

平成30年7月豪雨による張コンクリート工の被災メカニズムと復旧

西日本旅客鉄道 ○正会員 山内 政輝

正会員 阪東 聖人

1. はじめに

平成30年7月豪雨では、西日本の広範囲の線路において運転休止となったが、物資輸送、経済活動の観点より、早急に運転再開することが求められた。そこで、被災した全区間において列車の安全運行に必要な応急対策を講じ早期の運転再開を図ったうえで計画的に恒久対策を実施することとした。一般的に鉄道切土が被災した場合は、線路内に流入した土砂を撤去し、ブルーシート等で雨水の浸透防止の措置による応急対策を実施するが、過去に施工された張コンクリート工(以下、張コンとする)などの防護設備が被災した事例は少なく、その応急復旧および恒久復旧に関する報告は多くない。そこで、本稿では、豪雨により被災した張コンクリート工の被災メカニズムの推定、応急・恒久復旧の検討および施工結果について報告する。

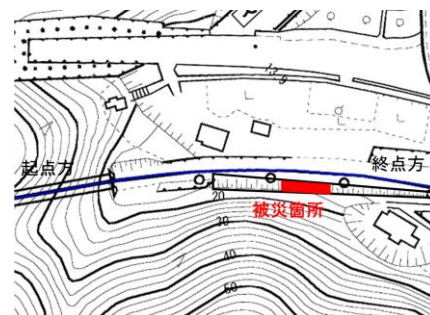


図-1 被災箇所周辺の平面図

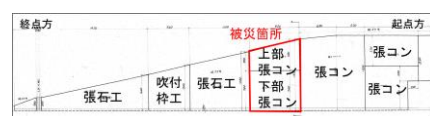


図-2 被災箇所周辺ののり面工展開図

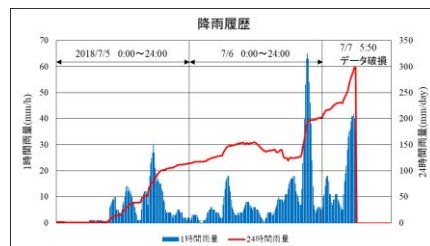


図-3 降雨履歴(近傍の鉄道雨量計)

2. 被災箇所の概要と被災時の状況

当該箇所は、大懸山の裾部を両切土で通過し、花崗岩・流紋岩が分布する区間である(図-1)。線路右側の斜面には経年約70年の張コンが施工されており、その周辺には張コンの施工以前に張石工が施工されていることから、過去にも張石工に変状が発生し、張コンクリート工で修繕したことが推察される(図-2)。

平成30年7月豪雨では、2018年7月5日～7月8日に亘って、活発化した低気圧が広範囲に多量の降雨をもたらした(図-3)。当該箇所近傍の鉄道雨量計(被災箇所から約2km)では、最大1時間雨量65mm(7/6 21:00)、最大24時間雨量は299mm(7/7 5:30)が観測された。当該箇所に設置された張コンは、約2m角ブロックで剥離し、下方に移動した形で被災していた(写真-1)。



写真-1 張コンの被災状況(下部張コン)

3. 被災メカニズムの推定

被災した張コン背面の状況を詳細に把握することを目的として簡易貫入試験を実施した(図-4)。のり面工で覆われていないNo.3、No.4ではそれぞれ2.9m、1.2mの風化層が確認されたが、張コン背面のNo.1、No.2においては、図-4に示す簡易貫入試験の結果からわかるように、地山の風化が進行した状況は見られなかった。

また、当該箇所は明確な集水地形ではないものの、No.4付近には小崩壊跡が点在し、さらに上方の斜面には笹が群生していることから、降雨時の表面水や地下水が多いことが推察される。以上より、表面水や浸透水がのり面中段境界部(No.2付近)に集水され、地山と張コンの密着性が低下したことで張コンが自重によって下方に移動したと推定した。

