

県道多賀醒井線における2013年台風第18号 による路面陥没についての考察

渡部 博嗣¹

¹滋賀県 芹谷地域振興事務所 (〒522-0071 滋賀県彦根市元町4-1)

2013年9月16日未明より全国に大きな被害をもたらした台風第18号による大雨により、山岳河川沿いの県道多賀醒井線において、河川護岸兼用で道路拡幅した区間に路面陥没が発生した。当該地は石灰岩質であり、工事施工時にも大量の湧水に悩まされていた。また被災箇所は芹川の水衝部にあたり、さらに急峻な沢の出口でもあった。これら現場条件が被災の原因と考えられたが、客観的な要素として現地の測定可能な変状を把握することにも努めた。本論では、被災原因推定のプロセスと今後の対策案を示すことにより、特に山岳河川における護岸施工時および被災時の留意事項について再確認する。

キーワード 台風第18号, 路面陥没, 山岳河川, 水衝部, 計画河床高, 湧水, 根固工

1. 芹谷ダムの歴史

(1) 芹谷ダム(栗栖ダム)建設事業

芹谷地区は滋賀県犬上郡多賀町の北端に位置し、水谷、河内等の大字からなる地区である。一級河川芹川は山間の芹谷地区を流下し、国宝彦根城の南側を通り琵琶湖に流入する延長約17km、集水面積約65km²の河川である。

この一級河川芹川へのダム建設計画は、1963年の予備調査開始に始まる。1988年に多賀町栗栖地先がダムサイトの候補地となるも、その後の地質調査の結果を受けて2002年に多賀町水谷地先に変更、またダム形式の変更(河床穴あきダム+導水トンネル)を行った。

ダム建設の歴史は地元協議の歴史でもあった。1974年に地元区長から知事・町長あてにダム建設予備調査反対決議書が提出され、その後数年をかけて調査への協力を要請。地元役員を中心に県内外の先例地視察を重ね、建設同意への運びとなったのは1996年、実に20年もの歳月を重ねた。

流域治水を提言した嘉田知事が2006年に就任、ハードとソフトを一体化した治水政策へ流れが大きく変わり、川づくり会議等を経て、2009年1月にダム事業の中止決定が発表された。

(2) 芹谷地域振興事業

2009年2月に知事を本部長とした「芹谷地域振興推進対策本部」が設置され、同時に芹谷地域振興事務所が発足した。ダム対策委員会等との協議を経て、2011年1月に県と多賀町が「芹谷地域振興計画基本方針」に合意、



図-1 被災箇所位置図

調印に至る。

芹谷地域には整備の遅れている県道が2路線(水谷彦根線, 多賀醒井線)あり、当事務所では1.5車線の整備を活用して地域の唯一の生活道路であるこの2路線の整備にあたっている。

2. 2013年台風第18号

9月13日に小笠原近海で発生した台風第18号は、日本の南海上を北上し、大型の勢力を保ったまま16日8時前に愛知県豊橋市付近に上陸した後、本州中部を北東に進んだ。この台風を取り巻く雨雲や湿った空気が次々と流れ込んだため、滋賀県では記録的な大雨となり、16日5時5分に滋賀県(豊郷町を除く)に運用後全国初と

なる大雨特別警報が発表された。

多賀町保月で観測された日降雨量は510mmとなり、16日2時から3時の1時間に58mmの雨量を観測した。芹川の推定された流量（HQ式）は約400m³/sである。

3. 被災時の状況

9月16日9時30分頃、多賀醒井線をパトロール中の当事務所職員が路面の陥没を発見した（写真-1, 2）。

図-3に示すとおり、2箇所で路面陥没が発生した。特に被災箇所Bでは大型積ブロックの背面が肉眼で確認できるほど裏込土が吸出しを受けていた。

当時、芹川上流の河内地先では増水により県道の路面冠水および床下浸水が発生しており、1990年の台風第19号に匹敵するほど増水していた。一方、当箇所は急峻な沢出口にもあたり、山側からも多量の崩土および流水があった。川側および山側の双方から「水」の影響を受ける状況にあった。

