

実施工 PL・PS 補強土橋脚の水平載荷試験

補強土 載荷試験 水平荷重

(株)複合技術研究所 国際会員 田村 幸彦
 (財)鉄道総合技術研究所 国際会員 館山 勝 小島 謙一
 東京大学工学部 国際会員 龍岡 文夫 内村 太郎
 九州旅客鉄道(株) 兵藤 公顕

1 はじめに

PL・PS 工法は補強土工法の更なる高度化を目的として、1996年にJR九州・篠栗線において仮線橋脚が構築され、その後約5年間の長期動態計測を行った¹⁾。平成13年の本線完成に伴いこの仮設線を撤去するにあたり、PL・PS補強土の地震時耐力や補強材バネ定数の評価等の検討を行うことを目的に、PL・PS橋脚と対面する補強土(RRR)橋台を相互に引張る水平載荷試験を実施した。本報では載荷試験結果とその結果に基づいて逆算した補強材バネ定数について述べる。

2 水平載荷試験の概要

水平載荷試験の概要を図1に示す。水平載荷はRRR橋台の小橋台¹⁾背面およびPL・PS橋脚の小橋台背面に鋼製治具をコンクリートアンカで取付け、PC鋼棒を介してセンターホールジャッキ(2台)で載荷した。載荷は計画荷重に対して8サイクル載荷として、増加荷重を50kNとした。荷重保持時間は、処女荷重に対しては10分間保持、履歴荷重に対しては1分間保持とした。載荷はRRR橋台の小橋台が回転し、転倒直前で終了した(載荷荷重335kN)。実際の載荷ステップを図2に示す。なお、載荷直前にはPL・PS橋脚の小橋台は、PC鋼棒を介して油圧ジャッキ(4台)で合計800kNのプレストレス荷重を与えている。計測は、図1に示すように各ジャッキの載荷方向に沿った2断面において、載荷荷重はロードセルで、壁面およびコンクリート小橋台の変位は変位計で自動計測した。

