

一体橋梁橋台部の繰り返し水平載荷実験における背面地盤の変位挙動

中央大学 学生会員 ○瀬賀 達夫
中央大学 正会員 西岡 英俊, 平川 大貴

1. はじめに

一体橋梁はRCの橋台と橋桁が一体化しているため、経済的および構造的な弱点となる支承部がない橋梁である。そのため、アメリカやイギリスで数多く施工されている。しかし、大気温の変動により橋桁が熱伸縮し壁面工の繰り返し水平変位が起こり、それに伴う土圧増加により壁面工損傷が生じてしまう。そのため、日本での新設橋梁の施工事例は少ないのが現状となっている。

また、既設橋梁の延命化として、桁式橋梁を一体橋梁にリニューアルする工法が開発されている¹⁾。この工法の設計においては、土圧増加に対する抵抗力を確保するために地山補強材での補強を前提としているが、土圧増加の影響を定量的に評価することができれば、打設する地山補強材の量が低減されるなど、その設計を大幅に合理化できる可能性がある。

そこで、本研究では一体橋梁の温度伸縮による土圧増加のメカニズム解明を目的に、アルミ棒積層体を用いた擁壁土圧実験装置によって繰り返し水平載荷実験を実施した。本稿では、載荷中の背面地盤変位を画像解析で求め、すべり面の発生状況について考察する。

2. 実験概要

図-1に示す擁壁土圧実験装置によって一体橋梁桁部の熱伸縮挙動を模擬した。本実験では、水平変位 δ を同一振幅で繰り返し与える変位制御として表-1に示す実験ケースで繰り返し載荷を行った。各ケースともアルミ棒が面外に大きく反り返って不安定化する状態に至るか繰り返し回数が100回に至るまで載荷を行った。この時の繰り返し回数 N_{max} を表-1中に示す。この他の実験についての詳細は参考文献2)を参考にされたい。

3. 画像解析結果、考察

今回は、土圧の増加幅が最も大きかったA13のケースに主に着目する。このA13のケースで、30サイ

クル目で水平変位ゼロとなった状態の地盤変位の状況を図-2に示す。主働側のみしか繰り返し載荷を行っていないにも関わらず、壁面近傍では沈下挙動を、少し離れた位置では隆起挙動を示していることがわかる。またこの時点での土圧は静止土圧の3.6倍程度まで上昇していた。

このような繰り返し水平載荷時の背面地盤の挙動をより定量的に評価するため、Ditect社製DippMotionVの相関追尾機能による画像解析を行った。具体的には、背面地盤の動画撮影データから各繰り返しサイクルの水平変位ゼロの時点（擁壁を一度傾斜させてから初期状態の位置に元に戻した時点）での静止画を抽出して繰り返し回数順に並べ、図-3のようにアルミ棒積層体に描いた水平線と同じ行幅（20mm間隔）になるように追尾点を設置した。そし

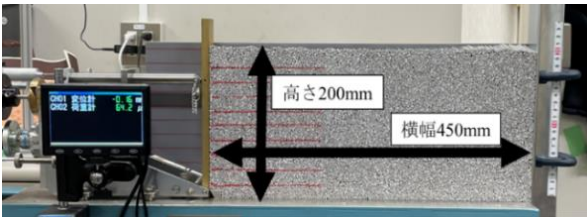


図-1 擁壁土圧実験装置の概要

表-1 実験ケース（載荷パターン別の振幅）

ケース名	載荷パターン	Nmax
A03	主働側のみ 3mm	100 回
A08	主働側のみ 8mm	67 回
A13	主働側のみ 13mm	30 回
P03	受働側のみ 3mm	100 回
P08	受働側のみ 8mm	100 回
P13	受働側のみ 13mm	31 回
A03P03	主働側 3mm～受働側 3mm	68 回
A08P08	主働側 8mm～受働側 8mm	15 回
A13P13	主働側 13mm～受働側 13mm	7 回

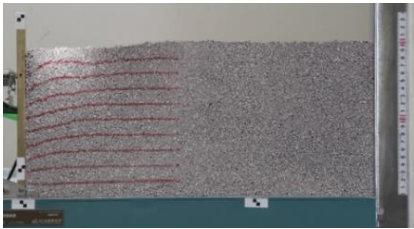


図-2 30 サイクル後の A13 の地盤

キーワード: 正負繰り返し載荷, アルミ棒積層体, 主働土圧状態, 受働土圧状態

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

て、抽出した画像から各追尾点の座標（鉛直・水平の2方向）の変化を追跡した。なお、座標の原点は、擁壁板の下端でピン固定されている部分とした。追跡結果から、各追尾点を得られた座標位置にプロットし、初期位置が同じ高さの追尾点を直線で結ぶことによって、アルミ棒積層体に描いた水平線の変化を可視化した。図-4に、上から2本目（地表面から深さ約40mm付近）の水平線の変化の可視化結果を示す。なお、図中右下の凡例に示した数字は当該の画像を抽出した時点までの载荷の繰り返し回数とその時点での土圧合力である。

