

河川橋りょうにおける簡易的な運転規制の設定に関する検証

九州旅客鉄道株式会社 正会員 ○山崎 一之
森 裕昭

1. はじめに

近年、豪雨災害が激甚化・頻発化し、特に鉄道河川橋りょうにおいては、桁流失や橋脚傾斜等、長期運転休止を伴う大規模災害が毎年のように発生している。被災する橋りょうの多くは地方交通線に位置し、河川構造令が施行される前に築造されており、それらに対して抜本的なハード対策をとることは困難な状況にある。そのため、これまで以上に桁下水位による運転規制等のソフト対策の重要性が高まっている。

JR九州における桁下水位による運転規制は、河川を横過する橋りょうのうち必要な箇所について、各保守区が規制水位（運転中止・徐行・警戒）を設定している。しかし、各々の規制水位については、そのほとんどが国鉄時代に設定されており、その根拠が不明瞭なまま継承されているのが実態である。

河川増水時、桁下水位による運転規制を適切に実施し、安全かつ安定的な輸送を継続する上では、河川整備計画や河床の状況等、橋りょう周辺の環境変化に応じた最適な規制水位の設定が不可欠である。そこで本稿では、橋りょう周辺の環境変化に応じた柔軟な規制水位の設定方法について検証したので、その結果について報告する。

2. 運転規制の変遷

国鉄時代の昭和30～40年代における水位規制は、各鉄道管理局内で定められた独自の基準に基づく運転規制が実施されていたが、昭和43年10月に第1富良野橋りょう脱線事故を受けて「予測限界洗掘深さの推定による運転規制の定め方」が定められ、橋脚周囲の最大洗掘深さをあらかじめ推定し、水位に関する運転規制の基準値を設定する考え方が具体的に示された。その後、昭和47年9月には「降雨に対する運転規制基準作成要領」において、最大洗掘深さを推定した上で、その状態での橋脚の転倒、滑動、沈下の各々に対して基礎の安定計算を行い、併せて流下物による検討、橋りょう背後の盛土に隣接する護岸、

又は堤防高による検討から最も低い水位を基準値とする考え方が定められた。

このように規制水位の設定方法については、災害や脱線事故を契機に適宜見直しが図られているが、JR九州における運転規制については、その都度一律に見直しが図られていないことが判明している。

3. 運転規制見直しに向けた検討

今後新たに運転規制を設定するには、現在の設計標準に準拠した橋脚の安定計算を実施する必要がある。一方で、「鉄道河川橋りょうにおける基礎・杭土圧構造物の維持管理の手引き」付属資料に河川橋りょう橋脚の安定計算例が示されているが、安定計算に必要な地盤条件の設定には専門的な知識や詳細な地質調査が必要であり、各保守区で個別に河川の状況に応じた規制水位の見直しを図れるとは言い難い。

そこで、規制水位の設定の際に実施する橋脚の安定計算を標準化・省力化し、各保守区で簡易に規制水位を設定できる仕組みができないか検討する。また、簡易的な橋脚の安定計算結果から算出される規制水位と現状の規制水位を比較し、簡易安定計算の結果の妥当性について検証する。

4. 簡易安定計算について

本検討における安定計算では、各保守区が管理しているしゅん功図や既存の設備台帳から情報を入力して計算を行う。入力する情報は、橋りょうのスパン、桁の重量、橋脚の寸法、土被り等である。各橋りょうの入力条件から、線路方向及び線路直角方向に関する安定照査を行う。安定照査は、鉛直・水平・回転モーメント・縁引張応力のそれぞれに対して実施した。規制実施後は列車の進入がなく、保守社員による規制解除のための目視点検が実施されるため、列車荷重、衝撃荷重は考慮されていない。また、保守区で個別に安定計算を簡便に実行できるように、地盤条件のN値を上載土N値10、支持層N値30とし、橋脚の材質は無筋コンクリート、根固め工や河川の

キーワード 鉄道河川橋りょう 運転規制 規制水位 安定計算 モーメント

住所：長崎県長崎市尾上町8番6号 長崎工務所 電話：095-823-0108 FAX：095-827-3128

流下方向と橋脚の向きは直角となるよう設定した。杭基礎については、過去の被災事例がないことおよび試験的に2橋りょうに対し詳細な解析を行った結果が十分安全であったことから、洗掘を考慮した安定計算は必要ではないと判断した。

