

岐阜県における河川内橋脚の洗掘に対する現状の取り組み（その3）
ー洗掘に対する橋脚基礎の安定性の評価と対策の優先度ー

大日コンサルタント株式会社 正会員 ○渡邊 宗典，町 勉，非会員 加藤 大暉

1. はじめに

岐阜県各務原市に位置する川島大橋は、令和3年5月20日から21日の大雨による木曽川の出水（写真1）により河床が洗掘され、橋脚の沈下、傾斜、上部構造の変形が発生した。現在は架け替え工事中である。岐阜県では、川島大橋の被災後、直ちに全ての管理橋梁の緊急点検を行い、橋脚周りの洗掘の状況を把握した。現在、緊急点検結果を踏まえた今後の対策について検討している。本稿では、洗掘に対する橋脚基礎の安定性の評価と対策の優先度の考え方について報告する。



2. 対策の優先度の必要性

写真1 令和3年5月20日から21日の出水

岐阜県管理橋梁のうち、河川内に橋脚を有する橋梁について、緊急点検を実施した。緊急点検の結果、洗掘が進行し、基礎の上面が露出している橋梁が複数あることが明らかになった。基礎補強や河床安定対策は、多額の費用が必要であるため、将来の河床の洗掘を見据えた橋脚基礎の安定性を適切に評価して、対策の優先度を整理することが課題となった。

3. ケーソン基礎の安定性の評価

洗掘が橋脚基礎の安定性に及ぼす影響は、基礎形式によって大きく異なる。直接基礎と杭基礎は、フーチング底面が洗掘されると安定性を損なうことが明らかであるが、ケーソン基礎は、安定性の評価指標が不明確である。そこで、ケーソン基礎の洗掘に対する安定性の評価指標を得るため、建設当時の耐震性能を目標とし、橋の供用期間中に発生する確率が高い地震動（レベル1地震）に対して橋としての健全性を損なわない性能（耐震性能1）を満足するケーソン基礎の根入れ率を試算した。ここに、根入れ率とは、 $L2$ （根入れ長）/ $L3$ （ケーソン長）と定義した。

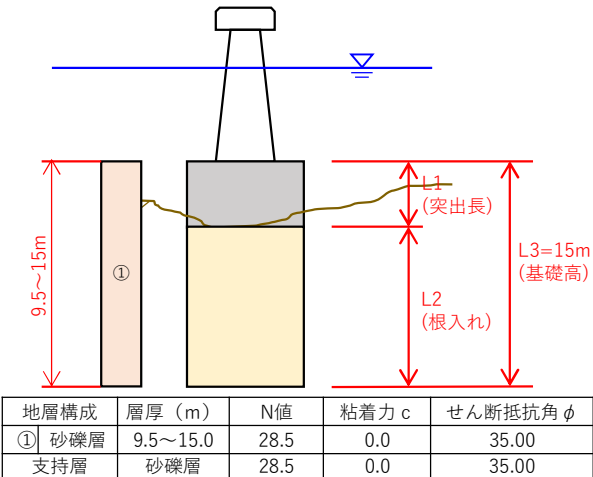


図1 ケーソン基礎の検討モデル図と地盤定数

(1) 検討条件

検討は、被災を受けた川島大橋のP4橋脚を対象に実施した。地盤定数は、既往の地質調査結果から、基礎周辺がN値25~50以上の玉石混じり砂礫の「沖積層」とであると想定できたことから、平均N値=28.5の様な砂礫層と仮定して安定照査をした。検討モデル図と地盤定数を図1に示す。

(2) 検討方法

ケーソン基礎の安定照査は、道路橋示方書・同解説Ⅳ下部構造編（H24.11）に準拠した。設計水平震度 K_h は、地震の特性、地盤種別、構造物の固有周期等によって異なるが、架橋位置の地盤特性からⅡ種地盤と仮定し、 $K_h=0.1\sim0.25$ とした。これは、橋の固有周期がこれまでの経験から0.4~1.0(sec)の間にあると想定して、図2の気象庁の「周期及び加速度と震度（理論値）の関係」¹⁾を参考にすると、概ね震度5弱~震度6弱の地震に相当すると考える。

キーワード 洗掘，優先度，基礎の安定性の評価，基礎形式

連絡先 〒500-8384 大日コンサルタント株式会社 橋梁構造部 TEL 058-271-2509

(3) 検討結果

設計水平震度 $K_h=0.1\sim0.25$ の 0.5 刻みの設計水平震度に対し、安定照査を満足する根入れ率を試算した結果を表 1 に示す。耐震性能 1 を満足するのに必要な根入れ率は、63～83%であった。この結果を基に、対策の優先度を決定するためのひとつの指標として、ケーソン基礎の根入れ率を 60～80%に設定した。ただし、今回の検討結果は、平均 N 値=28.5 相当の様な砂礫地盤を想定したものであることに注意を要する。河川特性から河床低下や洗掘の速度が速いと想定される場合は、根入れ率が 80%以上であっても個々に地質調査を実施して安定照査の精度を高める必要がある。

