

桁端部の変位拘束による PC 斜張橋の耐震補強

九州工業大学大学院

学生会員

宮島英樹

九州工業大学

正会員

幸左賢二

九州工業大学大学院

学生会員

阿部弘典

阪神高速道路株式会社

正会員

西岡 勉

1. はじめに

既設の耐震補強では、河川橋等大規模な仮締切りが必要となる施工条件の厳しい橋梁において、一般的な耐震補強方法では多額の工事費を必要とするといった課題がある。したがって、本研究では PC 斜張橋を対象に、直接河川内の橋脚に補強を施さず、主桁端部と側径間橋脚の間にゴム製の間詰材を充填する耐震補強工法¹⁾を適用した場合の、主塔部の地震慣性力を端部橋脚に分散させる場合の応答低減効果について検討した。

2. 対象橋梁

対象橋梁は、図-1 に示すような河川内に主塔部橋脚が位置する、橋長 400m の既設の PC2 径間連続斜長橋である。主塔主桁部の結合条件は剛結となっており、端部橋脚は可動支承である。主塔形状は逆 Y 字型で、斜材は 2 面吊である。主桁は斜めウェブを有する 4 室箱桁断面である。また、主塔部橋脚は小判型断面の RC 柱、端部橋脚は正方形断面の RC 柱、基礎構造は何れもケーソン基礎となっている。地盤条件は I 種地盤であり、地震時に液状化は生じないと判定されている。

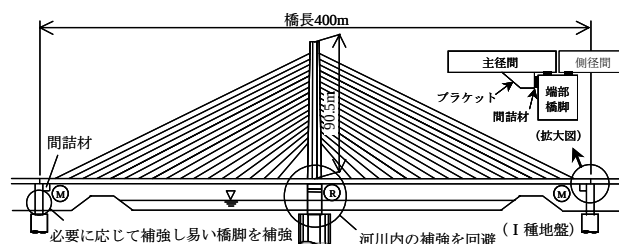


図-1 対象橋梁

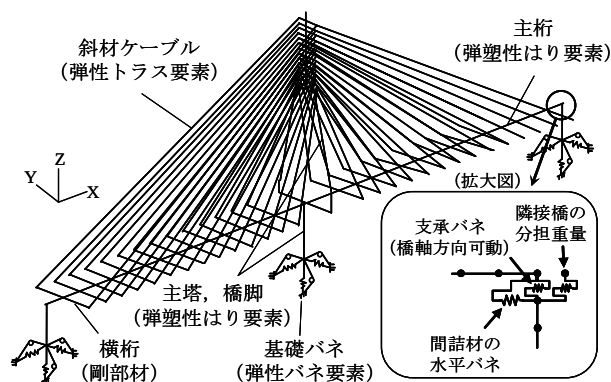


図-2 解析モデル

3. 解析手法モデルと解析手法

斜張橋主径間部を図-2 に示すような 3 次元フレームにモデル化し、非線形時刻歴応答解析を行った。主桁、主塔、橋脚は弾塑性はり要素、斜材のケーブルはトラス要素を用いており、基礎は集中バネに置き換えている。一方、解析における数値積分には、ニューマークの β 法 ($\beta=1/4$) を用い、積分時間間隔は $\Delta t=1/1000$ 秒とし、全体としてレーリー減衰を用いている。

4. 検討概要と解析ケース

予備解析の結果、本橋は主塔部橋脚の強軸方向に対するせん断耐力不足が懸念されることから、本研究では主塔部橋脚の強軸方向に対する応答低減効果に着目した。補強工法としては、図-3 に示すような圧縮力-圧縮ひずみ関係を有する間詰材を、主桁端部と端部橋脚との間に 250 個配置し、端部橋脚の曲げ耐力を現況の 2 倍とした。解析ケースは表-1 に示すように、兵庫県南部地震の神戸海洋気象台、断層破壊を考慮した想定地震波、台湾集集地震で観測された TCU068 波形の 3 波を用いて計 6 ケース設定している。

5. 解析結果

図-4 に、主塔部橋脚基部の応答履歴を示す。これによると、入力地震動の違いによらず、補強後は現況に比べて応答が低減されていることが分かる。特に、想定地震波と TCU068 を入力した場合は、現況で降伏し非線形状態となっていたものが、弾性状態に収まる結果となっ

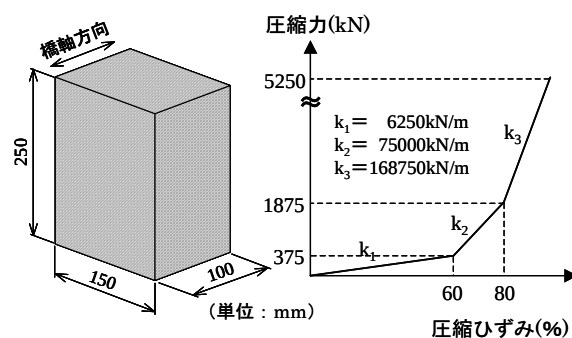


図-3 間詰材のモデル化

表-1 解析ケース

解析ケース	入力地震動	補強の有無
Case1	海洋気象台	無
Case2		有
Case3		無
Case4	想定地震波	有
Case5		無
Case6		有

