

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試験

中央大学 学生会員 ○高橋 良矢 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、河川橋脚自体が倒壊・流出する大規模被害と、河川橋脚基礎が沈下・傾斜を生じる中規模被害とがある。そのうち河川橋脚による洗掘被害は中規模被害である基礎の沈下・傾斜に留まり、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⁾。よって洗掘現象と河川橋脚基礎自体の抵抗力との関係や残存支持力の発生メカニズムを解明することができれば、河川橋脚の豪雨時の被害予測や被害発生後の診断技術の発展に寄与することができる。

そこで本研究では河川橋脚の基礎が沈下・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。具体的にはアルミ棒積層体試験装置を用いた基礎の鉛直載荷実験により、基礎端部付近に部分的な空隙を生じる局所洗掘を人為的に模擬し、その影響について検討した。

2. 実験装置および実験方法

今回の試験に用いた実験装置の状況を図-1 に示す。実験装置は、高さ 10mm、幅 120mm、奥行 50mm の回転不可な剛基礎および、高さ 200mm、幅 600mm、奥行 50mm の寸法で敷き詰めたアルミ棒積層体を用いた。アルミ棒の寸法は長さ 50mm の円形断面であり直径 1.6mm、5.4mm の 2 種類をそれぞれ重量比 1:1 の割合で混合した地盤で鉛直載荷実験を行った。

地盤作成法は、まき出し厚 5cm を 1 層とし、突き固め板を鉛直 5cm の深さまで 3 回突き刺し、この作業を横方向に 1cm 間隔で往復 2 回行うことで模型地盤を締固めた²⁾。

この締固め作業により、単位体積重量 21.5kN/m^3 (5 回の平均値、変動係数は 0.6%) で密詰め

それを傾斜させてアルミ棒が崩落する角度を読み取った³⁾。この作業を繰り返し行った結果、角度は 29° (3 回の平均値) であり、この値を内部摩擦角 ϕ とした。

地盤内での粒度分布が均一であることを確認するため、実験前にデジタルカメラで撮影を行い模型地盤を上段、中段、下段の 3 段に分けてそれぞれ水平方向に 5 つの領域に分割した。その領域内の直径 5.4mm のアルミ棒の本数を数え、その全体での変動係数が 25% 以下に収まることを地盤作成毎に確認した。

地盤作成後に基礎を上部から鉛直変位が 0~3mm は、0.25mm/min、3~6mm は 0.5mm/min、6mm 以上は、1mm/min の速度で載荷した。死荷重を想定して 24.5N まで載荷し、一旦、除荷をした時点で局所洗掘現象を模擬した。その後に、基礎幅 10% (12mm) を超えるまで再度載荷をした。

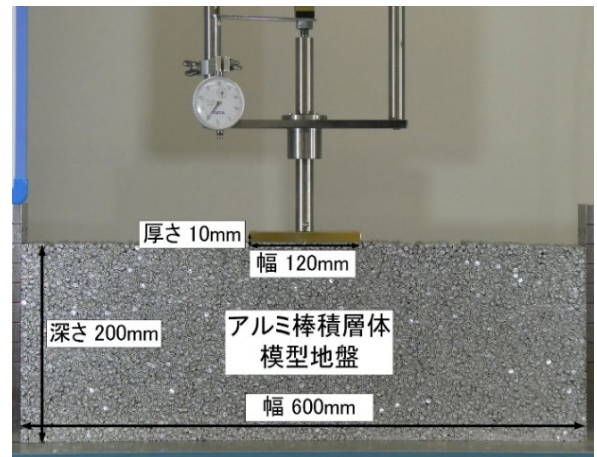


図-1 アルミ棒支持力実験装置

局所洗掘は、図-2 に示すように基礎端部付近のアルミ棒を全て抜き取ることで模擬した。

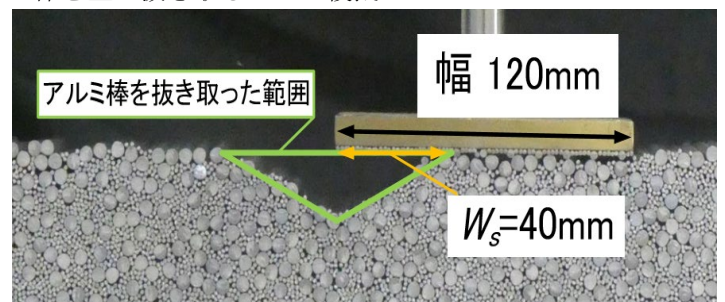


図-2 局所洗掘の模擬の様子 ($W_s=40\text{mm}$)

キーワード アルミ棒支持力実験、洗掘現象、局所洗掘

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

局所洗掘範囲は図-3 に示すような斜面の角度を内部摩擦角 ϕ とする三角形とし、底面の洗掘幅 W_s は 20mm, 30mm, 40mm, 60mm の 4 ケースとした。

