

(86) 拾六町高架橋・免震支承ポストスライドの施工

建設省 九州地方建設局 福岡国道工事事務所	南嶋 佳典
株式会社 ピー・エス 九州支店 土木部 正会員	森島 修
同 上 正会員	○豎山 康子
株式会社 ブリヂストン 化工品技術本部	石塚 英武

1. はじめに

西九州自動車道・今宿道路 福岡 497 号拾六町高架橋は、12 径間連続 1 連、10 径間連続 2 連の PC 中空床版橋であり、耐震性の確保と上部構造の連続化を図るため、免震構造としている。

免震構造としては、免震支承を採用し、P1 ～ P13 および P23 ～ A2 の 2 連では LRB (鉛プラグ入り積層ゴム) を、P13 ～ P23 の 1 連では HDR (高減衰積層ゴム) を使用している。

また、せん断変形量を減少させる工法としては、3 連ともポストスライド方式を採用している。

本稿では、

免震支承の概要

せん断変形量を減少させる各工法の説明と施工実績

HDR 使用の 1 連 (P13 ～ P23) について、ポストスライド方式による後ひずみ調整の施工について、報告するものである。

2. 橋梁概要

本工事の工事概要および橋梁諸元は以下の通りである。

工 事 名：福岡 497 号拾六町高架橋第 1・2 工区 (下り線)
上部工工事

路 線 名：西九州自動車道・今宿道路

施工箇所：福岡県福岡市西区拾六町 3 丁目～大字拾六町

構造形式：12 径間連続 PC 中空床版橋・1 連

10 径間連続 PC 中空床版橋・2 連

橋 長：948.100m

支 間 割：10@29.750+32.000+29.100

10@29.450m、9@29.450m+29.950m

有効幅員：9.000m

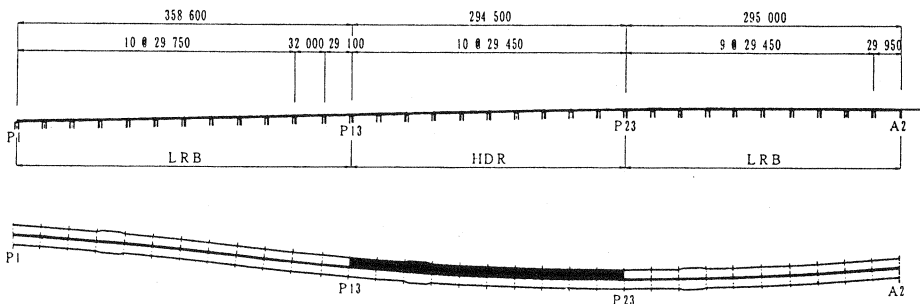
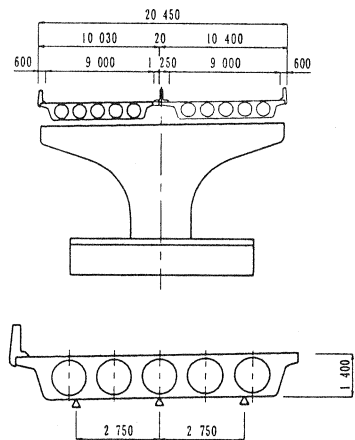


図-1 一般図

3. 免震支承とは

阪神大震災以前の耐震設計では、地震に対して橋梁などの構造物を強く造るという発想の設計法が主流であったが、近年の橋梁の最新技術として『免震構造』が研究されている。これは、橋梁の長周期化を図りつつ、エネルギー吸収をも向上させる設計法である。

この免震設計で使用される免震支承とは、長周期化のためのバネ要素とエネルギーを吸収させるための減衰要素を兼ね備えた支承である。

現在国内で使用されているゴムを使用した免震支承としては、

- ①HDR (ゴムの配合技術によって減衰要素を実現している高減衰積層ゴム支承)
- ②LRB (ゴムと鉛を組み合わせることによって減衰要素を実現している積層ゴム支承)

