

橋台の洗掘に対する一考察

(株)オリエンタルコンサルタンツ 正会員 ○浅井義弘
 (株)オリエンタルコンサルタンツ 正会員 黒川直哉
 (株)オリエンタルコンサルタンツ 正会員 田中樹由

1. はじめに

昨今、「保全」や「維持管理」という言葉をよく聞くようになった。またマスメディアでもインフラの維持管理について取り上げられることが多くなり、特に橋梁の老朽化は我が国が抱える深刻な問題の一つとして注目されている。しかし我が国は、増大する自然災害リスクや老朽化リスクに対し、限られた予算と労働力で社会資本の保全や維持管理に取り組まなければならない現状にある。本稿では、自然災害リスクのひとつである洗掘の中でも橋台に対する原因と対策について考察する。洗掘対策は、これまでに数多く報告されているが、そのほとんどが橋脚に対するものであり、本稿の対象は、橋台で基礎形式が杭基礎（木杭）、橋梁の建設位置は河口付近とした。

2. 洗掘の原因推定と調査

1) 原因の推定

一般的な洗掘の原因は、河川のみお筋（水深が最大となる流路）や構造物周辺の地質によるところが大きい。主に橋脚の洗掘が多く報告されているが、みお筋次第では橋台の洗掘もありえる。（図-1）

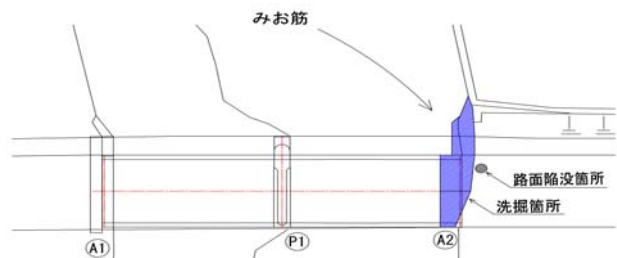


図-1 平面図（みお筋）

2) 影響

橋脚の場合、フーチング部周辺が洗掘されると構造物が傾いたり倒壊したりするが、構造物の変状が起こらない限り第三者への影響は少ない。橋台の場合も橋脚と同様に構造物の傾きや倒壊が見られるが、橋台ではフーチング部前面から土砂が吸出され続けると背面土まで影響が及び、やがては路面が陥没するといった事態が起こり、場所や時間帯によっては大惨事を招く可能性もある。（図-2）

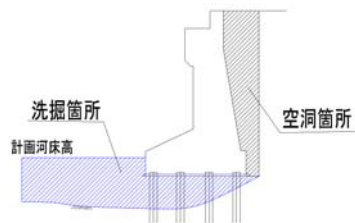


図-2 側面図（洗掘・空洞箇所）

3) 調査

調査方法としては、以下のようなものがある。

- ①空洞範囲：空洞探査車で路面から橋台背面の空洞状況を確認。
- ②洗掘範囲：超音波（カラーイメージングソナー）で洗掘状況を確認。しかし超音波は洗掘状態を三次元的に捉えることはできるが、一計測で一断面しか計測することができない。その他の手法として、二次堆積物の厚さや分布・硬さなどから深さを推定する音波探査（音波）・弾性波探査（弾性波）・地下レーダー（電磁波）などがあるが、適用箇所に留意して扱う必要がある。洗掘の調査は、前述した手法と潜水士による調査（水中カメラ撮影・コンベックスによる実測）を組み合わせることも有効と考える。^{1) 2)}

また計測手法の精度は、構造物の設置状態・環境に左右されるため、調査を行う者は、全ての橋梁に同様の計測手法を適用できるわけではないことを認識しなければならない。

3. 橋台における洗掘対策

本稿では洗掘対策として、フーチング部周辺に矢板を打ち込み洗掘された部分に充填材を充填する方法を報告する。

1) 材料の選定

充填材料は、コンクリート系と土系の材料が考えられ、選定する条件としては、施工性・構造性・材料の品質が挙げられる。（表-1）

- ① 施工性：自己充填性に優れた材料が必要であり、土系材料では軽量土・流動化処理土、コンクリート系では自己充填コンクリート・水中不分離性コンクリートがある。また水中施工も考える必要がある。

キーワード：老朽化，道路橋，維持管理，橋台洗掘

連絡先 〒151-0071 東京都渋谷区本町 3-12-1 (株)オリエンタルコンサルタンツ TEL03-6311-7860

- ② 構造的：洗掘対策は、構造物の構造形態を変えないことが重要であり、コンクリート系の材料は、フーチング部や杭基礎と一体化してしまい構造形態を変える恐れがある。コンクリート系の材料を使う場合は事前調査で洗掘範囲や深さを詳細に確認し、地震時の滑動に対する安定性について検討する必要がある。
- ③ 品質：土系の材料は、現場でのボーリング調査を行い、現地と同程度の一軸圧縮強度となるように材料を配合する必要がある。