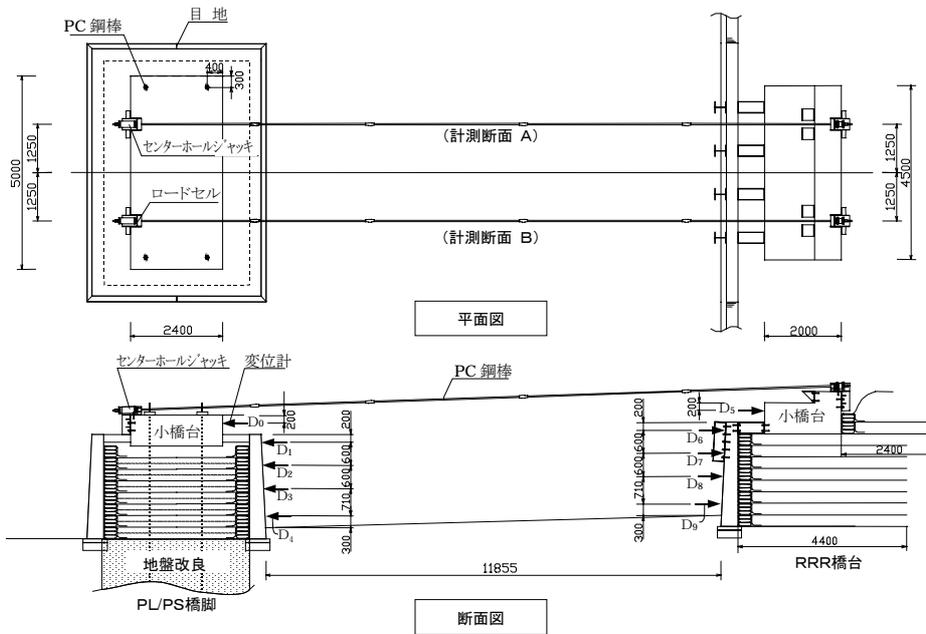


図1 水平載荷試験の概要

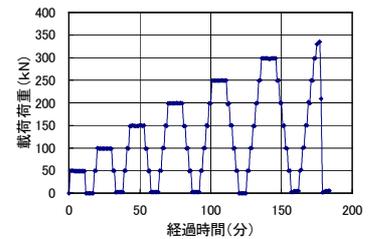


図2 載荷ステップ

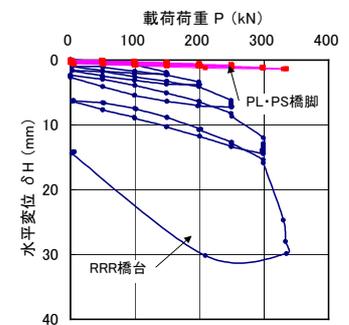


図3 載荷荷重と小橋台の水平変位

3 水平載荷試験結果

図3は橋脚および橋台における載荷荷重と各小橋台の水平変位の関係を示し、図4および図5は、載荷荷重別に高さ方向の変位の推移を表したものである(変位スケールは、PL・PS橋脚:RRR橋台=1:10)。双方とも、載荷荷重の増加に伴い壁面変位が増加し、壁面下端を回転中心として一様に前傾している(転倒モード)。また、PL・PS橋脚の変位はRRR橋台に比べて1/20程度と小さい。これは以下の理由によるものと考えられる。PL・PS橋脚はプレストレス荷重を与

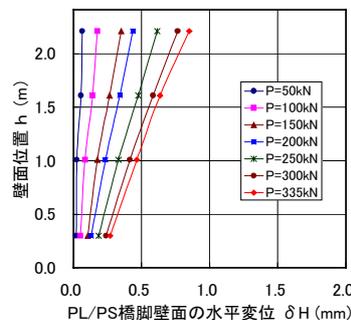


図4 水平変位の推移(PL・PS橋脚)

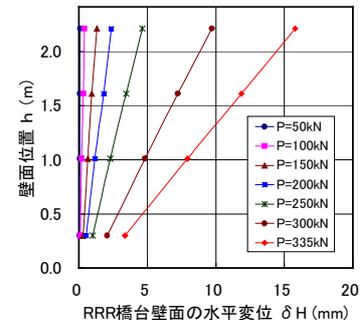


図5 水平変位の推移(RRR橋台)

えているため、盛土材の圧縮プレストレスにより土の剛性が増加する。プレストレス荷重により補強材が拘束されることによりバネ剛性が増大し、壁面の変形を抑制する。

4 補強材バネ定数の評価

水平載荷試験による載荷荷重と壁面変位の関係より、載荷試験時における実際の補強材バネ定数について、剛壁面補強土擁壁設計プログラム (Design-RRR) を用いて検証した。本プログラムにおける壁面工の設計は、図 6 に示すように、壁面を連続梁、補強材をバネ支点と仮定し、安定計算の際に求めた土圧力と壁面工に作用する外力 (水平載荷荷重) を作用させ、壁面断面力を算定する。通常の設計で用いている補強材のバネ定数は、引張試験で求められた値を用いている (今回の補強材は、設計基準強度 60kN/m、設計バネ定数 500kN/m)。載荷試験時の補強材のバネ定数は、載荷荷重と変位量の関係 (図 3 ~ 図 5) に整合するように逆算して求めた。土圧力の算定に用いた盛土材 (粒調砕石) の物性値は表 1 のように設定した。ケース A の t は盛土解体時に行われた土質試験結果から、は構築時に行われた三軸試験結果のピーク摩擦角を、ケース B の t および h は、通常的设计で用いられる礫質土の値を用いた。

逆算して求めた補強材バネ定数 (K_c) と水平載荷荷重の関係を図 7 に示す。横軸は正規化して表示しているが、降伏水平荷重とは安定計算 (2 楔法) における転倒安全率 $F_s = 1$ を与える水平載荷荷重である。さらに、その時の載荷試験での実測の変位量と計算での変位量の関係を図 8、図 9 に示す。この結果より以下のことが考察される。

PL・PS 橋脚側の載荷試験での変位が非常に小さく、逆算において補強材バネ定数を相当大きくしても水平載荷による壁体の傾斜を近似できず、壁底部が背面盛土側に押し込まれる状態となっている。また、実際には橋脚側の壁面工はコの字型 (側壁中央に目地) で築造されており、側面にも補強材が定着していることから、橋脚全体が一体化されたブロックとして挙動していることや、今後実施する解体時に採取した盛土材の土質試験結果等を考慮して検討する必要がある。

RRR 橋台側の水平載荷試験結果から逆算した補強材バネ定数は、通常的设计で用いられる値と比較すると、水平載荷荷重が小さい場合 ($P=50 \sim 100$ kN 程度) は 100 ~ 50 倍程度、水平載荷荷重が大きくなった場合 ($P=300$ kN 程度) でも 5 倍程度大きい。

