

河川中の直接基礎の局所洗掘後の残存支持力に関するアルミ棒積層体支持力実験

中央大学 学生会員 ○佐々木 優奈 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。これらの被害の中には完全な倒壊・流出には至らず、河川橋脚基礎の残留沈下・傾斜に留まる中規模被害があり、再供用による応急復旧が可能な場合も少なくないことが明らかになっている¹⁾。

そこで本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解明するための基礎的な実験として、アルミ棒積層体を用いた直接基礎の支持力実験を行った。具体的には、洗掘現象を人為的に再現し、その洗掘程度を変化させることによる残存支持力の発現の違いについて検討した。

2. 実験概要

本研究で用いた実験装置を図-1に示す。模型地盤には、長さ 50mmのアルミ棒を幅 600mm、高さ 220mmで積み上げたアルミ棒積層体を用いた。アルミ棒の直径は、1.6mmと 3.0mmの2種類で、重量比 3:2 で混合している。具体的には、アルミ棒のまき出し厚5cmを1層とし、1層ごとに上部からバイブレーターにより振動を与えて十分に締固めて模型地盤を作成した。なお、深さ 5cm、幅 25cmの測定箱に同様の地盤作成方法で模型地盤を作成し、それを傾斜させてアルミ棒が崩落する安息角 ϕ_r を求めた。この作業を3回行った平均値は、 $\phi_r = 29^\circ$ であった。

直接基礎模型（以下、基礎と記す）は、厚さ 10mm、幅 120mm、奥行 50mm の剛板とし、鉛直ジャッキ（スクリージャッキ）により変位制御で鉛直に載荷した。なお、既往の研究²⁾では基礎を鉛直ジャッキに剛結していたが、本実験では鉛直載荷に伴う基礎の回転と滑動を許容する構造とした。具体的には、基礎の上面に水平方向に可動するリニアガイドを設置し、それを鉛直ジャッキ先端のクサビを介して鉛直に載荷する構造とした。クサビと鉛直ジャッキとの

間にロードセルを設置して鉛直荷重を計測した。また、ジャッキ変位を接触式変位計で計測した。

鉛直載荷実験の手順を以下に示す。まず、地盤作成後に基礎を地表面の所定の位置（すなわち基礎の根入れ深さはゼロ）に設置する。その後、鉛直ジャッキを用いて、一旦、死荷重相当（洗掘を模擬しない場合の極限支持力の 1/3 程度となる 24.5N）まで載荷し、死荷重が作用した状態（すなわち、洗掘により被災する直前の供用時の状態）を模擬した。この状態で鉛直ジャッキの変位は保持したまま後述するアルミ棒の抜き取り作業を行い、局所洗掘状態を模擬した。この時、実験上はジャッキ変位が固定された状態であるため、局所洗掘により基礎底面の反力が一旦ほぼ失

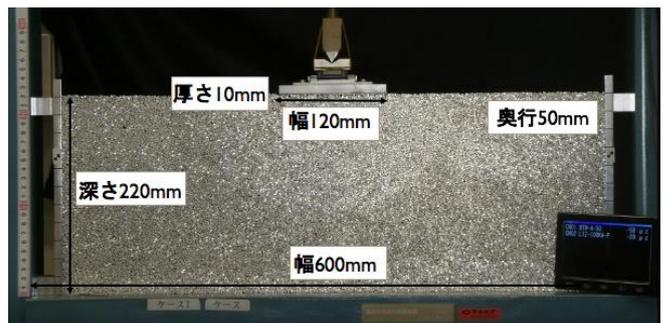


図-1 アルミ棒支持力実験装置



図-2 局所洗掘範囲

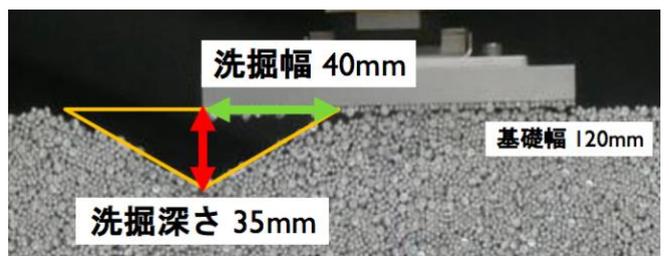


図-3 アルミ棒抜き取りの様子

キーワード アルミ棒、支持力実験、洗掘現象、局所洗掘、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

われることから、この時点での荷重と沈下量をゼロと定義して鉛直載荷実験を開始した。載荷は、複数回の除荷・再載荷を行いつつ、鉛直ジャッキ変位が基礎幅の10% (12mm)を超えるまで実施した。なお、載荷速度は鉛直変位が 0~3mm で 0.25mm/min, 3~6mm で 0.5mm/min, 6mm 以上で 1mm/min を目安に制御した。

