

間詰材充填工法による橋台の水平抵抗を考慮した橋梁の耐震補強設計

大日本コンサルタント株式会社 正会員 ○曳野誠也 正会員 田崎賢治
非会員 西本相忠 正会員 具志一也

1. はじめに

橋梁が保全の時代に入り、限られた予算の中で多くの橋梁を補修補強する技術が要求される中、既設橋梁の耐震補強においては、新設橋梁に対する耐震設計方法を適用するのではなく、対象橋梁の実挙動や構造特性を踏まえ、橋全体としての耐震性能の確保する補強設計手法が重要視されている。以下に、既設橋梁の耐震補強に対して、橋全体系の耐震補強工法の一つである変位拘束工法を適用した事例を報告する。

2. 対象橋梁

対象橋梁は、昭和 46 年竣工の橋長 165m の河川橋（図-1 参照）で、2 基ある橋脚のうち 1 基が常時流水部に位置している状況である。壁式である P1 橋脚は、橋軸直角方向地震時には耐震性能を満足するが、橋軸方向地震時には柱基部と段落とし部の曲げ耐力が不足する状態であった。そのため P1 橋脚に対して耐震補強が必要となるが、耐震補強工法として柱部の巻立て補強を採用した場合には、水中部施工となり仮締切工が必要となる等、本体工を上回る仮設工事費が必要となった。また、施工時の濁水等による環境面への影響や渇水期での施工時期の制約も懸念された。そこで、桁遊間部に衝突力緩衝と遊間量縮小を目的に間詰材を設置した変位拘束工法の検討を行った。

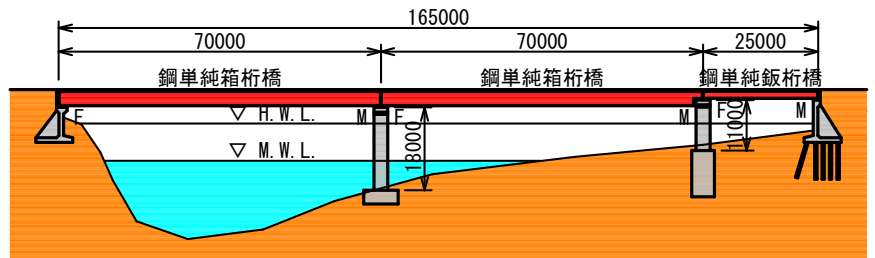


図-1 対象橋梁

3. 橋台の水平抵抗を考慮した耐震補強設計

橋台の水平抵抗を考慮した耐震補強設計は、従来、考慮していない上部構造と橋台の接触を考慮し、上部構造や固定橋脚の水平変位を橋台により拘束する工法である（図-2 参照）。

この変位拘束工法では、地震応答解析での橋台パラペット部の破壊形態と背面土の抵抗を考慮した橋台部のモデル化が課題となる。本橋では、橋台のウイング考慮したパラペット部の曲げ耐力及びせん断耐力、控え壁式橋台の堅壁部の曲げ耐力及びせん断耐力を比較した上で、上部構造の接触によりパラペットがせん断破壊し、破壊後は背面土のみで抵抗するこのモデルが妥当であると判断した。これにより、パラペット部にはせん断抵抗バネモデルを設定し、橋台躯体の水平抵抗を考慮するものとした。そのモデルを図-3に示す。

