

I-B 39 既設PC桁に適用する免震構造の開発

総合技術コンサルタント 正会員 宇野 裕恵
阪神高速道路公団 正会員 金治 英貞
オ イ レ ス エ 業 鈴木 明雄

1. まえがき

阪神高速道路神戸線の摩耶地区に位置する鋼桁で挟まれた支間18m+5×25mの6径間単純ポステンPCT桁が兵庫県南部地震により橋脚、端横桁等に被害を受けた。復旧に際しては単純桁の連続化と免震支承による上部工慣性力の分散低減化を図った。本稿では、免震化手法と免震支承の性能確認試験の概要を述べる。

2. 既設PC桁免震構造

2.1 免震構造検討

一般にPC桁はパッド支承により支持された構造であり、鋼桁の鋼製支承のように支承取替えにより容易に免震化できる構造とは異なっている。そこで、既設のPC桁の免震化に対し表-1に示す方法を比較検討した。

表-1 免震構造（荷重支持方法）の比較検討

案	地震時慣性力		鉛直力		問題点
	支承種類	取付位置	支承種類	取付位置	
①		既設支承位置		既設支承位置	縦断変更、支承固定困難
②		沓座前面ブラケット	免震支承	沓座前面ブラケット	ブラケットの信頼性、活荷重たわみによる桁端上昇
③	免震支承		鉛直すべり		活荷重たわみによる桁端上昇
④		端横桁断面	ゴム支承	既設支承位置	活荷重たわみによる桁端上昇、支承固定困難
⑤		端横桁下面			端横桁改造

本橋の端横桁は被災しており再構築する計画であったことから⑤案の問題点は特に問題にならず、既設支承位置に鉛直反力のみを支持させるすべりゴム支承を設置し、主桁間の端横桁下端部の切欠き部に水平力を受け持たせる免震支承を設置した。支承の設置状況を図-1に示す。

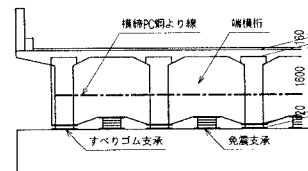


図-1 支承の取り付け状況

2.2 端横桁構造

上部工慣性力は端横桁を介して免震支承に伝達されるため、端横桁に面外力が作用する。しかし、既設の端横桁はRC構造であり面外力に対する耐力は小さいため、再構築にあたってはPC構造を採用した。ここで、端横桁のPC鋼線と主桁のPC鋼線との干渉を避けて配置する必要があったことから、端横桁幅を500mmから800mmと増厚した。また、本橋は拡幅区間であるため主桁本数が径間毎に異なることから、主桁線は隣接桁間でずれている。このため、橋脚位置によっては主桁が地震時の変位により隣接桁の免震支承に抵触する可能性があったが、この拡幅により免震支承を桁中央側へシフトさせることができ、これを回避することができた。

3. 支承の設計

3.1 免震支承

使用した免震支承は鉛プラグ入り積層ゴム支承(LRB)であり、狭隘な設置スペースを考慮して矩形断面とした。ここで、免震支承が鉛直反力を受けることによる横桁断面力状態の変化およびすべりゴムの浮き上がりを回避するために、免震支承の頂部に圧縮剛性の小さいゴム層を重ね合わせることによって鉛直反力を受けないように通常のLRBを改良した。免震支承を図-2に示す。支承の橋軸直角方向の変位に対してはサイドブロックを設けて震度法レベル程度の地震力まで変位を拘束し、震度法レベルを超える地震力に対してはそれがノックオフされて支承が変位できるようにし、全方向に免震機能が十分に発揮できるようにした。

3.2 鉛直支承（すべりゴム支承）

既設支承位置に設けるすべりゴム支承はテフロン板とフッ素樹脂(PTFE)によりすべり面を形成しているが、

地震時のすべり移動により微小の摩擦減衰が発生することで免震機能が付加される。しかし、地震動には上下動を伴うことや摩擦面の経年変化を考慮すると、この摩擦を見込むことは各橋脚への反力分散状態が不明確なものとなるため、摩擦減衰を考慮しないものとした。また、すべりゴム支承は大地震時においても桁が支承より逸脱することのないように上沓の平面寸法を決定した。すべりゴム支承を図-3に示す。

