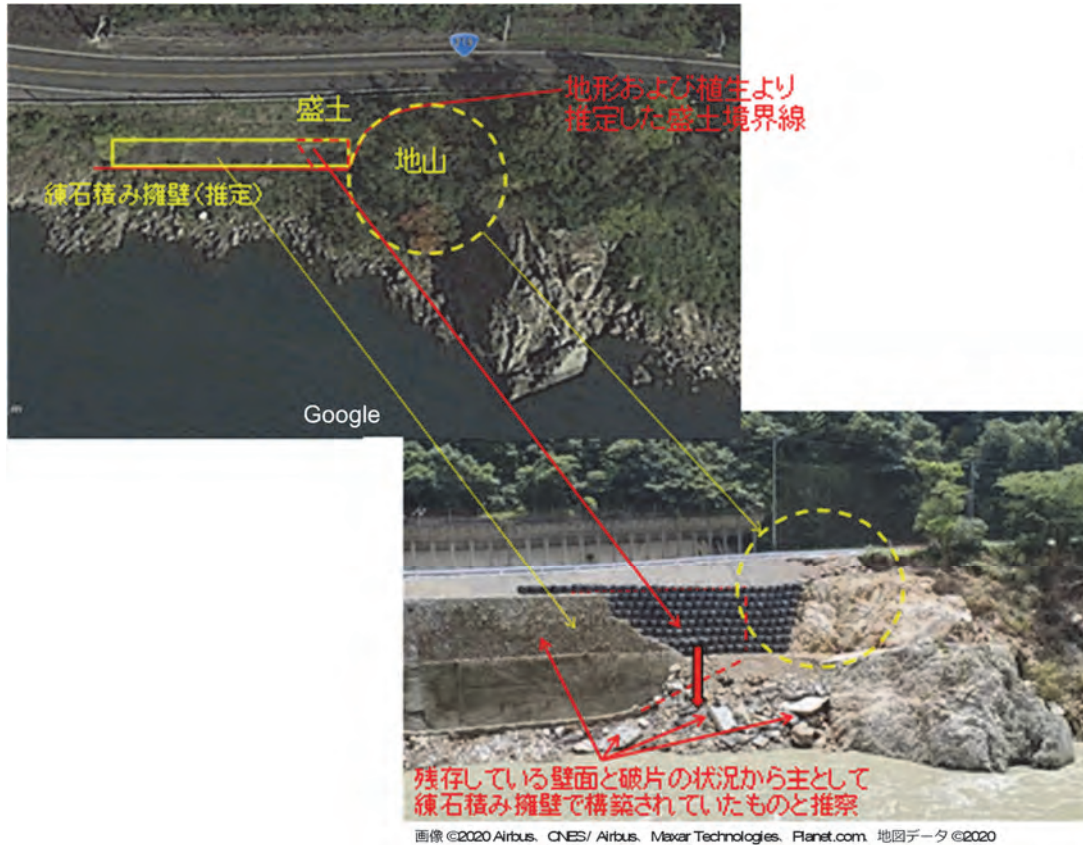


写真-4.1.12 大野大橋から遠い上流側の被災状況詳細²⁾ に被災箇所等の情報を加筆
 (右下写真は、7月29日撮影)

2) 国道219号 球磨橋 下流盛土（盛土流失）

球磨川に架かる球磨橋（球磨村一勝地）の下流側右岸において、延長約30mにわたり盛土が流失した（写真-4.1.13、写真-4.1.14）。

周辺の流水跡によると、路側の防護柵の支柱や球磨橋の車両用防護柵等に河川からの流出物が付着していたことから、水位は路面上まで達しているものと考えられる。

流失区間は、河川湾曲部の外側に位置し、岩盤が露頭している下流側が流失していることから、河川水流により露頭している岩盤の背面で渦が発生し、盛土の洗掘を促進したと推察される。また、付近で流失しなかった区間は、コンクリート張りの護岸が整備されていた（写真-4.1.15）。