5. 安定計算結果及び考察

5-1. 直接基礎及び木杭基礎

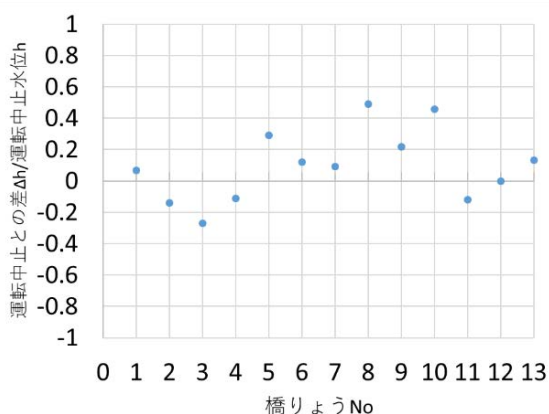


図1. 現行の運転中止水位との誤差

JR九州管内の1級河川を横過する橋りょうを対象とし、13橋りょうに対して簡易的な安定計算を行った。安定計算を行い照査値が1を超えた水位と現行の運転中止水位との差を現行の運転中止水位で除した値について比較を行った結果を図1に示す。図1より、現行の運転中止水位との差は、橋りょう毎にバラつきがある結果となり、現行の規制水位が最適ではない可能性があることが確認された。

またその水位において、どの照査値が影響しているのかを確認した結果、全ての橋りょうについて回転モーメントによる安定照査値が影響していることが分かった。そこで、安定照査において支配的だった回転モーメントに着目し、現行の各規制水位を入力し、再度回転モーメントについて計算を行った。このときの回転モーメントを設計モーメント値とする。また、簡易安定計算で耐える最大水位での回転モーメントを設計最大抵抗モーメントとする。ここで注目したのは、設計モーメント値を設計最大抵抗モーメントで除した照査値(以下、「モーメント係数」)についてである。その結果をまとめたものを図2に示す。図2より、運転中止水位でのモーメント係数の平均値は0.93、徐行水位では0.85、警戒水位では0.77であることが分かった。また、運転中止水位でのモーメント係数の最大値は1.10であり、これまで

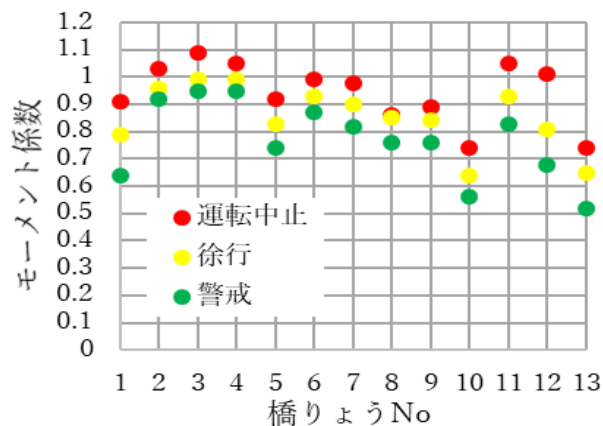


図2. 各規制水位におけるモーメント係数

運転規制がかからずに災害が発生した事例はないことから、この値を用いて、簡易的な運転規制水位の設定をできる可能性があると考えられる。今後、より多くのサンプルで安定計算を実施し、簡易安定計算の精度検証を実施していく。

5-2. ケーソン基礎

試験的に3橋りょうのケーソン基礎に対して安定計算を行った。その結果、どの橋りょうも洗掘想定後の安定計算において、桁下面まで水位を上昇させても、橋脚は沈下・転倒しないという照査結果になった。しかしながら、過去の事例から根入れの比較的浅いケーソン基礎では橋脚傾斜等の事例も散見される。そのため、ケーソン基礎については安定計算により安全であることを確認した上で、周囲の堤防高等の状況を考慮した規制水位で決定していく。

6. まとめ

- (1) 簡易安定計算の結果から求めた規制水位と現行の規制水位を比較すると橋りょうごとにバラつきがあり、現行の規制水位の見直しが必要であることが分かった。
- (2) 回転モーメントに着目することで、運転規制水位を設定するための一つの指標を見出した。
- (3) 杭基礎の検討結果から、杭基礎においては規制水位が安定計算により設定されている可能性は低い。

7. 今後の展望

本研究では各保守区にて作業可能となる仕組み作りを目標に検討を行った。今後はより多くの橋りょうで簡易安定計算を実施するとともに、いくつかの橋りょうに対しては、詳細な安定計算を実施し、比較することで精度の向上を行う必要がある。