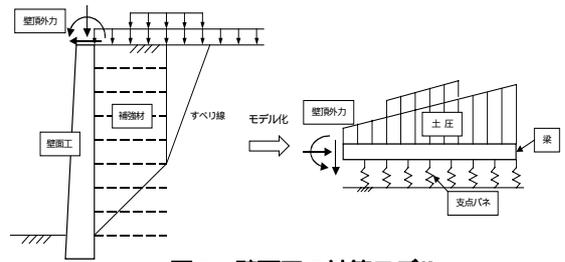


図 6 壁面工の計算モデル

表 1 土圧力算定に用いた盛土材の物性値

ケース	単位体積重量 t (kN/m ³)	内部摩擦角 (°)	粘着力 C (kN/m ²)
A	22	57	0
B	20	40	0

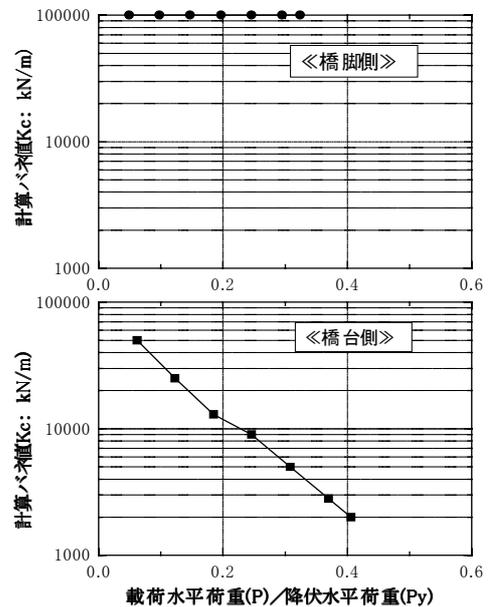


図 7 載荷荷重と補強材バネ定数の関係

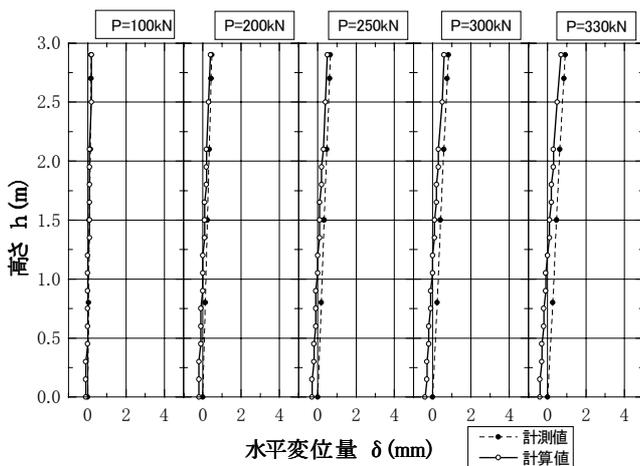


図 8 実測変位量と計算変位量の関係 (PL・PS 橋脚)

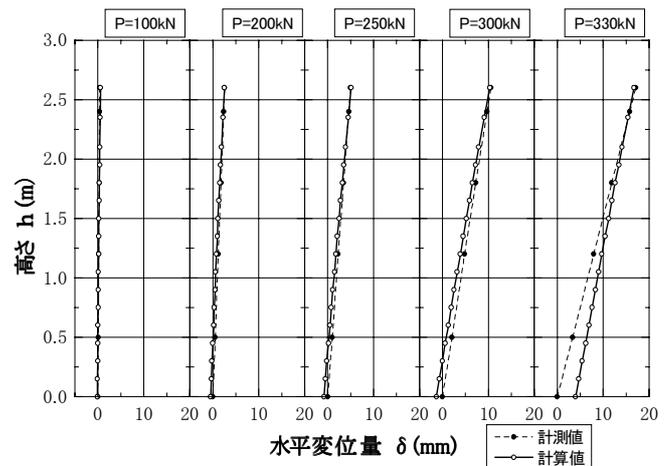


図 9 実測変位量と計算変位量の関係 (RRR 橋台)

謝辞：本報告は、運輸施設整備事業団「運輸分野における基礎的研究推進制度」による研究成果です。

参考文献

- 1) 内村, 龍岡, 館山, 古賀: PL・PS 補強盛土の長期挙動, 第 14 回ジオシンセティックスシンポジウム発表論文集, vol. 14 (1999)
- 2) 内村, 龍岡, 館山, 小島, 兵藤: 実施工 PL・PS 補強盛土橋脚の鉛直荷重による圧縮変形, 第 37 回地盤工学研究発表講演集 (2002)