施工計画

阪神高速道路　長大橋の耐震補強について

日本橋梁建設土木施工管理技士会
日立造船株式会社

現場代理人	監理技術者	設計担当
中　村　友　三	尾　﨑　直　人○	松　野　　進
Tomozou Nakamura	Naoto Osaki	Susumu Matsuno

１．はじめに

本工事は、阪神高速道路４号湾岸線の平林高架橋および新浜寺大橋において耐震性能を向上させる工事である。既に竣工した一期工事（長大橋耐震補強工事（20−３−湾））では優先的に落橋防止装置や浮き上り防止装置等の施工を実施したため、本工事は変位制限装置と支承改良工の施工を行った。

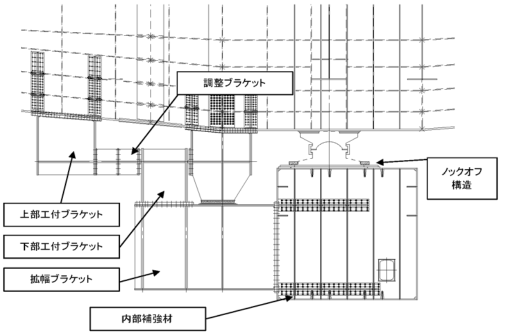
工事概要

⑴　工 事 名：長大橋改良工事（25−２−湾）
⑵　発 注 者：阪神高速道路株式会社　大阪管理部
⑶　工事場所：大阪府住之江区平林（平林高架橋）
　　　　　　　大阪府堺市築港浜寺町（新浜寺大橋）
⑷　工　　期：平成26年02月25日～
　　　　　　　平成27年10月27日

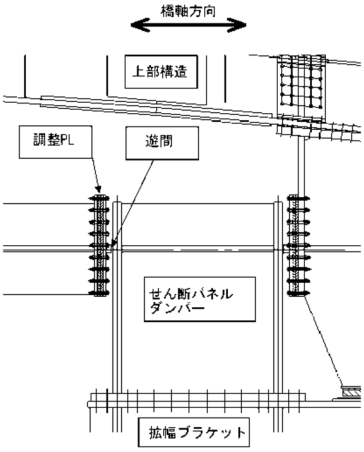
図−１　平林高架橋 P111の着工前状況

２．本橋の耐震補強の特徴

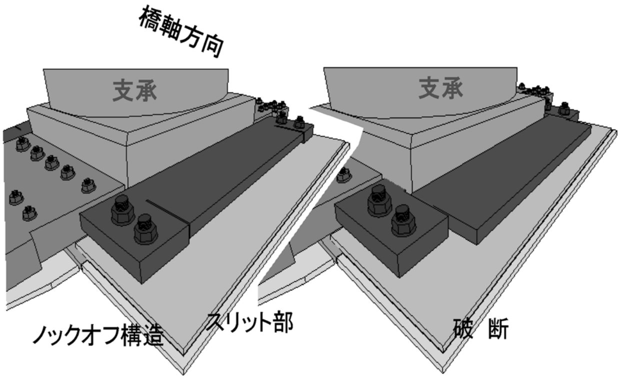
平林高架橋は、耐震補強前の耐震性能評価より支承部や鋼製橋脚に大きな損傷が発生することが確認された。そのため、本橋の耐震補強対策としては、エネルギー吸収と変位制御を同時に満たす免震・制震技術が有効として、制震デバイスによる補強を採用している。具体的には、P111橋脚部に設置したブラケット上の履歴減衰型のせん断パネルダンパーで耐震性能を向上させる方法である。図−２にせん断パネルダンパーの概略図を示す。せん断パネルダンパーは、大規模地震時にせん断パネルが塑性せん断変形することにより、地震時エネルギーが吸収され、他の構造部位の応答値が低減する効果を有している。そのため、耐力・じん性補強対策の実施が困難な部位を含む下部構造においては、せん断パネルダンパーによる耐震



図−２(a)　せん断パネルの概略図



図−２(b)　せん断パネルの概略図



(a) 破断前(常時)　　(b) 破断後(レベル2地震時)

図−３　ノックオフ構造の概略図

対策が有効で、補強範囲や補強規模の縮減が期待できる構造である。

しかし、P111橋脚は固定支承であり、上下部工間の水平力をせん断パネルダンパーで負担するために固定支承の可動条件が必要になる。そのためには、支承が固定されている橋脚とベースプレートとの溶接を除去することで固定支承が移動可能な構造としている。しかし、本構造のままでは、常時に支承が移動してしまうため固定支承の前面にスリットを有する板を設置し、衝突する荷重を利用してスリット部を破断させるノックオフ構造を採用している。図−３にノックオフ構造の概略図を示す。

