

斜 π 橋の地震応答に及ぼす斜材背面地盤条件の影響に関する遠心模型実験

(株) 大林組 ○正会員 樋口 俊一 武田 篤史
(株) 高速道路総合技術研究所 正会員 西谷 朋晃 村西 信哉

1. はじめに

筆者らは斜材付き π 型ラーメン橋梁（以降、斜 π 橋）の地震時挙動に関する解析的検討¹⁾において、従来の耐震計算モデルでは考慮していない斜材裏込土の影響により、剛性や変形モードが大きく変わることを示した。そこで、橋梁-斜材背面地盤全体系による遠心模型実験を実施し、斜 π 橋の地震時応答の特徴を把握した。

2. 実験方法の概要

本検討では上述の検討対象とした橋長約 50m の PC 斜 π 橋をプロトタイプとし、図-1 に示す橋梁全体模型を設定した。表-1 に実験ケースを示す。縮尺 1/50 とした模型の主な特徴は以下の通りである。

- ・橋梁模型はアルミ削り出しで作製した弾性模型とした。機械加工可能な寸法から各橋台部と桁中央径間を 3 分割で製作し、溶接して一体化した。材質の違い（コンクリート⇒アルミ）は部材厚で調整した。
- ・垂直材ヒンジ部は、曲げ剛性が一般部の 5%以下となるように断面高さを減じて模擬した（写真-1）。
- ・基礎形式は直接基礎であるが、単純化のためフーチングは土槽底板に固定した。
- ・地山は軟岩相当のソイルセメント（目標強度 $q_u=1\text{MN/m}^2$ 程度）で模擬した。
- ・斜材裏込は地山ケースと埋戻土ケースとした。埋戻土には砂質土を用い、遠心載荷場で水分保持が可能である含水比 7%に調整して締固め度 95%を目標に締め固め、法面崩壊防止用にアクリル製垂れ壁を設置した。

加振実験は遠心重力 50g において振動数 50Hz の正弦波（図-2、実物換算 1Hz、ケース 2）により実施した。

3. 斜材背面地震時土圧の特徴

本研究は地震時の斜材と裏込土の相互作用に着目することから、斜材背面に作用する土圧を整理、分析する。代表的な計測結果の整理例として、図-3 にケース 2、加速度 150 m/s^2 加振（実物 3 m/s^2 相当）および同 300 m/s^2 加振（実物 6 m/s^2 相当、以降実物相当で記述）における斜材背面での地震時土圧（初期土圧をゼロとした動土圧：以降、「土圧」とする。圧縮正）時刻歴を示す。桁端部 E-B1、橋脚部 E-B8 は加振開始直後に土圧が発生し始めるのに対し、斜材中間部 E-B4 はやや遅れて増加し始め、振幅も小さい。6 m/s^2 加振、E-B1 は $t=0.25\text{ s}$ 付近からは振幅が減少している。図-4 に同データから抽出した加振 5 サイクル目・正負ピーク時刻での斜材