写真-4.1.13 球磨橋下流盛土の国道219号 被災箇所位置図²⁾ に被災箇所等の情報を加筆



画像 ©2020 Airbus, CNES/ Airbus, Maxar Technologies, Planet.com, 地図データ ©2020

写真-4.1.14 球磨橋下流盛土の国道219号 被災状況²⁾ に被災箇所等の情報を加筆
(下写真は球磨村Facebookより)



写真-4.1.15 球磨橋下流盛土の国道219号 被災状況
 (上写真は、7月29日撮影) (下写真は九州地方整備局HPより)

3) 国道219号八代市 九州新幹線高架付近盛土(盛土流失)

国道219号八代市坂本町では、延長約30mにわたって路側の擁壁がずり落ちるように崩壊した。当該擁壁は、球磨川沿いに位置するブロック積擁壁である。

写真-4.1.16から分かるように、当該擁壁は、前面の河川の川幅が広いものの河川湾曲部の外側斜面に位置する。写真-4.1.17は7月4日に撮影された航空写真であるが、ブロック積擁壁が崩壊していることが分かる。この写真では路面に濁水の跡が認められず、また現地調査においても周辺の植生が荒れていなかったことから、被災当時に路面は水没していなかったものと考えられる。

写真-4.1.18は路面の状態であるが、路肩部分が崩壊している。写真-4.1.19は、ブロック積擁壁前面の状態を遠望から撮影したものである。7月30日の調査時には、大型土のうで応急復旧が行われていた。写真-4.1.20は、路面からブロック積擁壁を撮影したものである。最下段には根石ブロック(一番下に設置する積みブロック)が見えるが、ブロック積擁壁の躯体自体には大きな損傷はないようであった。したがって、ブロック積擁壁はその形状を保ったまま全体がずり落ちるように移動していることが分かる。写真-4.1.17や周辺の流水跡及び植生の状態(写真-4.1.19)によれば、河川の水位は路面まで達していないものと考えられ、したがって、当該擁壁の変状は、河川湾曲部の外側斜面という地形的要因と洪水の影響が相まってブロック積擁壁の基礎底面の地盤が洗掘されたことによ

るものと考えられる。写真-4.1.21に示すように、当該擁壁の下流側において侵食により比較的新鮮な地山が露出していることからこの推論が補強される。



写真-4.1.16 被災前の航空写真²⁾に被災箇所等の情報を加筆



写真-4.1.17 7月4日の航空写真³⁾に被災箇所等の情報を加筆



写真-4.1.18 路面の状態 (TEC-FORCE7月12日撮影)



写真-4.1.19 ブロック積擁壁の状態 (7月30日撮影)



写真-4.1.20 ブロック積擁壁及び路面の状態 (7月30日撮影)



写真-4.1.21 崩壊地点より下流の地山の状態 (7月30日撮影)

4) 国道219号 中谷橋 上流盛土(盛土流失)

球磨川に架かる中谷橋（八代市坂本町）の上流側左岸において、延長約300mにわたり盛土が洗掘により流失した（写真-4.1.22）。

流失箇所は支川との合流部に位置（写真-4.1.23）しており、洪水痕跡をみると出水時には路面から3.5～4.0m程度まで水位が上昇したものと推測される（写真-4.1.24左下）。支川との合流部付近では護岸として山留め式擁壁を整備中であり、一部が完成していた（写真-4.1.23）。山留め式擁壁施工区間においては盛土の流失を免れたが、山留め式擁壁が施工されていない前後の区間で盛土の流失が著しかった。また山留め式擁壁施工区間においても、山留め式擁壁背後の舗装との間の土砂が流失しており、山留め式擁壁の背面の水流も強かったものと推定される（写真-4.1.24右上）。

また、被災箇所周辺を河川側から観察すると、山留め式擁壁の杭の根入れ地盤が洗掘され、杭が露出しているのが確認された（写真-4.1.25）。また、写真-4.1.25に被災箇所の縦断的な被災後の状況を示しているが、コンクリート護岸が施工されている区間や、地山の区間（推定）については、著しい洗掘や盛土流失は確認されなかった。