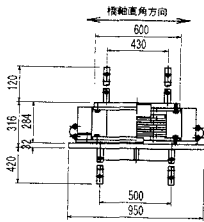


図-2 免震支承

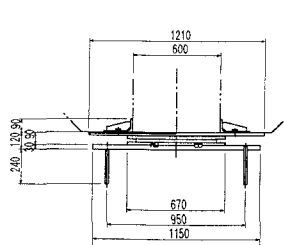
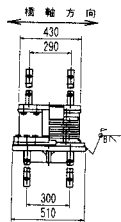
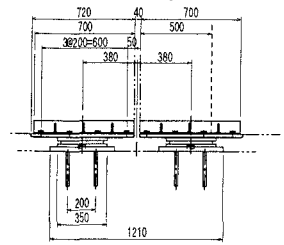


図-3 すべりゴム支承



4. 支承の性能確認

4.1 免震支承

免震支承が鉛直反力の無負荷状態で機能することとサイドブロックの破損後に支承が任意の方向に変形することに対する免震支承の性能を確認するため、水平載荷試験を実施した。鉛直載荷荷重は試験機の性能より10tfとし、水平変位を検査基準である $\pm 70\%$ ひずみ（ $\pm 84\text{mm}$ ）として4波連続で加振した。主要結果を図-4

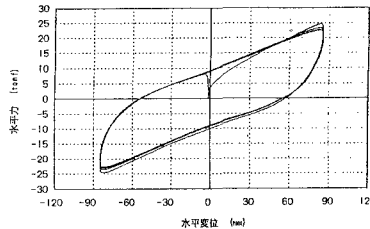


図-4 橋軸方向加振時の履歴特性

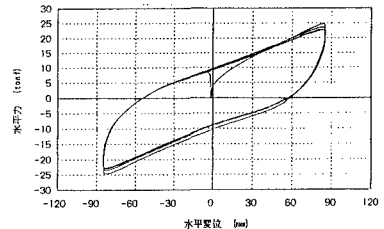


図-5 斜め方向加振時の履歴特性

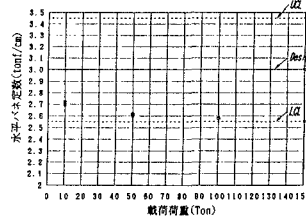


図-6 水平バネ定数

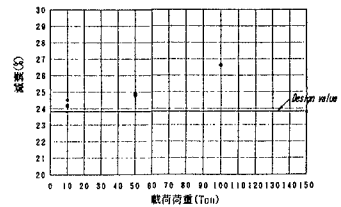


図-7 減衰

表-2 実験結果数値

供試体	加振方向	水平バネ定数 tf/cm	減衰 %
1	橋軸方向	2.66	24.5
	斜め方向	2.69	24.5
2	橋軸方向	2.72	24.1
	斜め方向	2.70	24.2

- ① 加振方向の差による水平バネ定数、減衰の差はほとんどない。
- ② 免震支承の特性値のバラツキはほとんどない。
- ③ 水平バネ定数、減衰は圧縮力に依存性がある。
- ④ 減衰は無負荷状態でも設計値を有していると推測される。

4.2 鉛直支承（すべりゴム支承）

すべりゴム支承に90tfの鉛直反力を載荷し、 $\pm 50\text{mm}$ の水平変位を4波連続して加振した。履歴特性を図-8に示す。この結果、摩擦係数は道示に示されている0.1とほぼ一致する。ただし、前述のとおり減衰効果は設計に見込んでいない。

5. あとがき

本免震化例ではパッド支承を使用しているPC桁に対して鉛直力と地震時慣性力をそれぞれ分担する機構により全方向免震化する手法を示した。また、この特殊免震構造を実現する支承の設計、性能試験により所要の免震効果を発揮することを確認した。今後、この種の橋梁に対する免震化の一助になれば幸いである。

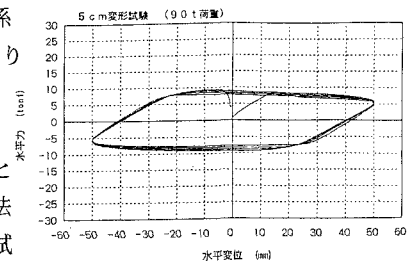


図-8 すべりゴム支承の履歴