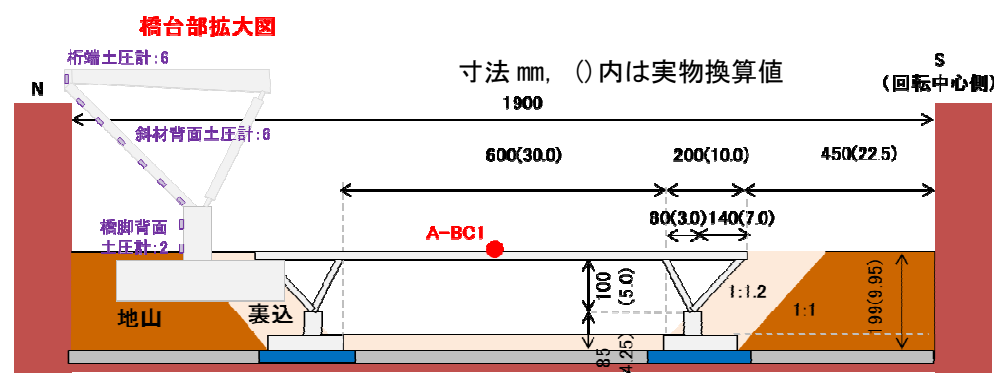


図-1 遠心実験模型の概要（裏込・埋戻土）

表-1 実験ケース

ケース	1	2
スパン割 (m)	10.0+30.0+10.0	裏込・地山
	裏込・埋戻土	

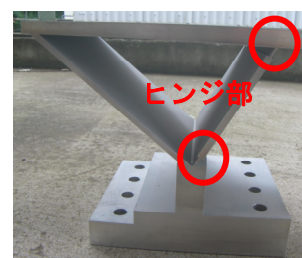


写真-1 斜 π 橋模型橋台部（斜材および垂直材）

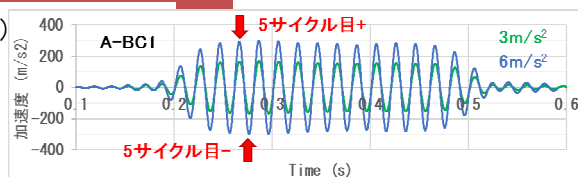


図-2 桁の応答加速度時刻歴（ケース 2 の例）

キーワード 斜材付き π 型ラーメン橋梁、地震時土圧、遠心模型実験

連絡先 〒204-8558 東京都清瀬市下清戸 4-640 TEL. 042-495-1013

背面土圧分布を示す。図中プロットの着色は桁の移動方向（青と茶）と対応する。3 m/s²加振では桁が裏込方向（青）に移動した場合に桁端部土圧 E-B1 が卓越するとともに、E-B8～E-B9 区間では土圧が負（土と斜材が離れる方向）となる。一方、桁が谷方向（茶）に移動した場合には E-B1～E-B6 はほぼゼロとなり、E-B8～E-B9 は正の土圧となる。これらより、E-B1 は桁変位によって土圧が生じるが、E-B2～E-B7 では変動量が小さいことがわかる。これらは初期土圧が小さく、斜材の変位量も小さいため発生土圧が小さいと考えられる。これに対して比較的深度の大きな E-B8～E-B9 では桁谷向きにおいて正の土圧が生じる。この要因は、裏込土の斜材方向への変形によると推察できる。加速度の大きな 6 m/s²加振においては斜材上部の E-B2～E-B4 区間で正の土圧が生じているが、桁端部 E-B1 はゼロに近い。これは図-3 の土圧時刻歴で確認できるとおり、5 サイクル目より前に桁端部地盤が損傷するためである。さらに、E-B1 で発生する土圧の減少に伴い、E-B4 で見られるように斜材部の土圧分担が増加することがわかる。

4. 斜材背面地盤条件の影響

図-5 にケース 1、150 m/s²加振（実物 3m/s²相当）における加速度 5 サイクル目での斜材背面土圧分布を示す。裏込が地山の場合には遠心重力载荷時に桁端部に大きな初期土圧が発生するため、地震時土圧の振幅は正負とも比較的大きくなる。橋脚部付近（E-B8～E-B9）で発生する地震時土圧は裏込が埋戻土のケース 2 よりも小さいが、これは地盤変形よりも橋梁全体の変形モードの影響による橋脚部と地盤の相互作用に起因すると考えられる。一方、斜材中央部においては地震時土圧がほとんど発生ない。これは、桁端地盤が損傷せず裏込方向に変形しにくい解析的検討¹⁾での考察と整合する。

5. まとめ

裏込の変形のないケース 1 では解析検討での斜材の変形モードと整合する斜材背面土圧分布となった。一方、裏込が埋戻土の場合（ケース 2）、裏込土の斜材方向への変形により発生する土圧が見られること、桁端部地盤の損傷により土圧分布が変わること等、解析検討の前提とは異なる性状が示唆された。