以上のことから、十分な護岸が施工されていなかった区間において、もとより路面を3.5～4.0m程度上回る河川水位の上昇に加え、盛土下部における洗掘の影響も相まり、盛土流失が発生したものと考えられる。

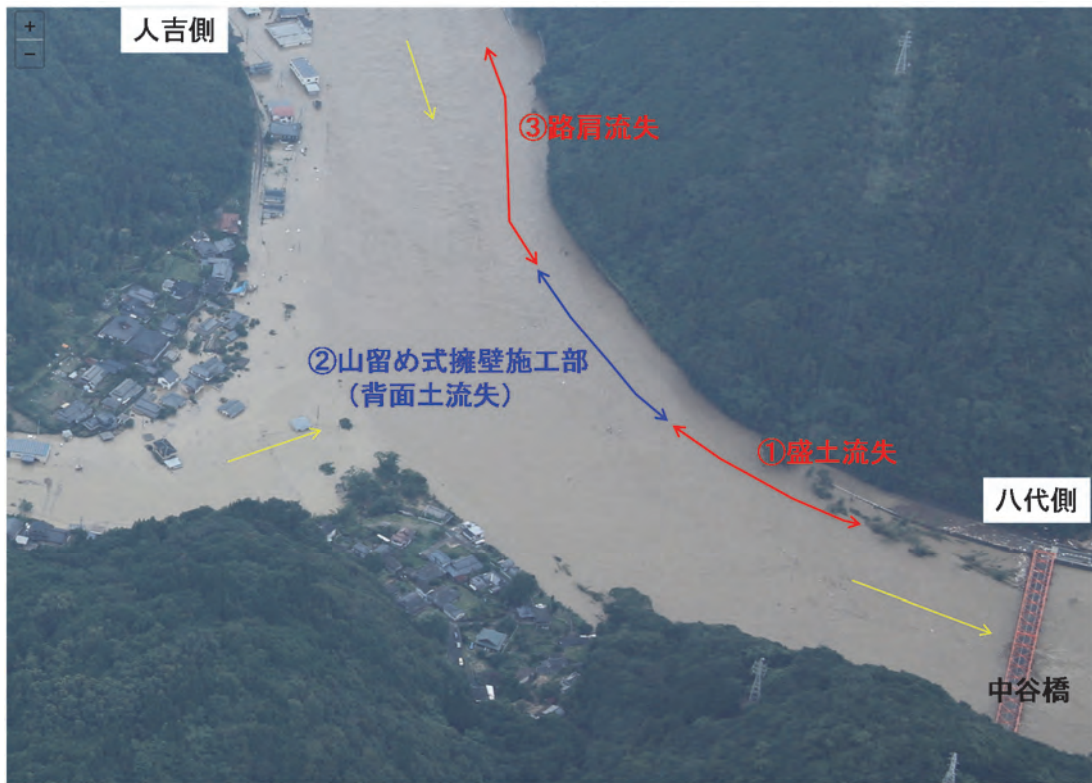


被災当時の状況

TEC-FORCE
令和2年7月豪雨における国道
219号 道路被災状況調査報告書
国土交通省 近畿地方整備局
被災状況調査班(近畿②班)



写真-4.1.22 被災当時の状況²⁾に被災箇所等の情報を加筆
(被災写真はTEC-FORCE7月8日撮影)



国土地理院空撮20.07.04 https://saigai.gsi.go.jp/1/index_dmc.html?R2_baiuzensenoame/kumagawa/naname/qv/124A2690.JPG&0.00deg