4. 優先度の考え方

対策の優先度は、洗掘されやすい河川特性と基礎形式に着目し、基礎形式毎に「高・中・低」の 3 段階のグルーピングを行った (表 2)。ここに、洗掘されやすい河川特性は、河川工学の有識者の意見や国から示された資料²⁾を参考に、「偏った滞筋に下部工がある橋梁」や「砂州河道からの移行部に位置する橋梁」等に該当する場合とし、航空写真による滞筋の変遷や現地の状況を河川の専門技術者が確認して判別した。

優先度「高」は、最も対策が急がれる状態であるため、洗掘されやすい河川特性を有し、かつ根入れ率が低下しているグループとした。基礎形式別には、優先度「高」の中でも直接基礎の優先順位を高く設定した。直接基礎は、フーチング上面の露出が確認

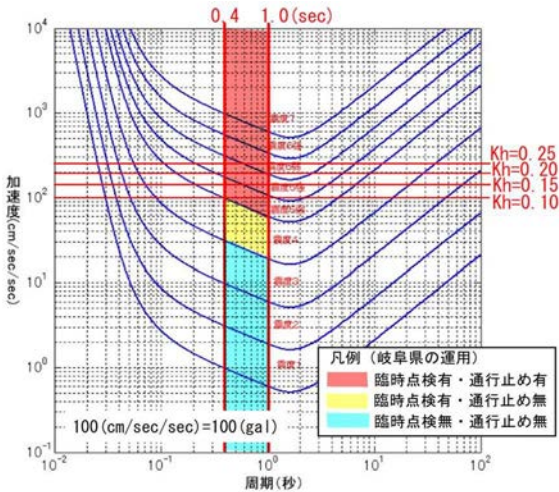
された状態を放置すると、異常出水時に一気に基礎下面まで河床低下が進み基礎が不安定になることがあるためである。杭基礎は、フーチングが露出してもすぐに安定性が損なわれることはないが、杭頭が露出すると地震時の安定性が低下するため、直接基礎に次ぐ優先順位とした。ケーソン基礎は、洗掘されやすい河川特性を有していても、一般に基礎の根入れが深く側面の抵抗が期待できるので、杭基礎に次ぐ優先順位とし、「3. ケーソン基礎の安定性の評価」の検討結果を基に耐震性能 1 を満足しない根入れ率 60%未満を優先度「高」とした。優先度「中」では、洗掘されやすい河川特性を有し、かつ耐震性能 1 を満足するのに必要な根入れ率 60%以上 80%未満のケーソン基礎の優先順位を最も高くした。次いで、洗掘されやすい河川特性を有していてもフーチング上面の露出が確認される直接基礎と杭基礎の優先順位とした。優先度「低」は、安定性の検討結果より根入れ率の評価を細分化することができたケーソン基礎のみ設定した。

5. おわりに

対策の優先度を検討することにより、対策が急がれる橋梁を明確にすることができた。現在は、優先度の高い橋梁から順に、対策工の検討、または詳細な調査と安定照査を実施しているところである。今後は、対策が必要となる根入れ率等の閾値を橋梁毎に設定し、簡便にモニタリングする方法を構築することが課題である。

参考文献

1) 気象庁：震度と加速度 <https://www.data.jma.go.jp/eqev/data/kyoshin/kaisetsu/comp.html>
2) 国土交通省：道路橋の維持管理における洗掘に関する予備知識（案），令和 3 年 8 月



注) このグラフは地震波の周期と加速度を示すものである。

図 2 気象庁の「周期及び加速度と震度(理論値)の関係」

表 1 ケーソン基礎の安定照査を満足する根入れ率

設計水平震度 震度相当	$K_h=0.1$ 震度5弱	$K_h=0.15$ 震度5弱～5強	$K_h=0.2$ 震度5強	$K_h=0.25$ 震度5強～6弱
L1(突出長)	5.5	4.5	3.5	2.5
L2(根入れ長)	9.5	10.5	11.5	12.5
L2/L1	1.7	2.3	3.3	5.0
L2/L3	63%	70%	77%	83%

表 2 対策の優先度のグルーピング

	直接基礎	杭基礎	ケーソン基礎
優先度 高	優先順位1 洗掘されやすい河川特性かつ 根入れ率100%未満	優先順位2 洗掘されやすい河川特性かつ 根入れ率100%未満	優先順位3 洗掘されやすい河川特性かつ 根入れ率60%未満
優先度 中	優先順位5 根入れ率100%未満	優先順位6 根入れ率100%未満	優先順位4 洗掘されやすい河川特性かつ 根入れ率60%以上80%未満
優先度 低	-	-	優先順位7 根入れ率60%以上～100%未満