の2種類がある。

4. せん断変形量を減少させる工法

連続支間長の増加とともに、コンクリートのクリープや乾燥収縮、架設時温度と標準温度とのずれによるゴム支承のせん断変形量が大きくなることは避けられない。このことにより、ゴムが厚くなることを避けるため、経済性を検討した結果、最大変形量を減少させるなんらかの手段をとることが多いようである。

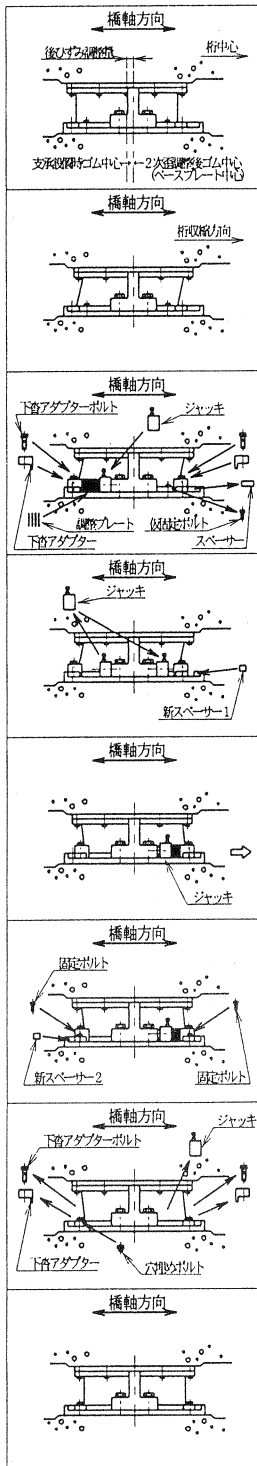
この変形量を減少させる工法を、下表(表-1)に示す。

表-1 せん断変形量を減少させる工法

施工種別	説明	施工実績
ポストスライド方式 (後ひずみ調整方式)	けた架設時はゴム支承を鉛直状態でセットするが、けた架設完了後はゴム支承下側をジャッキなどで強制的に所定の位置に移動させ、完成系(クリープ・乾燥収縮終了後)での標準温度時に鉛直状態になるように施工する方法 ベースプレート一体型方式、ブラケット方式、反力台方式などの方法がある	拾六町高架橋 (上り線・下り線) 大仁2号、3号高架橋 東京湾横断道路
現場与変形方式	現場において支承を所定の位置にセットした後、けた架設時にセンターホールジャッキなどを用いて強制的にゴムに変形を与え、けた側の所定の位置に上巻を合わせセットする方法	
予備せん断方式 (プレせん断方式)	現場施工時期および施工温度を特定できる場合、あらかじめ工場においてゴム支承にせん断変形を与えておき、けた架設完了後にせん断変形固定治具を取り除く方法	新小森野橋 浜比嘉大橋 安田橋
プレスライド方式	けた架設時には固定治具などによりゴム支承がせん断変形しないようにして、かつゴム支承と上取付けプレートまたは下取付けプレートとベースプレートなどの間で滑り支承として機能する構造とし、けた架設完了後はゴム支承のせん断変形固定治具を取り除き、別途ゴム支承と上取付けプレートまたは下取付けプレートなどの間の滑りを固定金具などにより拘束させることにより、ゴム支承がせん断変形に対応できる構造とする方法	拾六町高架橋 (上り線) 大阪池田線 桜新橋
現場導入方式	分割施工の場合において、架設部分同士を閉合する際に、相互をジャッキで押し引きすることなどにより、逆方向のせん断変形を与えて閉合する方法	石狩川橋
ジャッキアップ方式	構造完成後、コンクリートのクリープなどがある程度進行した時点で、上部構造をジャッキアップダウンし、その時点までに生じたせん断変形を解放する方法	北明橋 鳥山1号橋