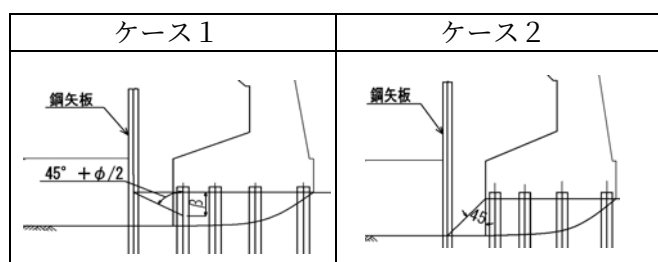
表－１．材料の特性

材料名	土系材料		コンクリート系材料	
	軽量土	流動化処理土	自己充填コンクリート	水中不分離性コンクリート
施工条件	気中	水中	気中	水中
施工性	水中施工不可 狭小部への充填可	水中施工可 狭小部への充填可	水中施工不可 狭小部への充填可	水中施工可 狭小部への充填可
構造的	変わらない	変わらない	変わる	変わる
経済性	安価	安価	高価	高価

今回の条件では流動化処理土の適用が望ましいと考える。その理由は木杭が気中にさらされた場合、状況によっては構造物が変動する可能性があるからである。³⁾

2) 施工範囲の選定

施工範囲（土系材料）は、既設杭のパネ値を考慮し、ケース１（ $1/\beta$ の位置から $45^\circ + \phi/2$ ）・ケース２（土の崩壊角度 45° ）の大きい方の値以上とするのがよいと思うが、その対策範囲についてはなんらかの検証のもと決定する必要がある、今後の課題となる。⁴⁾（図－１）



図－１．施工範囲

3) 恒久的な対策

恒久的な洗掘対策としては、不透水層までを矢板で締切る必要がある。締切りを透水層で止めてしまうとボーリング現象が起こり充填した材料が再び流される可能性があるからである。

また、使用する材料の耐久性について検討する必要がある。材料の腐食を考えた場合PC矢板が適しているが、時間経過とともに矢板間に隙間が開いたり、桁下での継手施工ができないため、鋼矢板を防食することがよい対策だと考える。

鋼矢板の防食には、重防食鋼矢板・電気防食・現場塗装鋼矢板があり、現場の環境にあったものを選定することが必要である。各工法の特徴を以下に示す。⁵⁾

- ① 電気防食：河口付近では、海水と淡水が混ざり電位が一定に保てないため適用できない。
- ② 現場塗装（水中塗装）：もっとも腐食環境にある飛沫体部や干満体部を中心に塗装する必要がある。
- ③ 重防食鋼矢板：工場塗装のため品質は良いが施工時に傷が入るとそこから腐食が進む、また納期に時間がかかる。

また、フィルターユニットを締め切り材の前面に設置することも有効な手段であるが、河川阻害率等の問題もあり河川管理者との協議が必要である。

4) 施工方法

施工方法の選定は、洗掘された構造物に影響を与えないことが重要であり、矢板の設置位置と根入れ深さを検討する必要がある。

- ① 圧入工法：既設構造物への影響は少ないが地盤条件によっては適用できない。
- ② 圧入工法とウォータージェット工法の併用：本工法は、支持層まで根入れができるが、地盤を乱すため締め切り材の設置位置に注意する必要がある。
- ③ バイプロハンマ工法：地盤に振動を与え既設杭への影響が懸念される。施工は影響範囲を避けるとともに既設構造物の変位を確認することが望ましい。

4. おわりに

本稿で紹介した工法は、ほんの一部である。今後は全国各地に点在している洗掘が懸念される橋梁に対して、調査方法や対策方法を確立する必要がある。また施した対策に対して定性的ではなく定量的に安全性を示す技術が必要であると考えます。

これからの我が国を考えた場合、維持管理コストの最小限化は必要不可欠であるが、なによりも重要なことは市民の安心・安全が守られることである。

参考文献

- 1) 大越盛幸・福井次郎：洗掘調査技術の現状，2001.9
- 2) 塩井幸武：基礎工と洗掘と維持管理，2001.9
- 3) 流動化処理工法研究機構：土の流動化処理工法
- 4) 富沢幸一・西川純一：複合地盤杭の実用的設計法の検証，2002.9
- 5) 防食補修工法研究会：港湾鋼構造物実務ハンドブック，2002.2