

一体橋梁橋台背面部における主働側繰り返し水平載荷作用時の土圧増加挙動に関するアルミ棒積層体模型実験

中央大学大学院 学生会員 ○瀬賀 達夫 中央大学 学生会員 牧野 聖
 中央大学 正会員 西岡 英俊

1. はじめに

一体橋梁は経済的および構造的な弱点である支承部のない橋台と橋桁が一体化した橋梁である。しかし、気温変化による橋桁の熱伸縮に伴う橋台の背面盛土の土圧増加現象により橋台が損傷するという課題がある。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。そこで、本研究では一体橋梁の温度伸縮による土圧増加メカニズムを解明するため、擁壁土圧実験装置により橋台に作用する繰り返し水平変位を模型擁壁の傾斜により再現する実験を実施した。

2. 実験概要

実験に用いた擁壁土圧実験装置の概要を図-1に示す。実験装置は、擁壁板下端のピン支点部と擁壁板上端部に水平変位を与える載荷装置（電動アクチュエータ）の基部を取り付けた台座自体がベアリングにより可動する構造となっており、その台座自体に取り付けたロードセルにより、擁壁板に作用する荷重（すなわち、全土圧合力）を計測することができる装置である。

本実験では、この装置の擁壁板の下端をピン固定した状態で擁壁板上部に主働側に水平変位を繰り返し与えることで、温度変化による一体橋梁桁部の熱伸縮挙動を模擬した。模型地盤材料には、側面の拘束がなく、2次元的な地盤の変形挙動を直接確認できるアルミ棒積層体を採用した。アルミ棒は、長さ150mmで、直径1.5mmと2.0mmと3.0mmを重量比1:1:1で混合したものをを用いた。模型地盤の作成方法は、一層あたり20mmを目安にアルミ棒を撒き出し、板を貫入させてアルミ棒の方向を整えつつ、正面、背面方向からアルミ棒端面が平滑となるように整えながら横幅444mm、高さ200mmとなるまで積み上げた。これにより単位体積重量21.3N/m³程度の模型地盤を作成した。

荷重（土圧）の計測は、アルミ棒を設置する前の時点を一ゼロとし、模型地盤作成中も連続して計測した。模型

地盤作成中の土圧が過度に大きくなることを避けるためにアルミ棒の過度の突き固めは行っていない。

本実験での載荷方法は、水平変位 δ を電動アクチュエータにより同一振幅で繰り返し回数 N が100回になるまで与える変位制御とした。本報では、主働側のみに繰り返し条件を対象として、その変位振幅を変化させた表-1に示す各実験ケースについて報告する。

3. 実験結果, 考察

実験結果として、図-2にケースA18の繰り返し回数 $N=1, N=2$ の水平土圧係数 K_h と δ/H (δ : 載荷装置水平変位, H : 載荷装置高さ=210mm) と $N=16, N=100$ の時の載荷装置水平変位が主働側最大変位時から初期位置に戻すまでの K_h と δ/H の関係を示す。なお、図中には擁壁の初期位置を i 、繰り返し回数 N 回目の主働側最大変位時を aN 、変位がゼロ（初期位置）に戻った時を oN として併記している。

なお、この K_h は式(1)より求めた。

$$K_h = \frac{Q}{\gamma_t H^2 B / 2} \dots (1)$$

ここで、 Q : 台座のロードセルによって計測された荷重、 $\gamma_t H^2 B / 2$: 土被り圧、 γ_t : 単位体積重量、 B : 模型地盤奥行き、すなわちアルミ棒長さ150mmである。

また、水平変位 δ は、下端から高さ140mmに設置したレーザー変位計によって計測したものを載

表-1 実験ケース

ケース名	載荷パターン
A03	主働側のみ 3mm
A08	主働側のみ 8mm
A13	主働側のみ 13mm
A18	主働側のみ 18mm

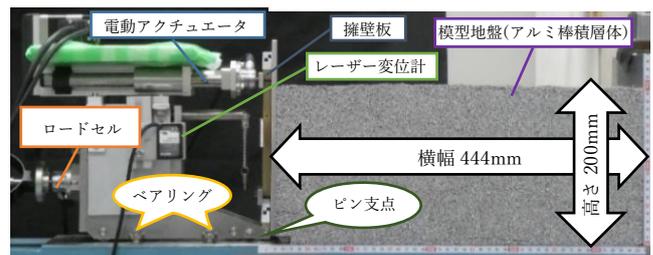


図-1 擁壁土圧実験装置

キーワード: 繰り返し水平載荷, アルミ棒積層体, 土圧増加挙動、一体橋梁

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

荷装置高さ 210mm での変位に補正している。

図-1 の擁壁を初期状態から主働側に傾斜させると①の矢印に示すように主働土圧の $K_h \sim \delta/H$ 関係となる。その後、擁壁を主働側に傾斜させた状態から押し戻すと水平土圧係数が増加していく②の矢印に示すような $K_h \sim \delta/H$ 関係となる。擁壁が変位ゼロ時である $i, o1, o2, o16, o100$ に着目すると、土圧が累積的に増加する傾向が見られる。

次に、全ケースの $K_h \sim \delta/H$ 関係を図-3 に示す。変位ゼロ時土圧の増加挙動を比較すると、A18 の土圧の増加傾向が最も顕著である。そのため、振幅が大きいほど最大土圧が大きくなっている。