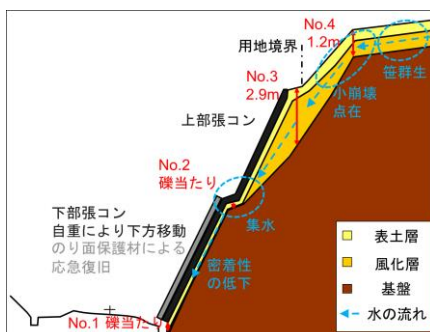


図-4 簡易貫入試験の結果と原因の推定

キーワード 切土復旧、鉄筋挿入工、張コンクリート工

連絡先 〒732-0057 広島県広島市東区二葉の里3丁目8番21号

西日本旅客鉄道株式会社 広島支社 広島土木技術センター TEL082-261-3422

4. 応急対策の検討

当該箇所は下部の張コンが下方に移動していたが、下部張コン背面地山の風化層は浅いことから、応急対策としては、降雨の浸透防止および下部張コンの更なる下方移動防止を目的に、コンクリート製ののり面保護材(以下、のり面保護材とする)を張付けることとした。また、降雨が予想される際の事前点検を実施するとともに、降雨時の重点警備箇所に新たに指定することにより、復旧完了までの間のソフト対策の強化を図った。

5. 復旧対策の検討

当該箇所の対策工を実施する上で、以下の懸念事項がある。

- 1) 営業線での列車間合い作業
- 2) 狭隘(施工基面が狭い)かつ移設の難しい架空線近傍での施工
- 3) 応急対策であるのり面保護材を撤去する必要がある
- 4) のり面保護材・張コン背面の礫石の存在等、不明な点が多数

通常であれば張コンを全て撤去した上で新たにのり面工を施工することが望ましいが、狭隘な箇所であることから列車間合いで張コンを撤去・搬出することは困難であると判断した。また、上述の通り、当該箇所では過去にも張石工の崩壊を張コンにより修繕した形跡が見られるため、既存張コンを全撤去し新たに張コンを施工した場合でも、経年とともに密着が無くなり、今回と同様の変状が発生する可能性が考えられる。さらに、施工中の安全面においても、のり面保護材撤去時に背面の張コンが崩落する可能性や上部張コン背面地山の風化に伴うすべり崩壊の可能性が考えられたため、既存の張コンを残したまま吹付砕工と鉄筋挿入工による復旧対策を実施する方針とした。検討した手順を以下に示す(図-5)。

Step.1) ロックボルトにより比較的健全な上部張コンを固定

Step.2) 下部張コンはコア削孔後、ロックボルトで地山と定着

Step.3) のり面保護材および下部張コンの不安定部分を撤去し、全面に吹付砕工を施工

Step.4) 張コン背面までコア削孔しセメントミルクを充填して地山と一体化

施工時の安全確保の観点からは、まず、既設張コンを洗浄する際、洗浄水が浸透することによるのり面の不安定化を防ぐため、目地修繕を実施した。また、のり面保護材撤去時に張コンが滑動する恐れがあったことから、ロックボルト頭部を仮定着(写真-2)させ、吹付砕工を施工後に再度本定着させた(図-5 枠内)。さらに、ロックボルトを施工後、変位観測を吹付砕工施工まで継続実施し、崩壊につながる変位が生じていないことが確認できた。下部張コン背面地山(写真-2 枠内)は、ハンマー打撃の結果、表面岩片は剥落するものの手応えがあり、風化度は小さいことを確認したことから、ロックボルトに対する設計計算を満足すると判断した。

6. まとめ

本稿では、平成30年7月豪雨による張コンの被災メカニズムと復旧方法の検討および施工実績について報告した。既存張コンを残したまま吹付砕工に先行してロックボルトを挿入するという本工法により、狭隘かつ営業線の近傍であっても安全かつ効率的な施工性が実現されたと考えている。近年、構造物が高経年化する中で、豪雨等により被害が激甚化する傾向にあり、応急復旧後に列車を運行させながら本復旧を行うケースが増えている。本稿のような手法が安全かつ効率的な恒久対策として広く取り入れられることに期待したい。

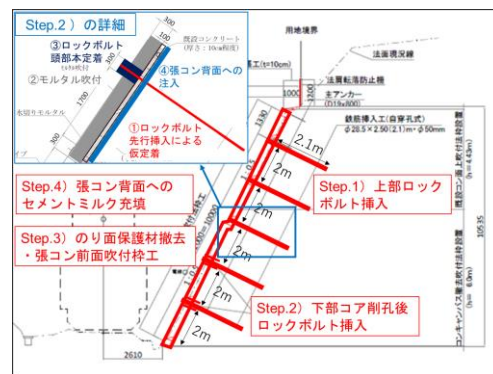


図-5 復旧計画断面図



写真-2 張コンと地山の定着状況



写真-3 復旧完了全景