局所洗掘状態を模擬するためのアルミ棒の抜き取り作業は、上流側の基礎端部直下に最大洗掘深さ(局所洗掘深さ)を生じた状態を模擬するため、図-2に示すような二等辺三角形の範囲のアルミ棒を抜き取った。なお、洗掘により生じる斜面の角度は地盤の安息角 ϕ_r とした。本実験では、この局所洗掘深さをパラメータとし、27mm, 35mm, および 53mmの3ケースについて実施した。

3. 実験結果と考察

実験により得られた鉛直荷重・沈下量の関係を、図-4に示す。いずれも初期の勾配が小さく、途中から荷重・沈下関係が反りあがって、抵抗が増加する傾向が確認できる。この抵抗増加は、図-5に示すように局所洗掘で生じた斜面に沿うまで基礎が回転し、基礎底面の全幅で地盤と接触するタイミングで生じている。

ここで、各ケースの荷重・沈下関係から死荷重相当における沈下量と極限支持力(沈下量が基礎幅の10%に至るまでの最大荷重)を求め、局所洗掘深さとの関係として図-5に示す。なお、本実験における死荷重相当における沈下量は、実際の被災直後に観測される残留沈下量に相当する(実際には死荷重が作用した状態のまま局所洗掘を生じて徐々に沈下するため)。図-6より、局所洗掘深さが深くなるほど残留沈下量は顕著に増加するが、その後の増加荷重に対する極限支持力についてはそれほど低下しないことが確認できる。

4. まとめ

本研究では、洗掘被害を受けた河川橋脚基礎の残存支持力が発現するメカニズムの解明に向け、アルミ棒積層体装置を用い、局所洗掘現象を人為的に模擬して、鉛直載荷支持力実験を行った。局所洗掘深さが深くなるほど、被災後の残留沈下量は増加する傾向になるが、その後の増加荷重に対する極限支持力

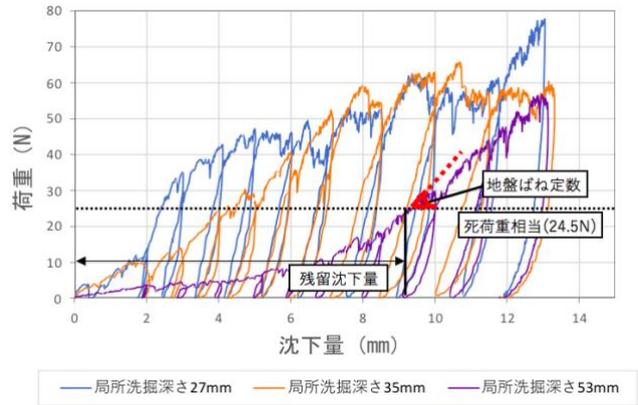


図-4 荷重・沈下曲線

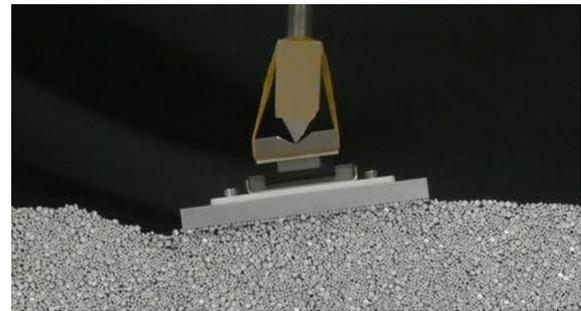


図-5 局所洗掘深さ 35mm, 沈下量 5.8mm での変形状況

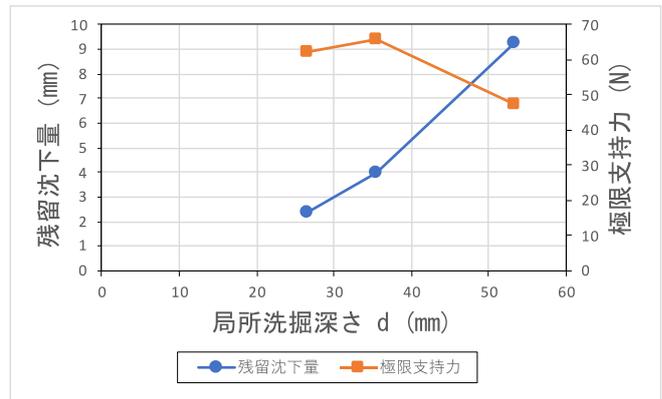


図-6 残留沈下量・極限支持力と局所洗掘深さの関係

(すなわち残存支持力)はさほど低下しない傾向が確認できた。このことは、洗掘後に残留変位の補修のみで再供用することで早期に応急復旧できる可能性を示唆している。

今後は、地盤材料の粒度分布を変更した場合など地盤条件を変化させた実験を行い、残存支持力の発現メカニズムについて検討を深めていきたい。

参考文献

- 1) 西岡英俊：洗掘被害を受けた河川橋脚基礎の残存支持力評価法，第322回 鉄道総研月例発表会，2018.8
- 2) 高橋良矢，西岡英俊：局所洗掘を受けた河川橋脚基礎の残存支持力に関するアルミ棒積層体支持力実験，第47回土木学会関東支部技術研究発表，2020.3