

長大ゲルバートラス橋の鋼床版連続化による耐震性向上検討

阪神高速道路公団 正会員 高田 佳彦
 阪神高速道路公団 正会員 毛利 哲也
 阪神高速道路公団 正会員 金治 英貞

1. 耐震補強の方針

港大橋は昭和49年に建設され、橋長980m（235m + 510m + 235m）と、トラス橋としては世界第3位のゲルバートラス橋である。

港大橋の耐震性は、現在のレベルに相当する、最大応答加速度が当初(250gal)の約4倍となる近傍断層（上町断層）からの地震動による解析を実施した場合、主構トラス部材に座屈あるいは降伏発生の危険性がある。

港大橋の耐震性向上策としては、損傷制御設計概念を用いて合理的な耐震補強方法を検討している。

耐震補強において、部材の降伏・座屈に対する直接的な補強は経済性等から効果的とはいえず、地震力の応答を低減させる免震、制震構造の採用が合理的である。そこで、橋軸方向地震動に対しては、床組の支承を全て免震支承（すべり支承+ゴム支承）に取り替える床組免震化、橋軸直角は履歴型ダンパーの採用による制震構造化を図っている¹⁾。

2. 鋼床版連続化の目的

港大橋の床組は、単純または4～5径間連続の鋼床版I桁（6主桁）で構成され、上下層それぞれ14パネルあり、トラス主構横梁上で支点支持されている。

鋼床版桁連続化の目的は、橋軸方向地震の床組の落橋防止および橋軸直角方向の耐震性向上を図ることである。

まず、鋼床版桁の連続化により、床組の橋軸方向地震時に主構からの脱落および主桁どうしの衝突が防止でき、衝突によるすべり支承の機能障害の懸念が払拭される。さらに、落橋防止装置が不要となり、施工数量の低減に伴う経済設計が可能になる。

次に、床組は鉛直軸回りの断面剛性が大きく、橋軸直角方向の剛性は、主構上下弦材の10～15%程度を有する。床組の橋軸直角方向の支承条件は固定である。軸直角方向地震動に対して、鋼床版桁連続化により主構に発生する断面力を床組に分担させ、主構の応答を低減させることによって、耐震性の向上

を図るものである。

3. 連続化パターンの検討

橋軸直角方向地震による主構降伏部材数が、連続化パターンでどう変化するか調べた。図-1に側面図、表-1に連続化による床組パネルの、パネルケース数を示す。ゲルバーヒンジ部は連続化対象から除いている。全橋の3次元立体モデルにより、上町断層波（橋軸直角方向）による時刻歴応答解析を行った。

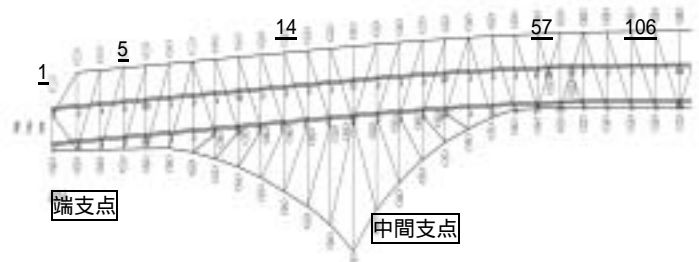


図-1 港大橋側面図（起点側～中央径間中央）

表-1 連続化による床組パネルケース数

連続化パターン	端支点位置(上層格点番号に対応)
3パネル化	57,57(ヒジ部)
5パネル化	14,57,57,14(上記+中間支点上)
8パネル化	5,14,57,106,57,14,5(上記+側中央径間中央)

*「r」は図-1(起点側)の対する終点側の対称位置

解析結果を、表-2に示す。降伏部材数は5パネル時が最小となった。

表-2 主構降伏部材数の比較

部材	設備数量	現状	連続パネル数			増減	
			8	5	3	8	5
上弦材	108	16	9	4	4	-5	-
下弦材	108	24	16	11	10	-5	-1
鉛直材	154	54	23	19	20	-4	+1
斜材	164	44	22	22	23	-	+1
合計	534	138	70	56	57	-14	+1

また、床組支点の橋軸直角反力を算出した。3パネル時の反力最大値は、下層定着桁部の主塔上（約25,000kN）である。5パネル時の最大反力は上層吊桁部端部（約11,000kN）であり、3パネル時の半分以下で、サイドブロック1個あたりの反力は2000kNと、特別な補強を必要としない程度に収まる。

以上より、連続化パターンは5パネル化を採用した。

4. 連結部における支承数の検討

キーワード：損傷制御，鋼床版桁連続化，床組免震，長大橋耐震補強，1支承化

連絡先（559-0034 大阪市住之江区南港北1-14-16WTCビル37F，TEL06-6615-7451 TEL06-6615-7449）

阪神高速道路公団の一般的な桁連続化工事では、鉛直剛性が比較的小さいゴム支承を用い、2支支承支持形式を採用している。今回、鉛直剛性の高いすべり支承を採用するため、支承間距離が短かいと連結部に過大なせん断力が作用する。