本橋では、上表のうちポストスライド方式(ベースプレート一体型方式)が採用された。

この施工について、次項以降で報告する。



1. 支承設置時

支承を所定の位置にセットする

2. 橋体完成時

クリープ・乾燥収縮により、ゴム支承はせん断変形している

3. 後ひずみ調整作業準備

- ① 下査アダプターを取り付ける
- ② 仮固定ボルトを取り外す
- ③ ジャッキをセットする
- ④ ジャッキにてスペーサーにかかる荷重を除去し、スペーサーを撤去する（ジャッキのストロークが足りない場合は、調整プレートを使用する）

4. 後ひずみ調整作業 1

- ① 3 で使用したジャッキを撤去し、反対側（橋軸方向）にセットする
- ② 新スペーサー 1 をセットする

5. 後ひずみ調整作業 2

- ① 両サイドブロックに硬質プラスチック製テーパーライナー（横ずれ防止用）を打ち込む
- ② ジャッキで下査を新スペーサーに当たるまで移動させる（ジャッキのストロークが足りない場合は、調整プレートを使用する）

6. 後ひずみ調整作業 3

- ① 固定ボルトを取り付け、下査-ベースプレート間を固定する
- ② 反対側（橋軸方向）に新スペーサー 2 をセットする

7. 後ひずみ調整作業 3

- ① ジャッキを撤去する
- ② 下査アダプターを撤去し、穴埋めボルトを取り付ける
- ③ 支承周りの清掃を行う

8. クリープ・乾燥収縮完了

クリープ・乾燥収縮完了
ゴム支承は、鉛直状態になる

図-2 ポストスライド方式 施工要領

5. ポストスライド方式によるひずみ調整の施工

5.1 概要

(1) 支承仕様

本橋に使用された高減衰ゴム支承の仕様は、下表(表-2)の通りである。

表-2 支承仕様

橋脚番号	ゴム寸法(mm)	1層厚(mm)	積層数	支承全厚*(mm)	基数/脚
P13、P23	720×720	2.0	8	382.4	3
P14～P22	870×870	2.1	8	425.4	3

*支承全厚とは、ゴム支承本体と上沓、下沓およびソールプレート、ベースプレートを併せた支承全体の厚みを示す。

ポストスライド方式を採用したことにより、ベースプレートの橋軸方向の寸法が、ひずみ調整を行わない場合に比し+110mmとなっている。

(2) 作業手順

- ①使用機材・工具・材料運搬、作業員の昇降用として、橋脚の起点側・終点側にそれぞれ高所作業車(トラックマウントタイプ)を据付ける。
- ②支承のサイドブロックを利用して橋脚上に親綱を張り、安全設備を整える
- ③ゴム本体の変位量(ひずみ量)を測定する ～詳細は、5.5 変位量の測定
- ④ポンプを上下線中央部の作業空間の広い場所にセットし、外側の支承より順に調整する ～詳細は、5.3 施工手順(2)ポストスライド方式の施工要領(図-2)
- ⑤この時、初動時および安定時のジャッキ反力を測定する ～詳細は、5.4 反力の測定

(3) 使用ジャッキの選定

下沓のスライドに使用するジャッキは、後ひずみ調整時の水平力を想定し、選定する。

想定水平力は、死荷重に摩擦係数 $\mu=0.2$ (経験値) を乗じた摩擦力と、後ひずみ量分積層ゴムがせん断変形した際に発生する水平力を加えた値とする。

この想定水平力 $Fa'max$ (60.08TON) と、作業スペースを考慮し、使用ジャッキを選定した。

この他、下沓のスライドが困難な場合に備えて、死荷重反力を軽減するためのジャッキも準備した。

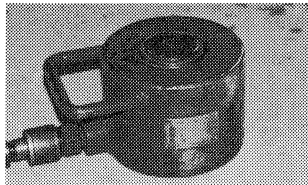


表-3 想定水平力 (TON)