写真-4.1.23 球磨川増水時の航空写真³⁾に被災箇所等の情報を加筆

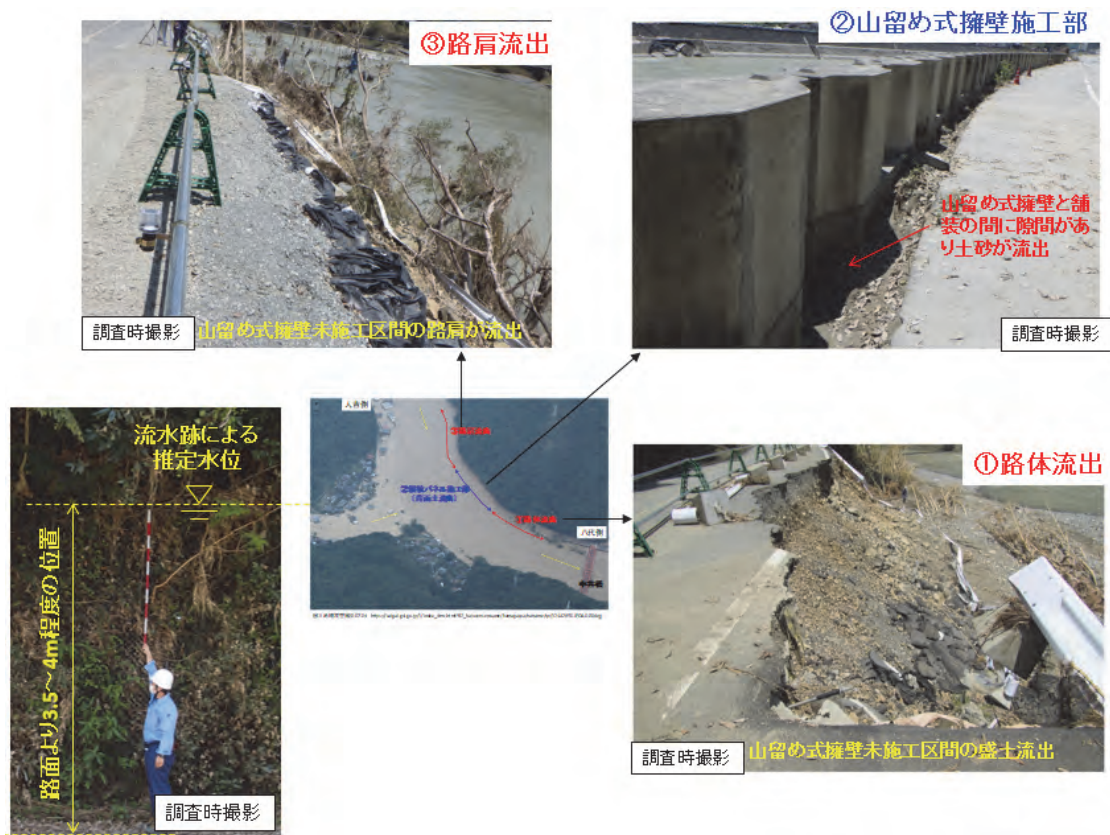


写真-4.1.24 調査時の状況 (7月30日撮影)

(下中央写真は、写真-4.1.23を再掲)

