

I - 92

L R B 沓を用いた 6 径間連続 P C ホロースラブ橋の振動実験

首都高速道路公団 正会員 荻原 充信
首都高速道路公団 正会員 渡辺 恵志

1. まえがき

首都高速 1 2 号線と湾岸線の接続部で建設中の 6 径間連続 P C ホロースラブ橋においては、L R B 沓（鉛プラグ入り積層ゴム支承）を採用している。この特徴は、桁を水平方向に柔らかく支持することで長周期化し、地震時の水平力を低減しかつエネルギー吸収を期待するものであり、また地震の水平力を各橋脚に分散することにも有効性がある。これら設計の立場より、未供用時における実橋試験を行うことで L R B 沓を用いて反力分散を期待した本橋の動的特性（固有振動数・振動モード・支承パネ定数・減衰定数等）と有効性について調査した。

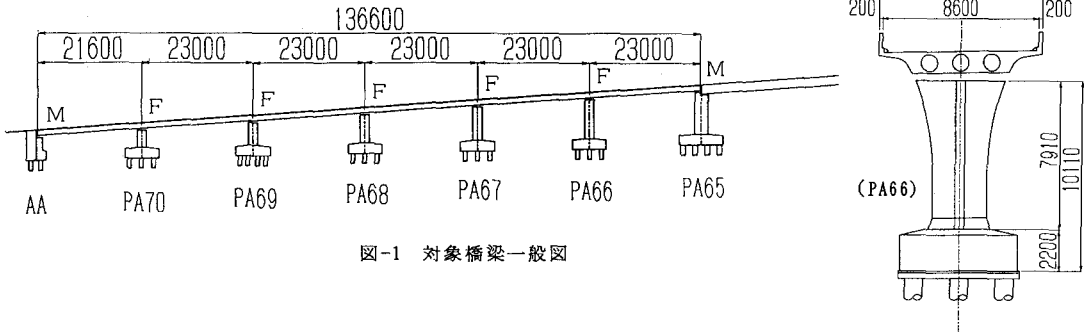


図-1 対象橋梁一般図

2. 実験方法

実験としては、(1)日本道路公団所有のジャッキを使い、桁と橋脚天端に反力をとった正負交番载荷実験と自由振動実験、(2)建設省土木研究所所有の起振機を床版上に設置して行った強制振動実験である。

計測内容は、桁と橋脚間の相対変位、各部位の加速度および橋脚天端に作用する水平力を算出するための橋脚下端部ひずみである。なお、AA橋台の可動沓は摩擦の影響をなくするためフラットローラーで桁を仮受けた。

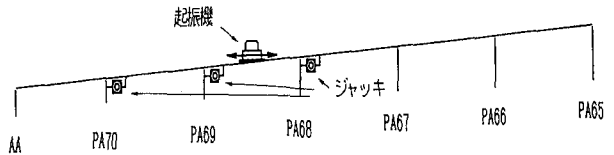


図-2 载荷装置設置位置

3. ジャッキ実験

(1) 履歴曲線

油圧ジャッキ（急速開放弁付き）を 6 台使用し、3 橋脚に押し引きのジャッキ 2 台を設置し、静的に水平方向の正負交番载荷実験を行った。载荷順序は、単独橋脚毎の载荷を行った後、3 橋脚の全体载荷を行った。

図-3 に 3 橋脚同時による全体载荷時（各ジャッキ最大载荷力 160 tonf）の履歴曲線を示した。この荷重レベルになると、L R B 沓の 2 次剛性域に入り载荷橋脚だけでなく他の橋脚の相対変位も出ている。

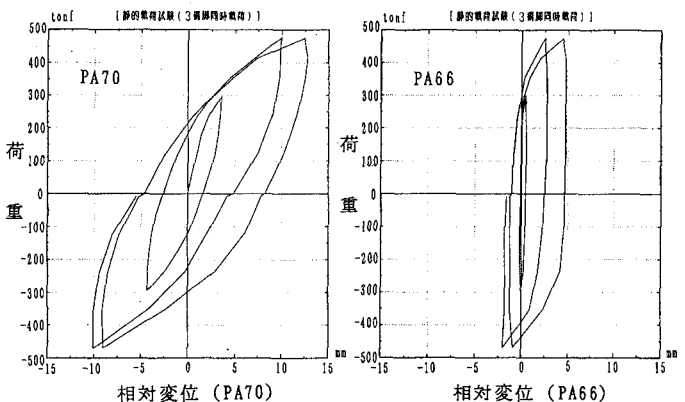


図-3 荷重～変位履歴曲線

（2）自由振動実験

自由振動実験は3橋脚同時に油圧を急速開放し、自由減衰振動を観測した。図-4に急速開放の自由振動波形を示した。波形からはLRB沓のある橋脚の自由振動は明確でなく残留変位がみられることから、鉛プラグによるエネルギー吸収効果と減衰性が伺える。また、AA橋台の相対変位に微妙な自由振動がみられるが、これは橋梁全体系の振動と推定される。