そこで、図-2のように1支承化の検討を行った。

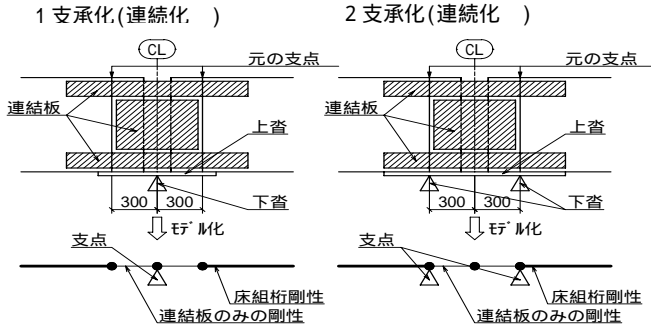


図-2 連結部のモデル化

連続化部位周辺における活荷重断面力分布を図-3に示す。これより、2支承線化の場合には、支点における断面力が極端に大きい。これは、ゴム支承の沈下等による連続化部位の作用断面力の低減効果は期待できず、桁高が支間長の1/2程度となることから、ディープビームとしての応力性状となることが考えられる。よって、1支承化を採用することとした。

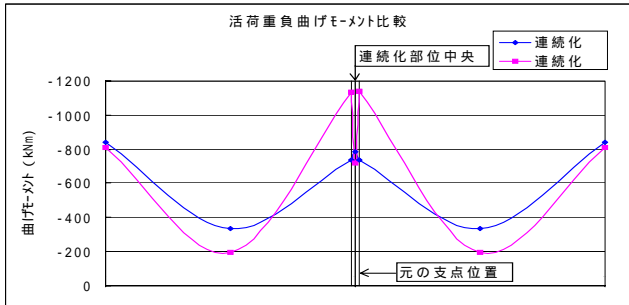


図-3 連続化による作用負曲げモーメント比較

5. 鋼床版桁連結部の構造検討

鋼床版連結部は、鋼床版桁のウェブにおいてバル地震相当で降伏を許容していることから、母材の降伏耐力を用いて設計する。図-4に構造図を示す。なお、一般部と同等の面外剛性を確保するため、鋼床版部も連結することとしている。ウェブ連結部は、モーメン

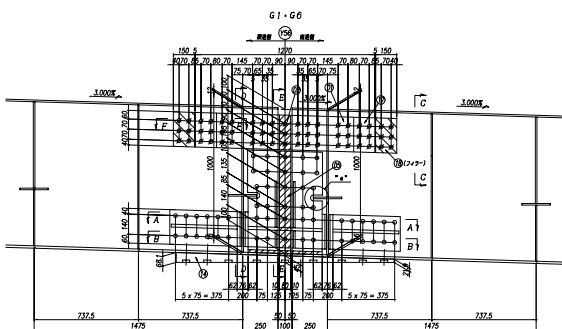


図-4 鋼床版桁連結構造図

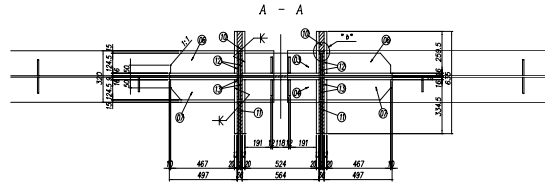


図 5 下段モーメントプレート構造図(支圧接合)

トプレート+シャーププレートで連結し、既設支点上補剛材の切り欠きを避けるため、図-5のように下段モーメントプレートの連結部は「支圧接合を併用した連結化構造」²⁾を採用することにした。

6. 連結化による主構の応答低減効果

橋軸直角方向地震動における主構の軸力を、図-6に示す。連結化による側径間端支点側の効果が大きく、上弦材で70%、下弦材で最大60%程度まで低減している。当該箇所は、元々地震荷重で断面が決定されており、上弦材では、ほとんど許容値に収まる。

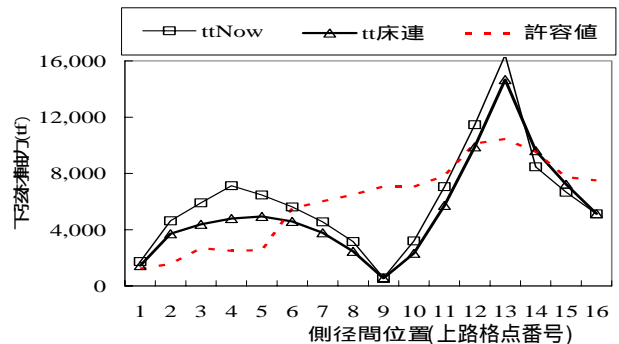
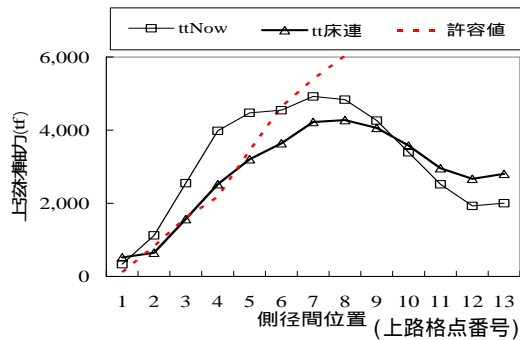


図-6 連結による上弦材・下弦材軸力の低減効果

7. まとめ

鋼床版桁連結化は、床組の落橋防止に加えて、直角方向地震動に対して主構断面力の応答低減効果が大きく、許容値を越す部材が大幅に減少することが判明した。さらに、履歴型ダンパーの採用により、合理的で経済的な耐震対策案を策定する予定である。

参考文献

- 1) 金治英貞,北沢正彦,鈴木直人:長大ゲルトラ橋の耐震補強に関する地震応答解析と損傷制御設計,土木学会既設構造物の耐震補強に関するシポジウム,2002.11
- 2) 上田英治,板橋壮吉:中間橋脚上1支承による単純桁の連続化,高田機工技法 No15, 1999.