ピア NO	死荷重 Rd	摩擦力 $\mu=0.2$ Fm	想定水平力 Fa'
P13	103	20.60	30.49
P14	238	47.60	60.08
P15	237	47.40	57.06
P16	238	47.60	54.38
P17	228	45.60	49.07
P18	-	-	-
P19	230	46.00	48.99
P20	230	46.00	52.48
P21	229	45.80	55.29
P22	236	47.20	59.02
P23	100	20.00	29.89

5.2 使用機材・工具

- 高所作業車(トラックマウントタイプ、21m) 2台
 分離式単動型 50T 油圧ジャッキ 2台、手動ポンプ 1台、2連分岐 1基(下沓スライド用)
 分離式両動型 100T 油圧ジャッキ 1台、手動ポンプ 1台(本体扛上用・予備携帯)
 パール 2本・セットハンマー 2本・M24 ラチェットレンチ・M33 スパナ 1本・パイプレンチ(大) 1本・M24、M33 タップ 各1本・テイパーライナー 4枚・ウエス・錆取りスプレー

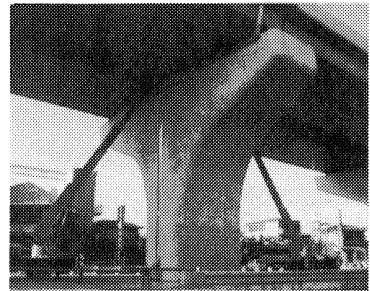
5.3 施工手順

(1) 施工順序

起点側 (P13) より順に、終点側 (P23) に作業を進める。

(2) ポストスライド方式の施工要領

ポストスライド方式の施工要領を次ページ・図-2 に示す。



5.4 所要日数など

作業員数 6名 (作業指揮者 1名を含む)

作業日数 5日

延べ作業時間 240時間 (約8.0時間/1基)

5.5 変位量の測定

(1) 支承のひずみ量の測定 (表-5)

調整作業に入る前に、各支承でゴムのひずみ量を測定する。ひずみは、1支承につき3ヶ所で測定し、この平均値をひずみ量とする。

(2) 変位の測定 (表-4)

全体の変位を把握するため、すべての作業に先立ち不動点と考えられるP18にマーキングをし、各段階でこの位置の移動量を測定した。

表-4 計測表1 (変位量)

作業ステップ	変位量 (mm)
作業開始前	0
P13 終了後	2
～ P15 終了後	5
～ P17 終了後	8
～ P20 終了後	7
～ P22 終了後	5
作業終了後	3

5.6 反力の測定

(1) 初動反力 (R1) の測定 (表-5)

ポンプでジャッキの圧力を上げて、しばらくは変化が見られないが、ある反力に達したとき、下桁が移動し始める。この時の反力を、初動反力 (R1) とする。

(2) 安定時反力 (R2) の測定 (表-5)

下桁が移動し始めしばらくすると、反力はいったん下がり安定した値を示すようになる。この時の反力を、安定時反力 (R2) とする。

(3) 引き続き下桁の移動を続け、ゴム支承にせん断変形を与えるようになると、ゴムの抵抗から反力は再び上がってくるが、この時の反力は測定対象としない。

表-5 計測表2 (ひずみ量および反力)

ピアN	ひずみ量 mm				調整量 mm	初動反力 (R1) TON				安定時反力 (R2) TON			
	L	CL	R	平均		L	CL	R	平均	L	CL	R	平均
P13	6	5	4	5	55	26	16	22	22	16	12	16	14
P14	4	4	4	4	47	40	30	28	32	24	20	20	22
P15	7	5	7	6	34	40	26	22	30	34	24	14	24
P16	8	8	13	10	22	32	22	30	28	20	14	16	16
P17	9	6	3	6	11	40	16	28	28	24	12	20	18
P18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P19	9	13	9	10	12	52	38	44	44	34	28	34	32
P20	-3	-4	-5	-4	22	42	32	32	36	28	22	24	24
P21	-3	-5	-5	-4	34	42	32	32	36	28	22	24	24
P22	-8	-7	-9	-8	46	36	32	32	34	24	20	18	20
P23	-27	-25	-26	-26	55	14	12	12	12	12	8	8	10