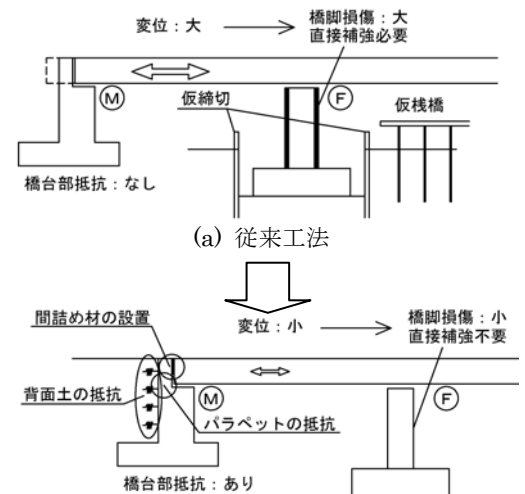


図-2 耐震対策方法

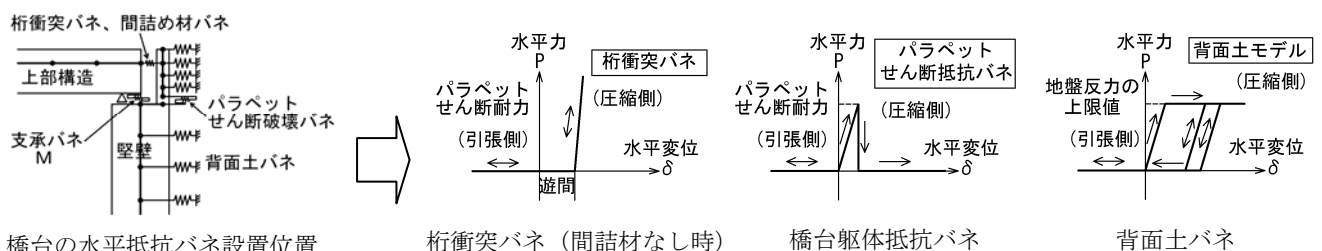


図-3 橋台の水平抵抗バネのモデル化

4. 間詰材充填工法の性能評価

橋梁規模や桁遊間量が比較的大きい場合に、上部工と橋台の接触時の衝突力と水平変位が大きくなり、橋脚の応答を許容値以下に抑えることができない場合がある。本橋も同様であり、衝突力緩衝と桁遊間量縮小の目的でゴム製緩衝装置（間詰材）を桁遊間部に設置する工法を採用した。間詰材には桁と橋台が接触する際に高圧縮力が作用することを踏まえ、耐久性に優れるクロロプレンゴムを採用することとし、その圧縮応力度－ひずみ関係は既往の材料試験結果を用い設定した（図-4 参照）。

5. 耐震性能評価結果

本工法の採用により、表-1 に示すように、レベル2 地震に対して耐震安全性を確保することができた。さらに、補強対策費についても仮締切工併用の橋脚巻立て補強工法に対し、本工法では 10%程度に抑えることができた。また、橋台について、桁接触時の衝突力に対して、曲げに対して躯体は未降伏、発生せん断力もせん断耐力以下であることを確認した。

6. 間詰材の施工方法

間詰材は、橋面から伸縮装置を撤去して設置方法もあるが、本橋では遊間部に作業スペースが確保できることから、床版下面にクロロプレンゴムを接着した L 型プレート（写真-1 参照）を下方から設置する方法を採用した（図-5 参照）。その間詰材を既設遊間部に設置する場合、実際には施工誤差や床版端部での不陸等により、同遊間でもその数値にはバラツキがあることが多い。そこで、間詰材には不陸調整代を設け、現地で遊間計測後、遊間量を一律とするための樹脂注入を行う方法を採用した（写真-2 参照）。

7. おわりに

本工法は、河川部や山岳部等に位置し、施工性や経済性から橋脚の耐震補強が厳しい橋梁に対して有効な耐震補強工法であると考えられる。ただし、本工法は橋軸方向に対する補強であり、橋軸直角方向の対策については、別途対策が必要である（本橋は壁式橋脚であり橋軸直角方向の耐震性能に余裕があった）。また、設計で必要となる各種パラメータを設定するための実験データの蓄積や、桁と橋台が接触する際の伸縮装置や地覆の影響等、現在設計で考慮していない事象を適切に評価し、実現象に近い挙動の再現が今後の課題と考える。

参考文献

- 1) (財)海洋架橋・橋梁調査会：既設橋梁の耐震補強工法事例集（2005.3）
- 2) 曳野誠也、田崎賢治、本田博幸、具志一也：橋台の水平抵抗を考慮した耐震設計における橋台背面土の影響、第12回地震時保有耐力法に基づく橋梁等構造の耐震設計に関するシンポジウム講演論文集（2009.1）

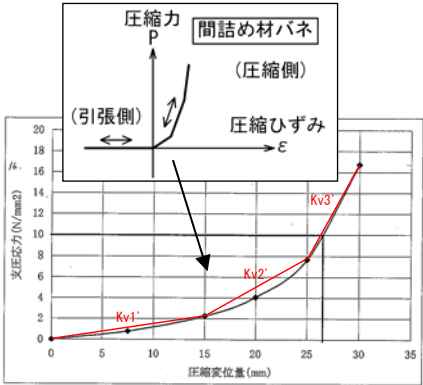


図-4 間詰材モデル

表-1 P1 橋脚耐震性能照査結果（橋軸方向）

柱段落し部			
照査項目	照査式	補強前	補強後
曲げ照査	$My0/M_{max}$	0.97	1.01
せん断照査	Ps/S_{max}	2.53	1.12

柱基部			
照査項目	照査式	補強前	補強後
曲げ照査	$\phi a/\phi_{max}$	0.99	15.39
せん断照査	Ps/S_{max}	2.34	1.01



写真-1 間詰材固定プレート

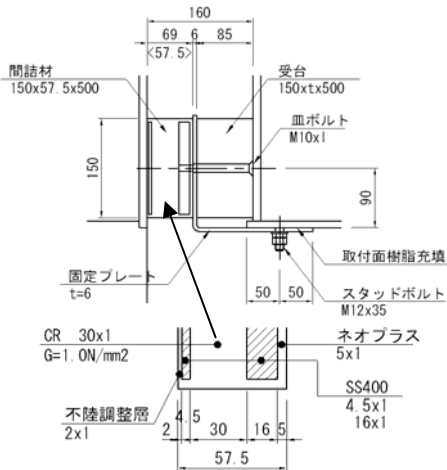


図-5 間詰材側面図



写真-2 遊間調整樹脂注入状況