その一方で、兼用護岸である大型積ブロックに設置していた水抜きパイプからは排水が全く確認できなかった。洪水のため河床付近の状況は確認できなかったが、近傍の道路脇から今まで見たこともないほど大量の水が湧き出していた（写真-3）。被災箇所から上流に約2.5km遡ったところに、県指定天然記念物の「河内風穴」がある。この付近の地質には石灰岩が含まれ、このような水みちが到る所に存在している可能性がある。



写真-1 被災箇所B (9/16 9:30頃)



写真-2 被災箇所A (9/16 9:30頃)



写真-3 路側からの湧水 (9/16 9:30頃)

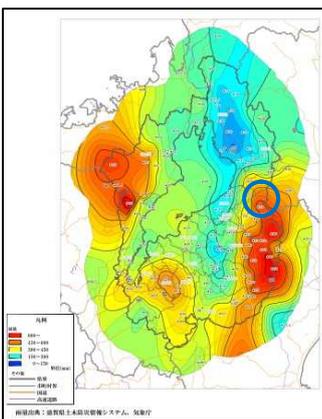


図-2 県内総降雨量図

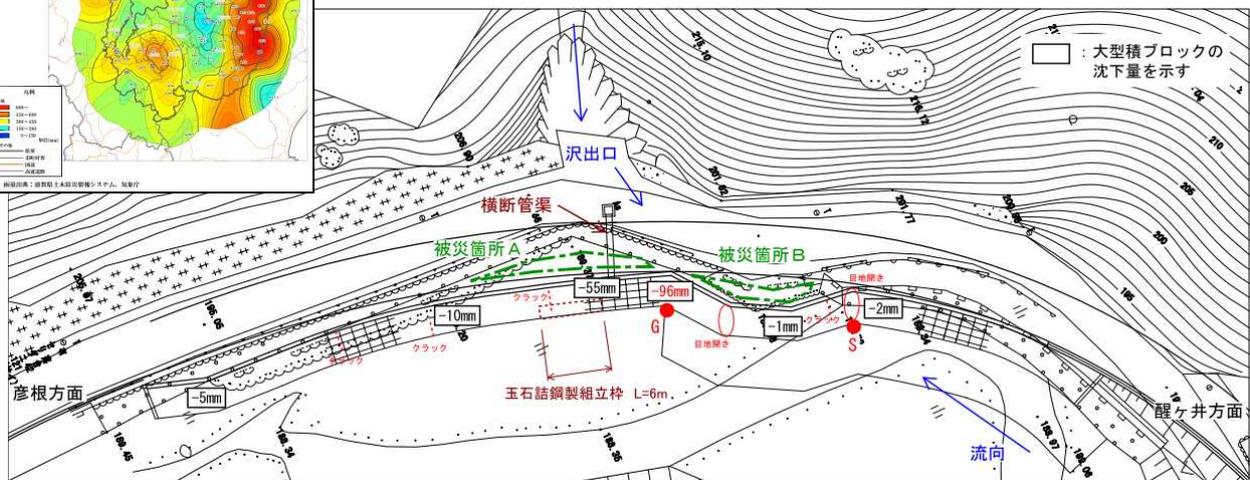


図-3 被災箇所平面図

4. 構造物の変状

(1)大型積ブロックの沈下, 転倒

図-3に示す箇所で最大で96mmの沈下が確認され、併せて横断管の抜け、ズレが確認された。大型積ブロックが沈下しているにもかかわらず、横断管は川側が上へずれていた(写真-4)。また大型積ブロックと背面土との間に隙間があったため、背面土圧によって大型積ブロックが押された可能性は低いと考えられる(写真-5)。

以上の変状を総合的に考えると、大型積ブロックがなんらかの原因で自沈し、そのため川側へ転倒したものと推測した。

(2)根固ブロックの沈み込み

写真-6に示すとおり、大型積ブロックが最も沈下した地点と一致して根固ブロックの沈み込みが確認された。

写真-7に示すとおり、本工区では根固ブロックの下に袋詰玉石を連結したものを使用した。根固ブロックの沈み込みがあった箇所は、ブロック設置時に大型積ブロックとの間に幅1m程度の隙間(土砂埋戻)があったことが確認できる。



写真4 横断管変状 (奥が川側)