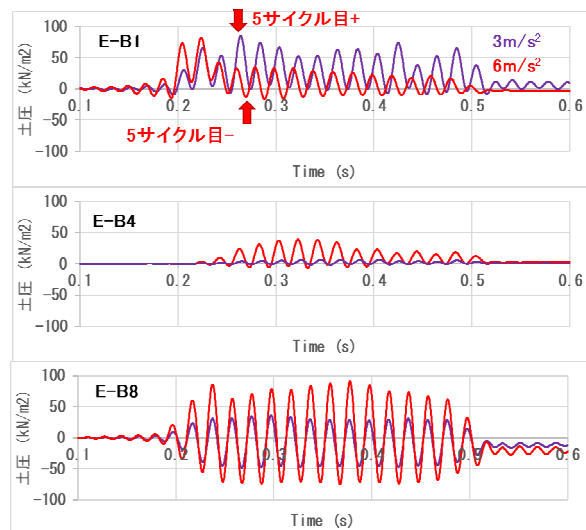


図-3 斜材背面地震時土圧時刻歴

（ケース 2：実物 3m/s²相当および実物 6m/s²相当加振）

参考文献.

- 1) 中村, 武田, 稲荷: 斜材付きπ型ラーメン橋の耐震性能における斜材背面抵抗の影響, I-392, 第 73 回土木学会年次学術講演会, 2018.

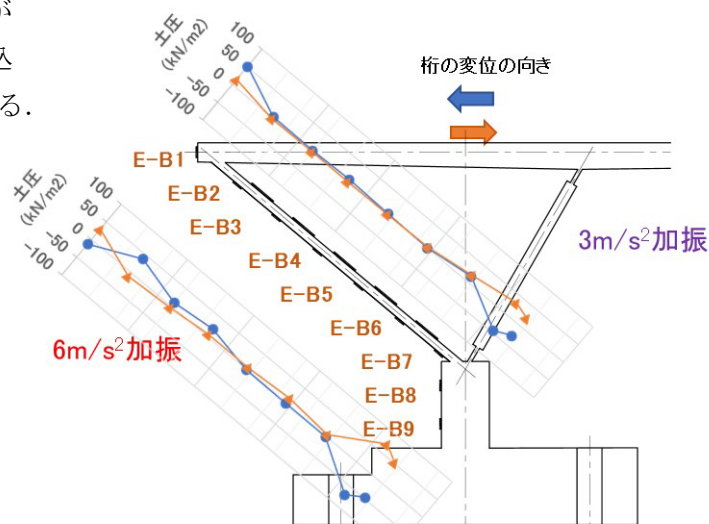


図-4 5 サイクル目の斜材背面土圧分布（裏込埋戻土）
（ケース 2：実物 3m/s²相当および実物 6m/s²相当加振）

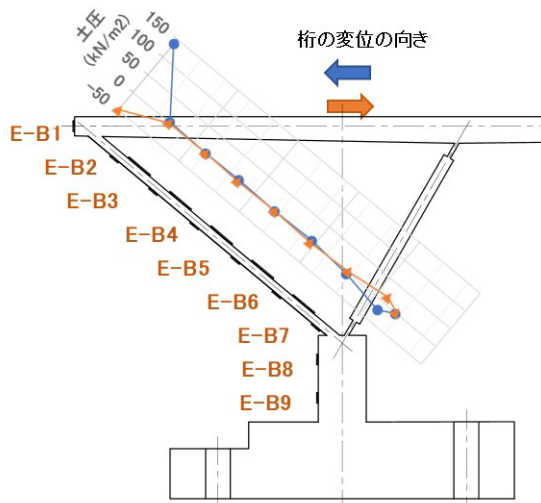


図-5 斜材裏込地山ケースの背面土圧分布
（ケース 1：実物 3m/s²相当加振）