

アルミ棒積層体を用いた河川橋脚基礎の局所洗掘・内部侵食被害後の残存支持力に関する検討

中央大学 学生会員 ○平野 萌果 中央大学大学院 学生会員 佐々木 優奈
中央大学 正会員 西岡 英俊

1. はじめに

昨今の局所的豪雨や台風災害の増加に伴い、河川橋脚基礎の周囲の地盤が流出する洗掘被害が増加している。既往研究では、河川橋脚基礎が沈下・傾斜の被害を受けた中規模災害に着目し、再供用に必要とされる残存支持力がどのようなメカニズムで発現するのかについて、砂地盤を模擬したアルミ棒積層体を用いた模型実験を実施し、局所洗掘被害を受けても、被災後の極限支持力（残存支持力）はさほど低下しないことを確認している¹⁾。礫や玉石混じりの地盤では基礎直下・端部で細粒分のみが流出する内部侵食の被害を受ける。内部侵食被害後の残存支持力について、基礎端部付近に部分的な空隙を生じる局所洗掘被害後の残存支持力²⁾との比較・検討を行った。

2. 実験概要

本研究で用いた実験装置、模型地盤の作成、局所洗掘の作成および鉛直載荷実験の詳細手順は文献²⁾を参照されたい。なお、本実験で用いたアルミ棒の直径は、1.5mm、2.0mm、3.0mmおよび5.6mmの4種類で、最大径のものを礫と想定している。内部侵食状態を模擬した様子を図-1に示す。図-2のような、基礎端部から幅、高さともに等距離 W_e をとった台形を内部侵食範囲とし、範囲内の径の小さい直径1.5mmと2.0mmのアルミ棒を抜き取ることにより模擬した。本実験では、この内部侵食範囲を変化させ、表-1に示す各4ケースの実験を3回実施した。なお、内部侵食との比較対象として、同一の地盤条件での局所洗掘の実験結果²⁾を用いる。

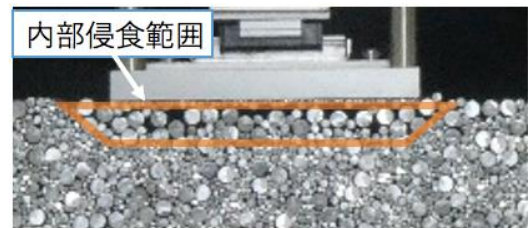


図-1 アルミ棒抜き取りの様子

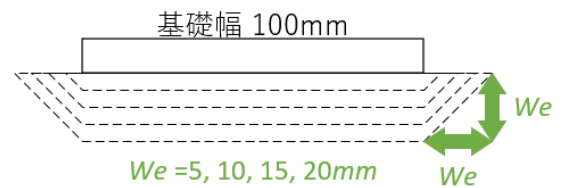


図-2 内部侵食範囲

表-1 実験パラメータ（内部侵食）

粒径別 混合比	1.5mm:2.0mm:3.0mm:5.6mm 1:1:1:1.5
安息角	33°
単位体積 重量	平均 21.75kN/m ³ 変動係数 0.27%
内部侵食 範囲 W_e	5, 10, 15, 20mm

3. 実験結果

内部侵食を模擬した鉛直載荷実験により得られた荷重・沈下量の関係を図-3に示す。内部侵食の場合も局所洗掘の場合と同様に初期勾配が低下するが、すぐに荷重・沈下関係が反りあがる傾向が確認できた。

次に、局所洗掘と内部侵食の両ケースを比較するため、両者で同一の指標としてアルミ棒の実断面積 A_s （実現象では流出した土砂の単位奥行きあたりの土粒子体積に相当）に着目し、これと残留沈下量・残留傾斜角との関係を図-4、図-5に示す。内部侵食と局所洗掘の両方で、抜き取ったアルミ棒の実断面積が増加すると、残留沈下量は増加することがわかる。また、内部侵食の場合は、残留沈下量と抜き取ったアルミ棒の体積減少分の高さ（ $=A_s \div$ 基礎幅）とほぼ一致している。また、残留傾斜角については、抜き取ったアルミ棒の実断面積が増加すると、局所洗掘の場合は大きくなるが、内部侵食の場合は大きく変化しないことがわかる。なお、局所洗掘の場合は洗掘によってできた斜面側に傾く傾向がみられた²⁾。

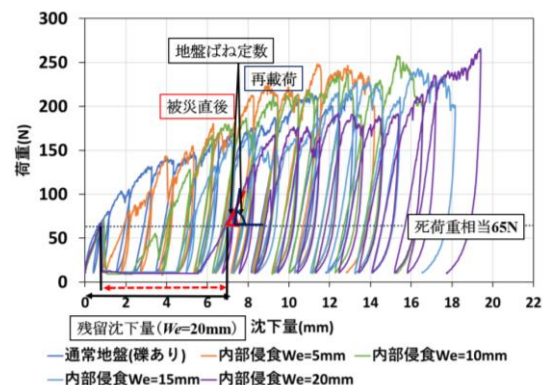


図-3 荷重沈下関係（内部侵食）

キーワード アルミ棒積層体、残存支持力、洗掘現象、局所洗掘、内部侵食、直接基礎

連絡先 〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27 中央大学理工学部都市環境学科 基礎・地下構造研究室 TEL: 03-3817-1804

ここで、内部侵食と局所洗掘の各ケースの荷重・沈下関係から地盤ばね定数（被災直後・再載荷時）を求めた。内部侵食と局所洗掘の各ケースにおける地盤ばね定数と抜き取ったアルミ棒の実断面積 A_s との関係を図-6に示す。内部侵食の場合も局所洗掘の場合と同様に再載荷時の地盤ばね定数は被災直後の地盤ばね定数よりも常に大きいことが確認できた。すなわち、被災後に初めて活荷重を作用させるときには、ある程度沈下が進行するが、その後、活荷重を繰り返し載荷することで沈下量の増加は収束すると考えられる。