写真5 大型積ブロック背面状況

5. 現場条件等

以下、被災原因を推定するにあたり、その他の外的要件、現場条件を記す。

(1)河川法線：水衝部、淵

芹川上流域は山間を流れる溪流であるため、線形は蛇行している。当箇所もカーブ中の水衝部にあたる。

また当箇所は淵であると考えられた。付近の土質調査結果において、水面下の玉石層でN値が4~8という非常に緩い層が確認された。すなわち洪水時には河床がさらに下がり、平常時にそこへ砂利が堆積したものではないかと考えられる。



写真6 根固ブロック変状

(2)地形：急峻な沢の出口

当箇所は急峻な沢の出口でもあった。普段は水は全く流れていないが(全て地下浸透していると思われる)、大きめの雨になると、崩土を伴う泥水が県道へ流れることがしばしばあった。

今回も、小規模の土砂流が発生し、県道への土砂堆積とともに、路面上に泥水が流れていた。舗装の隙間から路面下へ水が供給されていたと想像できる。



写真7 根固工施工時の状況

(3)地質：石灰岩質、大量の湧水

先に述べたとおり、付近の地質は石灰岩質である。石灰岩は非常に硬い岩盤だが、鍾乳洞のような地形を

なす岩でもある。現に、普段でも河道内のいたるところで湧水が見られる。

被災箇所Aでは施工当時、大量の湧水が地盤から噴き出しており、8インチポンプ4台をフル稼働しても水位が下がることはなかった。

被災箇所Aにおいては施工時に大量の湧水があったため、大型積ブロックの基礎コンクリート打設が不可能であった。また止水は不可能と思われたが、もし止水できたとしても行き場を失った水がどこへ湧き出すか予測できず、これによる悪影響も懸念された。このため、局所的に玉石を詰めた鋼製枠を敷き詰め、湧水は芹川に導水しつつ、基礎コンクリートはドライ施工できるよう工夫した(写真-8)。



写真-8 基礎鋼製枠施工時の状況

6. 原因の推定

以上のような背景をもとに、原因の推定を行う。

(1)洪水流+水衝部

被災箇所は河川法線的に水衝部であり、洪水流の大きなエネルギーを受ける箇所となっている。

また付近は「淵」と考えられたため、洪水時の最深河床は現況の最深河床よりもさらに低い位置にあった可能性がある(図4参照)。

これらのため、洪水流が被災箇所の上流側(図-3の地点S付近)で大型積ブロック基礎下から背面側へ浸水し、岩着した既設護岸に沿って流れ、裏込土の細粒分を吸出しながら下流側(図-3の地点G付近)へ流れ出し、この際に大型積ブロック基礎下の玉石層が特に大きく流出し、大きく沈下したと推測した。

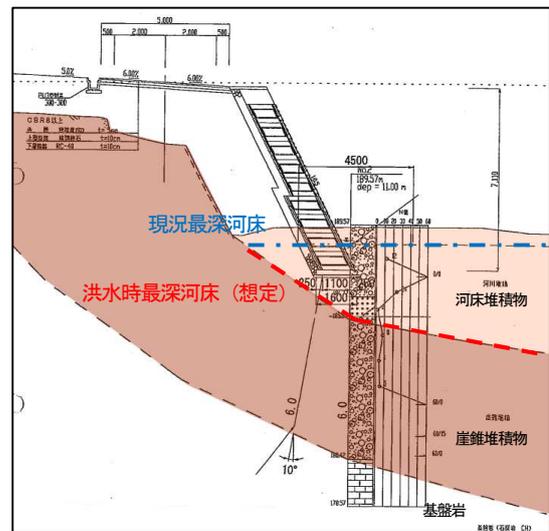


図4 被災箇所付近横断面図

(2)沢からの泥水+排水不良

被災箇所へは沢からも泥水が供給される状況にあった。この水が舗装の亀裂等から路面へ浸透していたことは容易に想像できる。写真-1では雨水が陥没箇所に入っていることがわかる。

一方、水抜きパイプから排水が確認できないことから考えると他の箇所、例えば大型積ブロックの基礎下に回り込んでいることも考えられる。後日、陥没箇所に着色水を流してみたところ、水抜きパイプからの排水も確認できたが、河道内の河床下から着色水が湧き出したことも確認した。