この $K_h \sim \delta/H$ 関係より変位ゼロ時土圧の増加挙動の程度を把握するため、全ケースの繰り返し载荷回数 N と土圧の関係を図-4 に示す。なお、図-4 では、 N が 1,2,4,8,16,32,64,100 回のみ抽出してプロットしている。 $N=32$ 以降の土圧の値がほぼ一定値に収束していることがわかる。なお、既発表りでは、この増加傾向を定性的に示したのみであったが、本実験では図-4 のような定量的な関係を確認することができた。

さらに、変位ゼロ時土圧と振幅の関係を比較するため、図-5 に振幅 (3mm, 8mm, 13mm, 18mm) を载荷装置高さ H で除した値を横軸に取り、また、繰り返し载荷回数 N が 1,2,4,8,16,32,64,100 回の変位ゼロ時土圧をプロットしたグラフを示した。また、図-5 には別途実施した単調受働载荷時の荷重変位関係も示した。全てのケースにおいて徐々に土圧が増加し、繰り返し回数が増えるにつれて単調受働载荷時の荷重変位関係に漸近するという結果になった。すなわち、水平土圧係数の増加の上限値は単調受働载荷時の荷重変位関係の変位を振幅に換算したときと同等の水平土圧係数であることがわかる。

4. おわりに

本実験では、アルミ棒積層体模型地盤に主働側のみに繰り返し载荷した時に振幅が大きいほど土圧の増加傾向が大きくなる結果を得た。さらに、土圧増加の上限値は単調受働载荷時の荷重変位関係の変位を振幅に換算したグラフに漸近していくことがわかった。繰り返し回数との今後、受働側のみに繰り返し载荷した場合、主働側、受働側の両方に载荷した正負交番の場合についての土圧増加挙動についてもメカニズムを明らかに

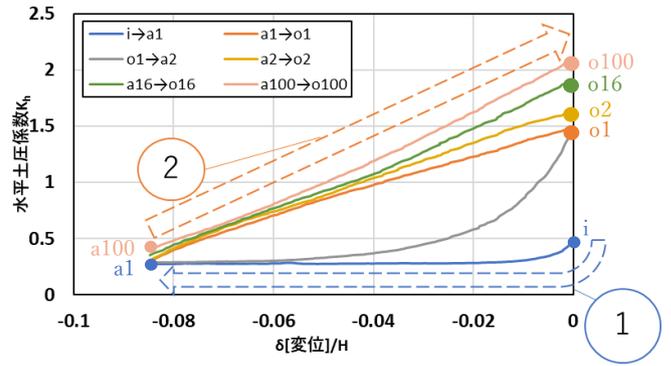


図-2 A18 の $K_h \sim \delta/H$ 関係

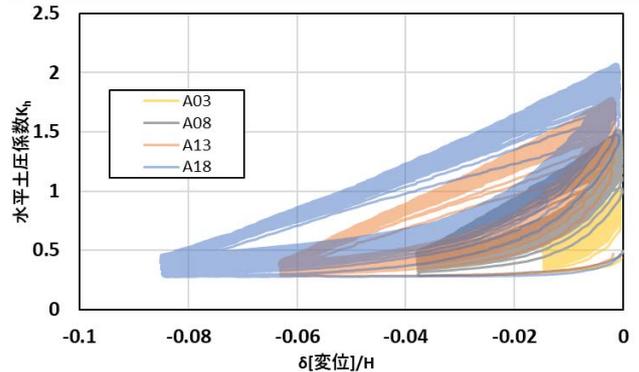


図-3 全ケースの $K_h \sim \delta/H$ 関係

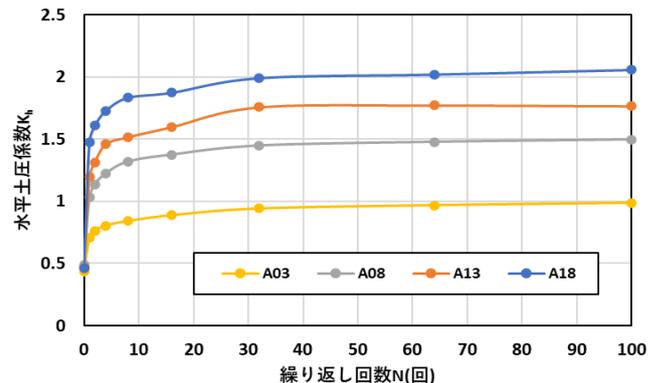


図-4 全ケースの土圧増加傾向

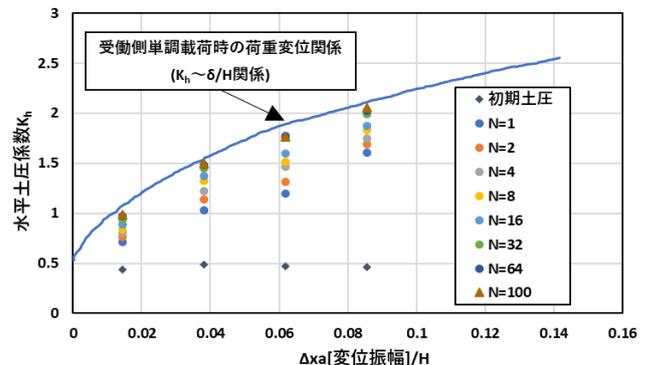


図-5 主働側のみの繰り返し载荷と単調受働载荷の比較

していく予定である。

参考文献

1) 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, 2021