次に、内部侵食と局所洗掘の各ケースにおける残存支持力と抜き取ったアルミ棒の実断面積 A_s との関係を図-7に示す。実際の応急復旧では残留変位分はジャッキアップ等により補修される。よって、補修後に期待される極限支持力（以下、補修後残存支持力という）を、沈下量が「基礎幅の10%+残留沈下量（被災前からの増分）に至るまでの最大荷重」と定義する。補修後残存支持力は、局所洗掘・内部侵食の場合においても、局所洗掘・内部侵食が起きていない通常地盤と比較して、死荷重自体で倒壊しない範囲ではほとんど低下しないことがわかる。これに対して、補修前残存支持力を「沈下量が基礎幅の10%(10mm)に至るまでの最大荷重」と定義すると、局所洗掘と同様に内部侵食でもアルミ棒の実断面積の増加による補修前残存支持力の低下が生じていることがわかる。

4. まとめ

本研究では、局所洗掘・内部侵食被害を受けた河川中の橋脚基礎の残存支持力について比較・検討を行った。

その結果、補修前残存支持力は残留沈下量・残留傾斜角の大きさに応じて低下するが、死荷重自体で倒壊していない範囲であれば、残留沈下量・残留傾斜角の大きさに関わらず、これらをジャッキアップ等で補修した後の残存支持力は被災前と同程度の値を示すことが確認された。このことは、局所洗掘・内部侵食によって比較的大きな残留沈下量・残留傾斜角を生じる被害を受けた後でも、被災基礎を再利用する簡易な応急復旧工事で早期の機能回復（橋梁の使用再開）が可能であることを示唆している。

なお、本研究の一部は JSPS 科研費 基礎研究(C) JP20K04687 の助成を受けたものである。

参考文献

- 1) 佐々木優奈, 西岡英俊: 局所洗掘後の河川橋脚直接基礎の残存支持力に関する研究～アルミ棒積層体支持力実験による抵抗メカニズムの考察～, 第56回地盤工学研究発表会講演概要集, 2021.7
- 2) 平野萌果, 佐々木優奈, 西岡英俊: 異なる粒度分布のアルミ棒積層体を用いた局所洗掘被害後の直接基礎の残存支持力の検討, 第57回地盤工学研究発表会講演概要集, 2022 (投稿中)

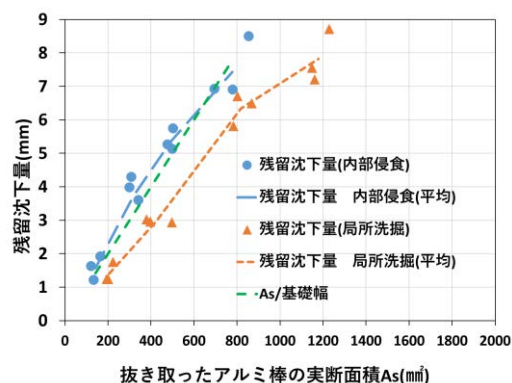


図-4 A_s と残留沈下量の関係

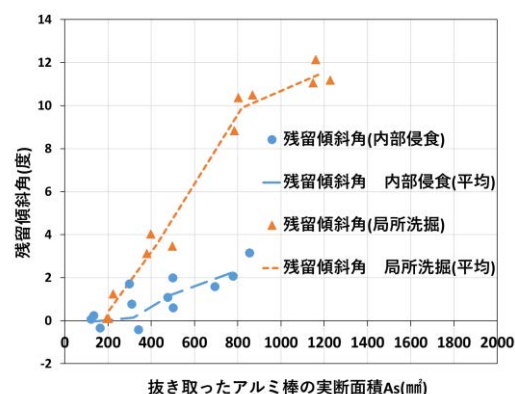


図-5 A_s と残留傾斜角の関係

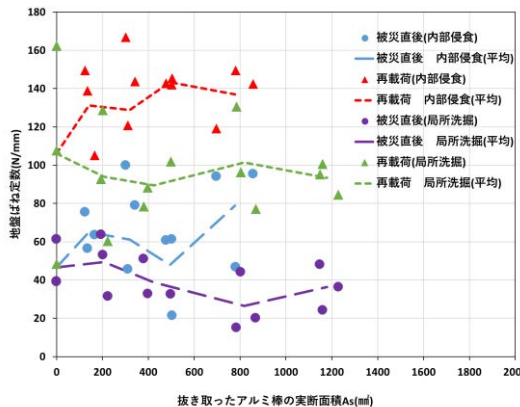


図-6 A_s と地盤ばね定数の関係

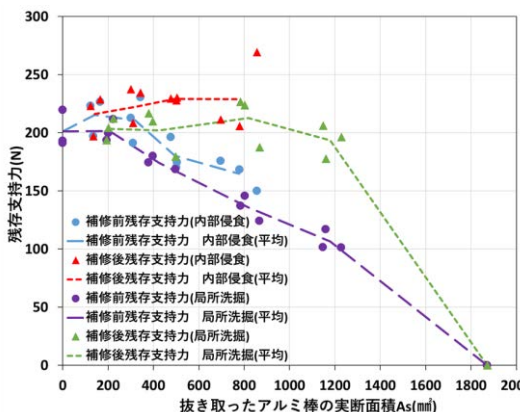


図-7 A_s と残存支持力の関係