図-4より、壁面からの水平方向離れ0mm～100mmの範囲では、沈下挙動を示していることがわかる。また、水平方向離れ100mm以遠に着目すると地盤が隆起挙動を示していることがわかる。図-4のA13のケースでは、主働方向に13mm擁壁を傾斜させた後に、元の変位ゼロ時の位置に戻している载荷を繰り返しているのみで、受働方向への変位は一切与えていない。それに関わらず、アルミ棒が隆起するという結果を得た。通常、地盤の挙動は主働方向に载荷した場合にすべり面を境目に沈下の挙動を示し、受働方向へ载荷した場合にすべり面を境目に隆起の挙動をする。しかしながら、繰り返し载荷を行うだけでも、通常の受働方向载荷時のような隆起挙動が生じたことがわかる。

この受働側の隆起挙動を詳細に考察するために、単調に受働方向に载荷した実験ケース（図5）についても同様の画像解析を行った。図-6に、計測された

土圧合力（図中凡例に記載）が図-4の各サイクルでの土圧合力に最も近い時点での水平線の変化を抽出した結果を示す。図-4と図-6を見比べると壁面からの水平方向離れが150mmよりも遠方になると、図-4と図-6の隆起の挙動は類似しており、土圧合力が同等であれば、高さ方向の変位量も同程度となっていることが読みとれる。

すなわち、土圧がどこまで上昇するかは、主働すべり面よりも奥の地盤がどの程度隆起しているか、すなわち、壁体の変位ではなくすべり面よりも奥の地盤の受働側変位の状況が同程度の受働方向単調载荷時の土圧と概ね一致すると考えられる。

4. おわりに

本研究では、主働方向のみに繰り返し载荷した実験の中で振幅が最大のケースの実験の画像解析を行った。そして、振幅が大きければ主働方向のみに繰り返し载荷を行った場合でもアルミ棒積層体模型地盤が隆起し、受働土圧状態の挙動が生じたという結果を得た。さらに、受働方向への単調载荷を行った場合でも画像解析を行った結果、すべり線を境界にアルミ棒が似たような挙動を示すという結果を得た。

参考文献

- 1) 神田政幸, 須賀基晃, 横山知昭, 舘山勝, 杉本一朗: 鋼桁・橋台・盛土一体化による旧式橋梁の耐震補強, 鉄道総研報告, Vol.26, No.4, pp.29-34, 2012
- 2) 瀬賀達夫, 西岡英俊, 平川大貴: 正負繰り返し水平载荷時に一体橋梁の橋台背面に作用する土圧の増加挙動に関する模型実験, 第56回地盤工学研究発表会(投稿中), 2021.7



図-3 画像解析による追尾点の設置

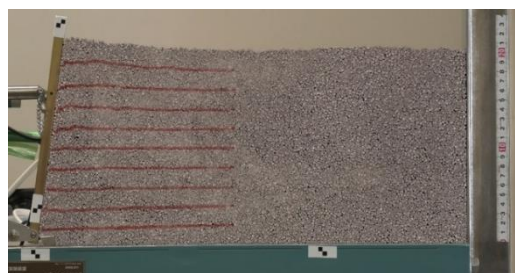


図-5 単調受働载荷後の模型地盤

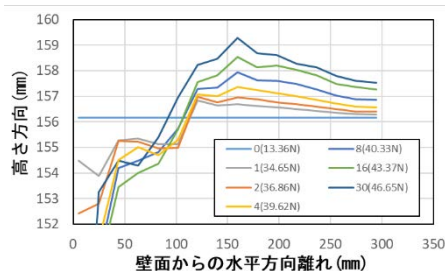


図-4 A13の地盤変位

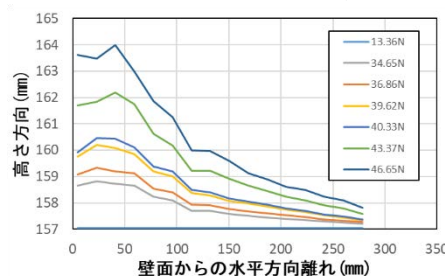


図-6 単調受働载荷時の地盤変位