大型積ブロック基礎下の玉石層が非常に透水性が高い、つまり粗いもしくは緩い層である可能性が高い。

(3)根固工と大型積ブロック基礎の隙間

沈み込んだ根固ブロックと大型積ブロック基礎の間には幅1m程度の隙間(土砂埋戻)があった。河道内にある構造物の周囲では水の流れが複雑になり、局所洗掘を

引き起こすことがある。根固ブロックの下流側に土砂部があったことから、ここに大きな洗掘が発生したと考えられる。

洗掘により河床が低下したことにより、大型積ブロックの根入長が不足した状況にあったと考えられる。このことが基礎下の玉石層の挙動を可能にし、前記(1)(2)の原因になったとも推測できる。

(4)自然落差工の未復旧

被災箇所において大型積ブロックを施工するにあたり、瀬替えを実施した。この際、基礎コンクリートを打設するためには河川水位を極力さげておく必要があることから、被災箇所の約100m下流にあった自然の落差工、つまり巨礫が河道内にかみ合っ堰のようになっていたものを瀬替えとともに撤去していた。

工事施工前はこの自然落差工によって河床高がコントロールされていたと考え、これを撤去し工事完了後も復旧しなかったことにより河床高が下がり、今回の被害を助長したとも考えられる。

(5)湧水の可能性

周辺の地質および近傍の状況から、被災当時に大型積ブロック背面付近で大きな湧水が発生していた可能性も排除できない。しかし残念ながらブロック背面を目視することはできず、また目視できたとしても特別な豪雨時にしか水が湧き出さない箇所を特定することは困難を極める。

7. まとめ

本稿を通して、山岳河川沿いにおいて道路拡幅を行う際の留意点について以下のとおり再確認できた。

(1)計画河床高の設定

水衝部に護岸を築造する場合は、特に計画河床高の設定に配慮を要する。計画河床高は最深河床高より設定されることが多いが、この最深河床高を測量時点の最深河床高から求めることが多いように思う。機械的にこのように設定するのではなく、平常時には砂利や玉石が堆積していても洪水時にはこれらが流失する可能性があることを考慮し、これを土質調査結果等から把握に努め、洪水時における最深河床高を読み解くよう努める。

(2)背面水の排水、路面下への浸水防止

山岳道路において改良工事を行うにあたっては、山側からの流水（湧水）処理を適切に行う必要がある。このため、横断または縦断の排水施設の整備や水抜きパイプが十分機能する方法を検討する必要がある。当事務所では水抜きパイプ周辺には河道内の砂利を敷設するなどの工夫を始めた。

また状況によっては、アスファルト舗装では路床、路体の土粒子分が吸出しを受ける懸念があるため、透過性の路体の上にコンクリート舗装を検討するなど、路面処理（舗装構成）への配慮も必要である。

(3)根固工の設置位置

根固工と護岸基礎との間に隙間（土砂部）がある場合、洗掘を受けやすく構造上の弱点となる。このため、根固工の設置位置に配慮を要する。

(4)施工前河道状況の把握

護岸設計において根入長は計画河床高からその長さを確保しているため、工事施工前の河床高がどのような河道条件によってコントロールされているか把握することは非常に重要である。

特に今回の場合は河床高をコントロールしていたと思われる自然落差工を未復旧のまま工事を完了しており、今一度「動態平衡」という概念を認識したい。

8. 災害復旧工事

今回の被災を受けて、現在、単独災害復旧工事が進行中である。その概要と検討過程を本稿の最後に紹介する。

今回の被災原因は、大型積ブロック基礎下の砂利層が洪水流によって移動したこと、または根固工が大型積ブロックの際まで施工されていなかったこと等を遠因として、結果として大型積ブロックの根入が不足したこと（計画河床設定時の配慮不足）と考えられた。

このため、以後の予防対策として、大型積ブロック基礎部前面への止水矢板の新設および根固工の再施工を実施した。砂利層への矢板打設については、礫当たりにより設計長の打設が不可能かもしれないという懸念があったが、結果的には通常のパイプロハンマによる打設で施工できた。このことから当箇所の砂利層があまり締まっていない層であったことが改めて認識された。

2014年5月30日現在、止水矢板および根固工は予定通り全て完了しており、その他の被災箇所を復旧した後、自然落差工の復旧を行い工事を完成させる予定である。