*ひずみ量の向きは、+ : 終点側、- : 起点側を示す

5.7 考察

(1) 施工時期

ポストスライド方式による後ひずみ調整の施工を行う時期としては、クリープ・乾燥収縮が終了し、温度が標準温度に近い時期が最も望ましいが、実際には現場の条件により、この時期に施工できない場合も多い。しかし、作業終了後のひずみ量が温度変化によるひずみ量の最大値より超えなければ、設計的な問題はないと考えられる。

(2) 施工順序

本橋では、支承の後ひずみ調整の施工は、起点側から終点側へ向けて行った。

不動点を挟む形で、起点側・終点側から交互に施工する方法が望ましいかと考えたが、かなり作業効率が低下することが予想され、片側から施工を進める方法を採用した。

結果、5.5 変位量の測定(2)変位の測定より、片側から施工を進めても、すべての作業が終了した時点でほぼ元の位置に戻るということが確認でき、特に施工順序に制約はないと考える。

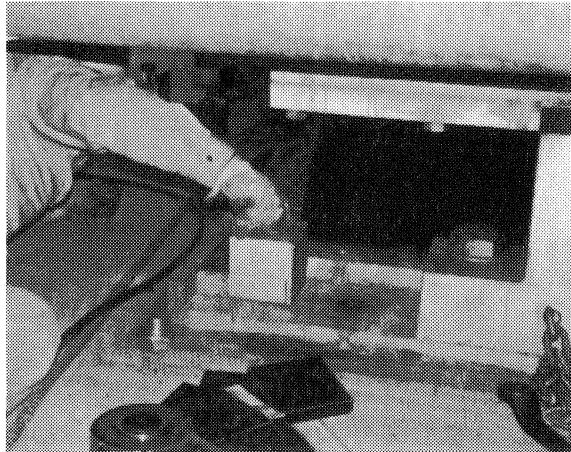
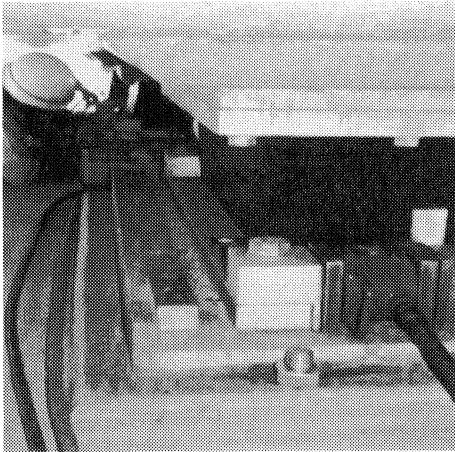
ただし、ゴム支承のひずみ量に全体の変位が影響したと考えられるので、この測定は、すべての作業に先立ち行っておく必要があったと考える。

6. おわりに

後ひずみの調整作業を行うためには、どの工法を採用してもある程度の治具(完成系では不要となる調整作業のための金具類)が必要となる様である。

現場の作業スペースなどの条件、経済性、環境問題などを考慮し、この治具を少なくする工法の選択・設計が必要とされてくると考える。

最後に、本橋の施工および本稿の作成にあたりご指導、ご協力を頂きました関係各位の方々に、心よりお礼申し上げます。



【参考文献】

- 1) 猪熊康夫・大橋 岳：第二東名高速道路の免震支承の標準化に関する検討
橋梁と基礎、1998 Vol.32 No.12、P11～P15、1998/12/1
- 2) 泉 満明・山縣敬二・一桝久允(社) P C建設業協会高速道路橋研究委員会
：P C道路橋の長大多径間化について
第24回 P C技術講習会テキスト(高性能なP C構造物をめざして)、1996/02