３．せん断パネルダンパーおよびノックオフ構造の製作・施工上の課題

本工事でせん断パネルダンパーおよびノックオフ構造を製作・設置するにあたっては下記の課題があった。

⑴　せん断パネルのパネル部には低降伏点鋼(LY225材)が使用されている。LY225材は、約700℃以上の入熱で品質が低下するため、製作時のひずみ矯正として一般的に用いられている加熱矯正の適用が困難であった。

⑵　せん断パネルの現場施工においては、レベル２地震時にせん断パネルの機能を十分に発揮させるために、設計で要求された遊間量に対して、その値を確保するための適切な管理が重要であった。特に、下部工付のブラケットの最大重量は約200ｋＮもありブラケットサイズが非常に大きいことおよび夜間交通規制内で架設を行う必要があったため設置後の調整が困難であった。また、上部工付ブラケットおよび橋脚付ブラケットは桁内および脚内の内部補強材との取り合いがあるため部材の製作及び設置誤差は、全てせん断パネルダンパーの遊間で調整する必要があった。

⑶　せん断パネルの機能発揮のためにはノックオフ構造として固定支承を可動化させる必要があり、そのためには橋脚ベースプレート部との溶接をガウジングにより撤去することになる。その際に一時的に支承が移動可能な状態になるため施工時での固定方法を検討する必要があった。

４．せん断パネルダンパーおよびノックオフ構造の課題に対する対応策

⑴　LY225材が約700℃以上の入熱で品質が低下することに対しては、せん断パネルの製作に先立ちLY225材を用いたテストピースによる溶接施工試験を行い、溶接手順とひずみ量の関係などを把握した。この結果、製作時のひずみが生じにくい製作方法を採用することで製作の効率化を図った。

⑵　せん断パネルおよびノックオフの遊間量は、それぞれ10㎜および５㎜に設定している。

ノックオフの設置は現場溶接のため遊間調整は比較的容易であるが、せん断パネルは高力ボ

表−１　調整プレートの調整量について

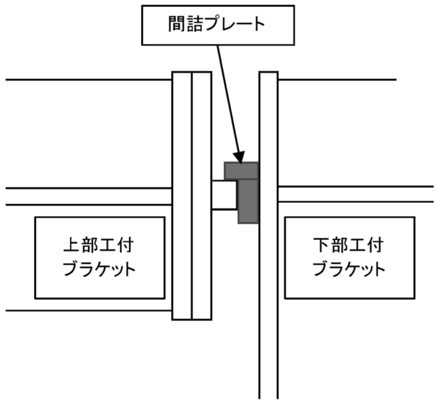
	橋軸方向変位制限装置	
	湾P110側	湾P112側
①製作誤差（部材） 上部工付きブラケット	−3～+3mm	−3～+3mm
②製作誤差（組立） 上部工付きブラケット	−1.5～+1.5mm	−1.5～+1.5mm
③製作誤差（部材） 下部工付きブラケット	−3～+3mm	
④製作誤差（組立） 下部工付きブラケット	−1.5～+1.5mm	
⑤製作誤差（部材） 拡幅ブラケット	−3～+3mm	
⑥製作誤差（組立） 拡幅ブラケット	−1.5～+1.5mm	
⑦計測誤差	コンベックスによる計測のため数値化不可	
⑧設置誤差 上部工付きブラケット	−2～+2mm （拡大孔による据付誤差）	−2～+2mm （拡大孔による据付誤差）
⑨設置誤差 下部工付きブラケット	−2～+2mm （拡大孔による据付誤差）	−2～+2mm （拡大孔による据付誤差）
⑩施工時の温度誤差	固定沓のため考慮しない	
⑪活荷重（橋体変位）	固定沓のため考慮しない	
累積誤差（①＋③＋⑤ ＋⑧＋⑨）	−13～+13mm	−13～+13mm
誤差調整方法	t=22mmのFill PLを切削または板厚の追加・変更により調整 （t=9～35）	t=22mmのFill PLを切削または板厚の追加・変更により調整 （t=9～35）

ルトによって設置位置が決定し調整困難なため遊間部の調整プレートによって調整を行った。調整プレートの調整量はブラケットの製作および設置誤差を考慮して表−１に示すように−13㎜～＋13㎜調整できる板厚とした。また、ブラケットの接触面側に図−２(a)に示す取外し可能な調整ブラケットを設けることで、ブラケット設置後に直ちに隙間を計測し、上記の調整プレートを設置した調整ブラケットを計測当日の内に設置した。その結果、ブラケットの設置誤差は13㎜以下となり夜間交通規制時間内で設置することができた。