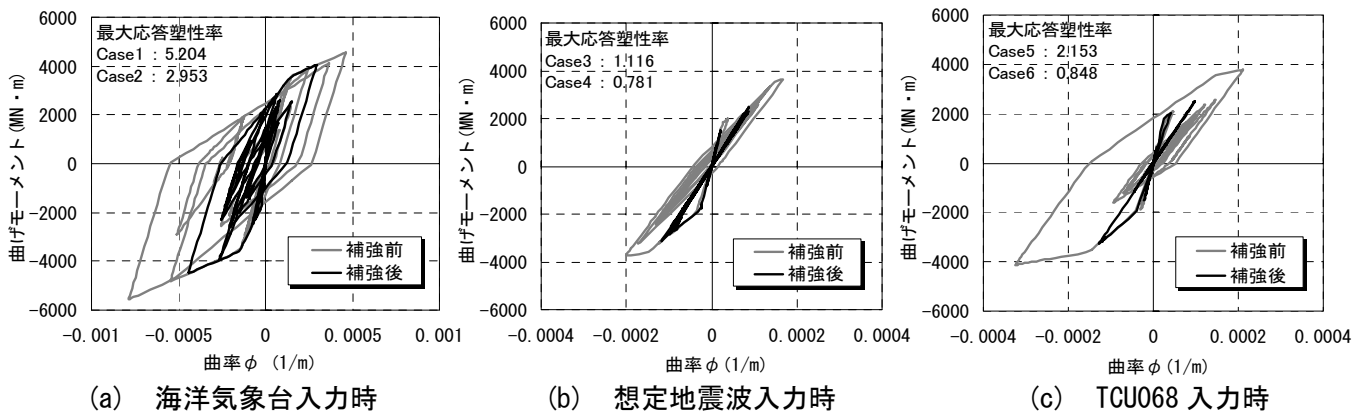


図-4 主塔部橋脚基部の強軸方向に対する応答履歴

ている。次に、主塔部橋脚の最大応答せん断力を図-5 に示す。これによると、低減率に若干の差はあるものの、 $M-\phi$ 応答履歴と同様に何れの地震波を入力した場合でも、補強後は最大で現況の 25% 程度、主塔部橋脚の最大応答せん断力が低下していることが分かる。

ここで、最大応答せん断力発生時における、主桁端部および端部橋脚の変形状態の模式図を図-6 に示す。これによると、補強前は端部橋脚の支承条件が可動なため、上部工慣性力が端部橋脚に伝達されず、主桁端部の応答変位と比較して端部橋脚天端の応答変位がかなり小さくなっている。また、主塔部橋脚の応答が大きいくほど、主桁端部の応答変位も大きくなっている。

一方、補強後の場合は、主桁端部と端部橋脚天端との間に間詰材を設置しているため、上部工慣性力の一部を端部橋脚が負担することで端部橋脚は降伏し、応答変位が大きくなるものの、主桁端部の水平変位は抑制される。その結果、斜張橋全体系の振動が抑制され、主塔部橋脚の最大応答が低減される。また、本論中では示していないが、主塔部橋脚のみならず、主塔や主桁など各部材においても、最大応答が低減されていることを確認している。

6. まとめ

- (1) 主桁端部に間詰材を設置することで、上部工慣性力が端部橋脚に分散され、直接主塔部橋脚を補強することなく最大応答の低減が可能となる。
- (2) 本橋の場合、入力地震波によって最大応答低減効果は異なるが、10~25% 程度の低減効果が得られた。

参考文献

- 1) 田崎賢治, 幸左賢二, 阿部弘典, 新井伸博: 橋の桁遊間部に間詰材を充填する地震慣性力の低減効果, コンクリート工学年次論文報告集, Vol.26, No.2, pp. 1171-1176, 2004.7

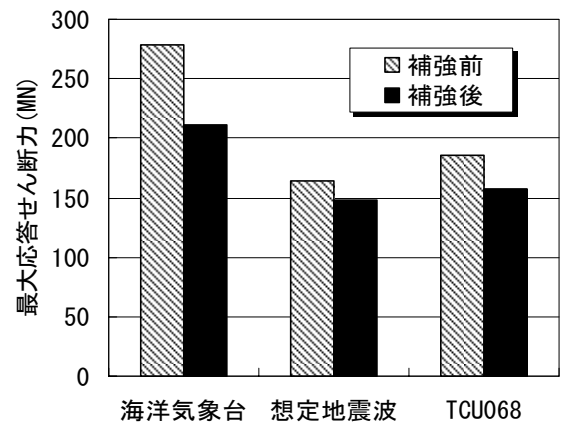
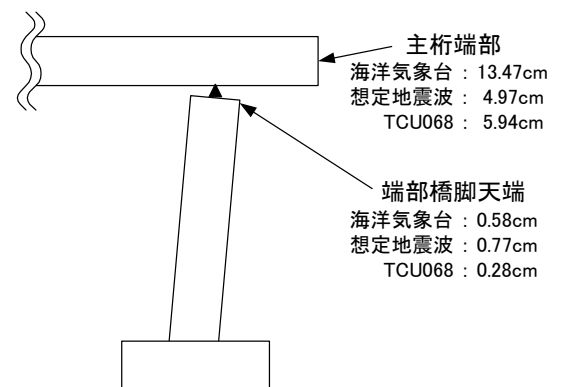
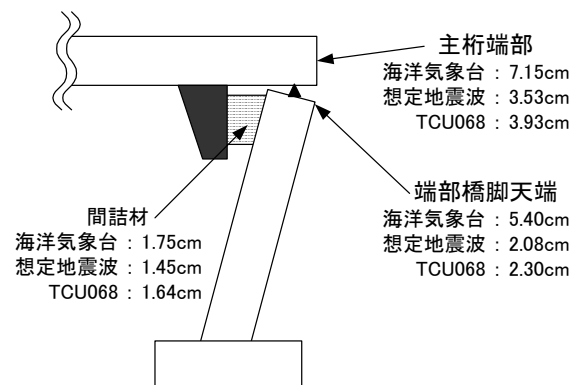


図-5 主塔部橋脚の最大応答せん断力



(a) 補強前



(b) 補強後

図-6 桁端部の変形状態の模式図