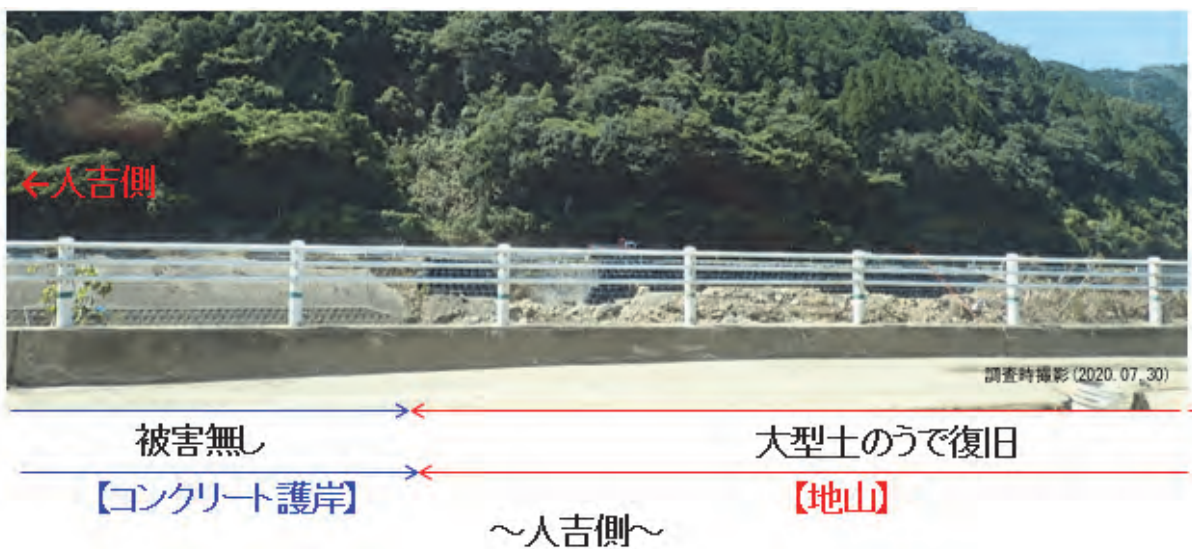
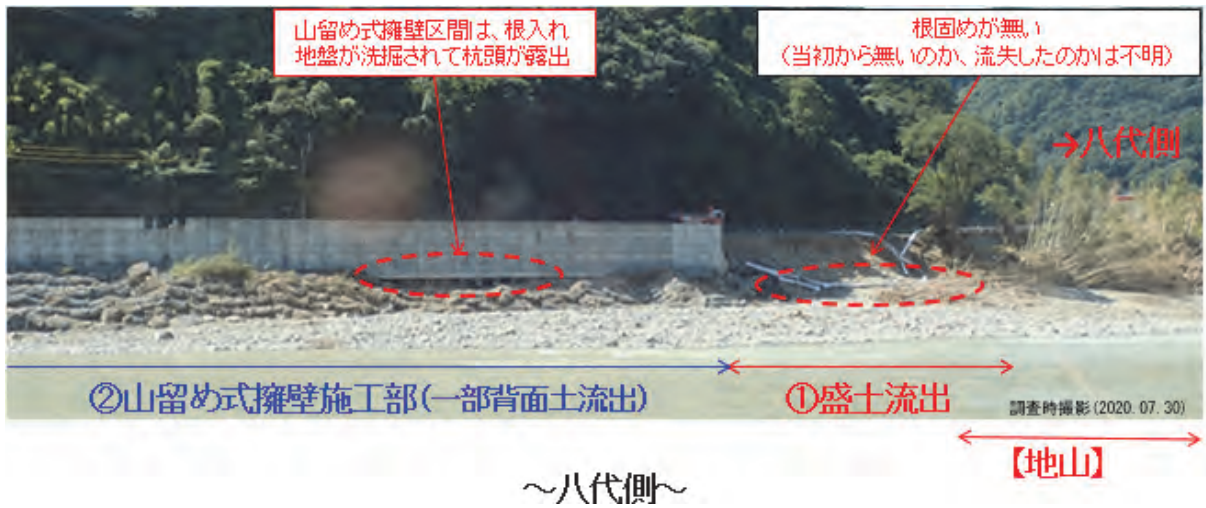


写真-4.1.25 被災後の状況(対岸より撮影)

※【】内は、被災前の状況を推定で記載

今回の調査の結果、球磨川並行区間における被災についてまとめると以下のとおりである。

- ① 洗掘による盛土の流失が発生した箇所は、路面付近あるいは路面上まで河川水位が上昇し、その強い水流により洗掘が発生したものと考えられる。
- ② 特に、河川水流が強くなる河川湾曲部の外側斜面や河川にせり出した地山の背後の渦が発生しやすい地形等の形状が変化する箇所、支川との合流点付近等において、洗掘・盛土流失が発生する傾向がみられた。
- ③ 地山やコンクリート護岸が路面高まで施工されていた区間においては、盛土流失を免れているが、嵩上げ盛土があり、その高さまで水位が上昇した盛土、あるいは十分な護岸が確認されなかった箇所で盛土流失が発生する傾向がみられた。