(3)　ノックオフ構造とした場合には一時的に支承が移動可能な状態になるため施工時での固定方法を検討する必要があり、下記の施工手順で施工した。

①支承の改造は、せん断パネルダンパー等のブラケットの設置完了後に実施した。これは、施工中の不測の事態で支承が移動した場合のストッパーとして機能させるためである。

②支承部の溶接部のガウジング処理に先立ちノックオフ構造設置のための準備工を完了させておき固定支承が自由に移動できる期間を最小限とした。



図−４　間詰プレート詳細

③ガウジング作業中はせん断パネルの遊間に間詰めプレートを挿入し支承の移動を防止した（図−４参照）。

④ガウジングは、ノックオフ構造を設置する箇所を先行し、部材設置後に残りの部分を撤去することで支承周囲の溶接ビードを撤去しサイドブロックを設置した。

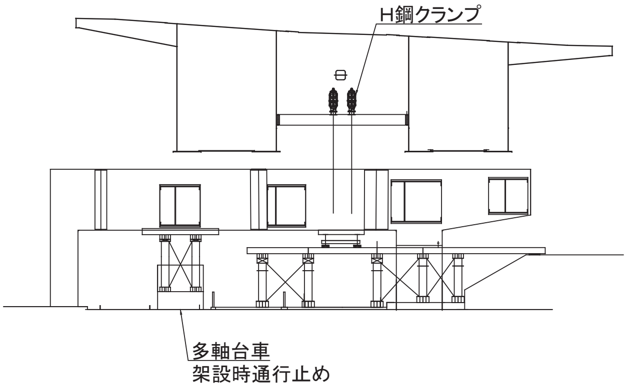
以上の手順でノックオフ構造を設置することで支承のずれを発生させず、かつ設計で要求された遊間を確保することができた。

５．現場における問題点

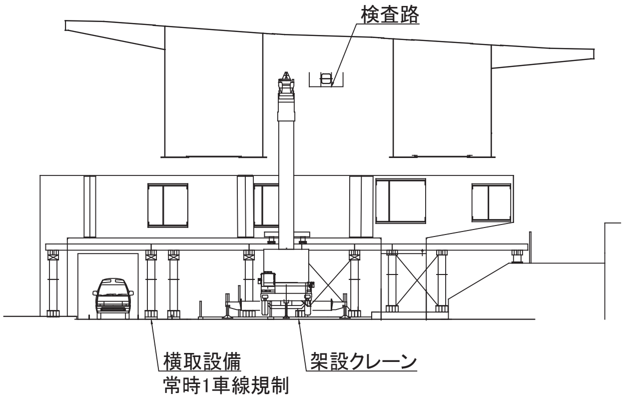
本工事の施工重量の約2/3が集中している平林高架橋 P111の施工の問題点を以下に示す。

当初の計画では、図−５に示すように市道上はブラケットを多軸台車に搭載し、市道を一時通行止めにして架設、ヤード内は横取り設備を設置し、Ｈ鋼クランプにて荷揚げ、架設する工法であったが、道路管理者や警察と協議していく過程で、一時通行止めが不可能であるという結論に至った。

また、設置するＨ鋼クランプと既設検査路の干渉が現場確認により発覚した。そこで、施工方法の変更を余儀なくされ、架設工法の詳細検討を行った。



図−５　架設計画図（当初）



図−６　実施架設計画図

６．工夫・改善点と適用結果

架設工法を選定するにあたり実施・検討した事項を以下に示す。

１）クレーンによる架設を検討するため、既設桁や現状の地形について測量を実施し、架設可能なクレーンを選定した。

２）市道上のブラケットを設置するために、道路を跨ぐベント設備が必要であり、建築限界を確保するため設計上可能な範囲でブラケットの設置位置を高くした。

３）道路管理者及び警察とベント設備を設置するための常時一車線規制協議を実施した。

以上の結果、図−６に示すように箱桁と検査路の間の空間を利用することで、クレーンによる架設及び常時一車線規制が可能となり、道路を跨ぐベント設備を設置する横取り工法とした。

また、この工法を選定したことで、Ｈ鋼クランプを設置するために必要であった仮設のＨ鋼や桁補強が不要となり、またその施工日数が約20日短縮することが出来た。さらに、通行止めを行わなかった事で近隣からの苦情も無く施工を完了した。

図−７　平林高架橋 P111の施工完了後状況

７．おわりに

今回の工事では、特殊な鋼材を使用することおよび一つの部材が非常に大きいこと、また制限の多い環境下での施工であったことを考慮すると、設計段階で製作だけでなく施工面も考慮した合理的な構造の提案を実施できたことで品質管理・出来形管理上良い結果が得られたと考えられる。

また、架設方法の変更においても早期に協議を開始したことで、十分に検討する期間が得られ、より良い計画への方向転換が可能となった。

最後に以上の対応について、契約当初からご指導・ご協力頂きました阪神高速道路㈱の皆様にお礼を申し上げます。