4．起振機実験

一般的に起振機では大加振力が得られず、ここでは起振機の有する能力10tonfで0.5～8.0Hzの範囲で強制加振を行い、共振点を調査した。図-5に桁の共振曲線を示した。起振機10tonf（桁加速度約20gal）の共振振動数は4.75Hz、共振曲線から求めた減衰定数は9.8%であった。

5．固有振動解析

6径間部の橋梁をモデル化して固有振動解析を行い、固有振動数、振動モード等の実験時に得られた

動的特性を比較検討し、表-1に固有振動解析結果を示した。Case Aは設計時の震度法レベルの諸定数を用いたものであり、この各定数を基本（＝1）とする。Case Bは現況として以下の各定数を変化させて解析を行ったものである。Case Cは検討の結果、支承部をピン固定、基礎部の水平バネを道路橋示方書の2.5倍、鉛直・回転バネを10倍とした値を用いたものである。

- ①重量：実験時は舗装および防音壁が未施工であるため除外した。
- ②橋脚剛性：変断面の剛性を詳細に再計算した。
- ③支承部：微小変位時のバネ定数を実験結果から計算した。
- ④地盤バネ：本橋設計後、道路橋示方書が改訂され、特に基礎の水平バネ定数が大きく変化している。

解析の結果、起振機载荷実験時は変位量が微小であるため支承部・基礎部共に固定の状態に近くっており、図-6に実験時モード形状と固有振動数が比較的一致したCase Cの固有振動モード図を示した。

6．あとがき

LRB沓を用いたPC橋梁としてジャッキと起振機による载荷実験を行ったが、現状はこれらの実験結果より水平力分散、地盤バネ・減衰定数、隣接桁・BP沓の摩擦の影響等をまとめている段階である。今後、これら結果を基にシミュレーション等の解析を行い、免震橋梁の設計手法について検討を行う予定である。

〈参考文献〉半野：鉛プラグ入りゴム支承を用いた免震橋梁の設計、第44回建設省技術研究会報告 平成2年度

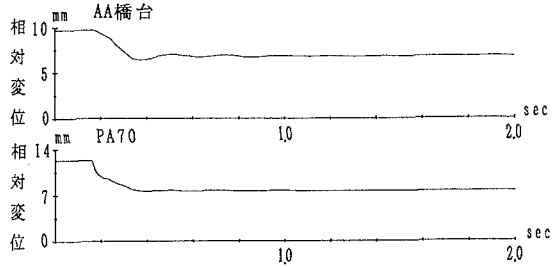


図-4 自由振動波形

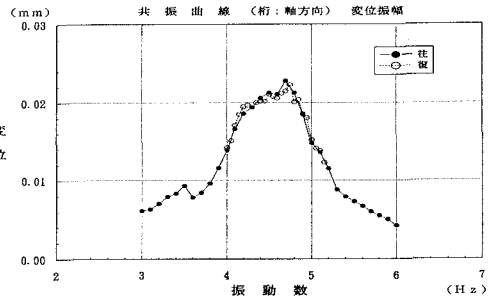


図-5 桁の共振曲線

表 1 固有振動解析結果

ケース	周波数 (Hz)	周期 (sec)	上部工重量	橋脚剛性 EI	支承部バネ	地盤水平バネ
Case A	1.442	0.703	1.00	1.00	1.00	1.00
Case B	2.533	0.395	0.91	1.76	11.41	4.92
Case C	4.695	0.213	0.91	1.76	∞	12.30

- 固有振動モード* MODE 4 $F(Hz)=4.69$
 $T(SEC)=0.2130$
 $P.F.=1.2131$

Case C

- 実験時モード*
起振力 20 ton

共振振動数：4.75 Hz

表示単位：gal

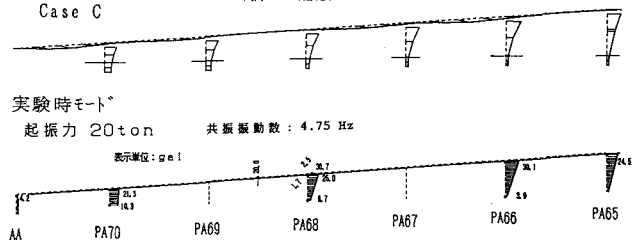


図-6 固有振動モード*と実験時モード*の比較