3. 実験結果と考察

実験を行った際の鉛直荷重・沈下量の関係を図-4 に示す。図-4 より、局所洗掘のない模型地盤では载荷開始時から荷重が上がり続ける傾向を示し、その際の最大荷重が極限支持力を示した。一方、局所洗掘を模擬した模型地盤では局所洗掘幅 W_s が大きいケースほど荷重沈下関係が小さくなった。

次に各ケースの局所洗掘幅 W_s に対する地盤ばね定数と極限支持力の関係を図-5 に、残留沈下量との関係を図-6 に示す。ここで地盤ばね定数は、図-4 中に示す死荷重相当の 24.5N から 29.4N までの荷重・沈下曲線の傾きであり、被災後に初めて活荷重を作用させる時のばね定数に相当する。極限支持力は、载荷実験中の最大荷重とした。また、残留沈下量は、再载荷時において、再び死荷重相当の 24.5N に達した時の沈下量である（図-4 参照）。

図-5 および図-6 より、洗掘幅 W_s に応じて地盤ばね定数は減少傾向を、残留沈下量は増加傾向を示したが、その一方で極限支持力には顕著な差が見られなかった。これは、図-7 に示すように载荷し続けることで局所洗掘範囲の基礎底面にあったアルミ棒が移動し、底面の地盤反力が回復したためだと考えられる。

4. おわりに

本実験では、局所洗掘を人為的に模擬して载荷実験を行った。実験結果から、被災によって変形量は増加するものの、極限支持力は大きくは変化しない傾向が見られた。ただし、本実験では基礎が回転しない剛結合の条件で鉛直载荷実験を行っており、ピン結合とすることでこれらの結果が変化する可能性も考えられる。今後、基礎をピン結合とした場合など、より現実的な条件を想定した载荷実験を行う予定である。

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。
- 2) 杉本隆男，玉野富雄：土留め工の力学理論とその実証，技報堂出版，9.3.2，pp.249-250，2003。
- 3) 尼田正男：土質工学における基礎の支持力実験装置への新しい試み，日本工業教育協会誌，第 40 巻第 2 号，1992.3

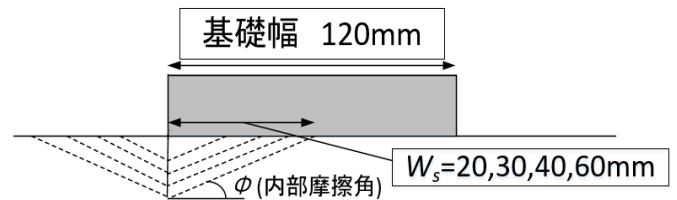


図-3 局所洗掘範囲の模式図

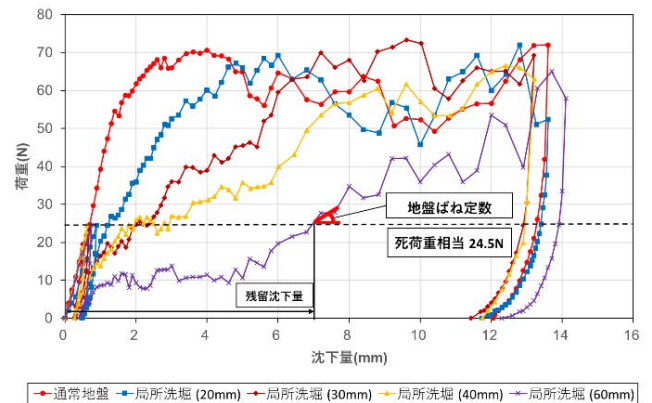


図-4 荷重・沈下曲線

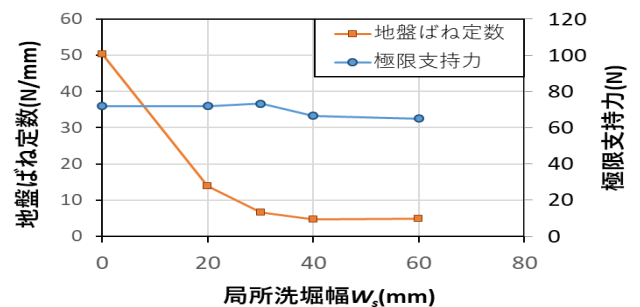


図-5 極限支持力，地盤ばね定数との関係

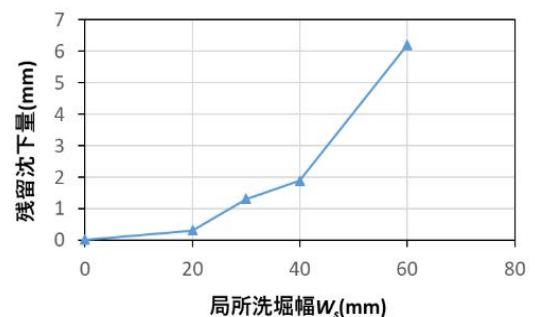


図-6 残留沈下量



図-7 局所洗掘範囲の基礎底部にアルミ棒が移動した様子
($W_s=40\text{mm}$ 沈下量 6mm 時)