

既設連続箱桁橋の耐震補強対策

中央コンサルタンツ(株)福岡支店 正会員 ○田中 智行 九州大学大学院 工学部 大塚 久哲
中央コンサルタンツ(株)福岡支店 非会員 愛敬 圭二 正会員 柚 辰雄

1. はじめに

図-1に示す橋梁については、上部工は4径間連続鋼箱桁、下部工は鉄筋コンクリート小判型橋台および橋脚、基礎工はニューマチックケーソン工法である。支承条件はP1橋脚において固定支承、その他は可動支承であり(1点固定)、昭和47年道路橋示方書・同解説に準拠し設計・施工されている。

今回の検討内容は、橋脚の地震時保有水平耐力法、および動的解析法による検討の他に支承の免震化、橋台パラベットおよび橋台背面土の抵抗を考慮した橋梁全体系の耐震検討を行った。その結果、水中施工となる橋脚補強は行わずに既設支承の免震支承への取り替えのみにより、所定の耐震安全性を確保することが可能になったので、その耐震検討結果について概要報告する。

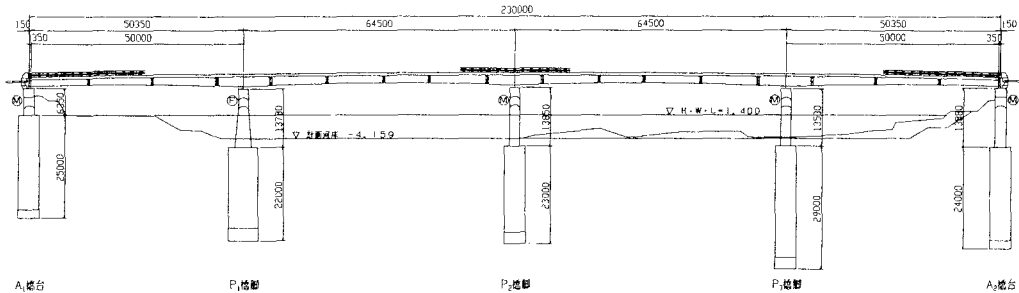


図-1 橋梁側面図

2. 解析手順

解析手順は、橋脚系による地震時保有水平耐力法からはじまり、次に橋脚系の動的解析、全体系の動的解析と順に検討する。さらに全体系の動的解析では、橋台パラベットおよび背面土の抵抗を考慮し、免震支承を用いモデル化を行った。図-2の解析手順にしたがって解析検討する。

3. 橋台パラベットおよび橋台背面土のバネ抵抗定数のモデル化

橋台パラベットおよび橋台背面土のバネ抵抗定数は図-3に示すような初期ギャップを有する非線形バネでモデル化した。桁がパラベットに衝突する時に有効になると仮定して橋軸方向の遊間量を150mmと仮定した。橋台パラベットのバネ剛性(K1)は、パラベットの降伏モーメントから算出した。また、橋台背面土のバネ剛性(K2)は背面土の受動土圧強度から推定して算出した。

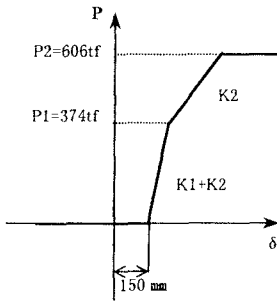


図-3 合成バネのモデル化

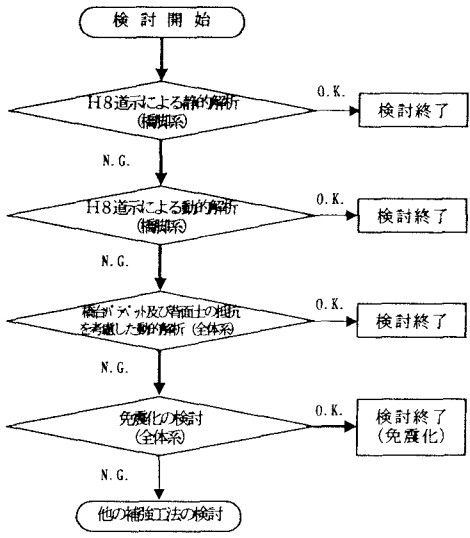


図-2 解析検討フロー図

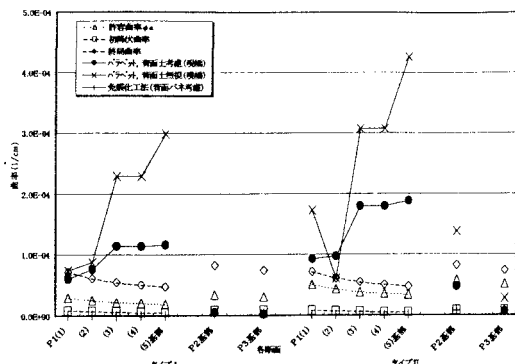


図-4 応答曲率（橋軸方向）

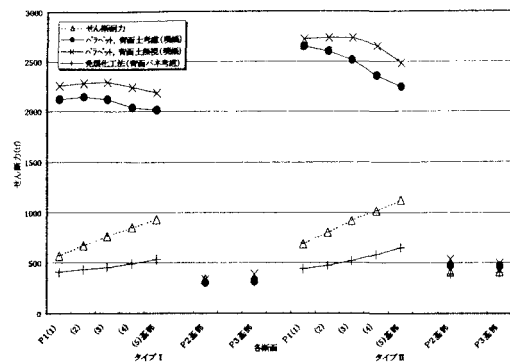


図-5 応答せん断力（橋軸方向）

4. 解析結果

図-4、図-5 に応答曲率および応答せん断力を示す。橋台背面土のバネ抵抗を期待した場合、橋軸方向は P2, P3 橋脚の応答曲率について許容値を満足したが、それ以外の応答曲率、せん断力は許容値を満足しなかった。直角方向は全ての橋脚の応答曲率、せん断力について許容値を満足しなかった。免震化により全ての橋脚において許容値を満足した。

現橋状況、免震化（橋台のパラベット、および背面土の抵抗を考慮）した橋脚基部の応答履歴状況、免震支承の応答履歴の状況を図-5（橋脚基部の履歴状況）に示す。現橋状況では橋脚基部において非線形性が集中（地震エネルギーの集中）していることが判る。免震化により橋脚基部の履歴応答は、ほぼ弾性応答となっており免震支承に非線形性が集中していることが確認された（図-6）。

5. まとめ

今回は、橋台のパラベット、背面土の抵抗を考慮、および既設橋梁の支承の免震化により既設橋脚は補強不要という結果になった。その場合、地震のひずみエネルギーが免震支承および橋台部に集中していることも確認できた。また、基礎工に対しても負担する地震時の外力が現状より低減されることも確認できた。

しかし、以下の問題点を解決する必要がある、今後、検討を行う予定である。

- ・パラベット背面土の非線形モデルの高精度化、および土の減衰定数の影響把握。
- ・大地震時におけるパラベット衝突時を想定した主桁端部の緩衝材も含めた補強計画。

〔参考文献〕

- 1) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編, 1996.12
- 2) 大塚, 石塚, 五瀬：米国における橋梁耐震設計の考え方の概要と地震時断面力の算出例, 橋梁と基礎, 1998.3
- 3) CALTRANS : Section 8 Seismic Analysis of Bridge Structures, Bridge Design Practice, 1995.10
- 4) 大塚, 田原, 杣, 田中：既設連続桁橋の耐震補強対策としての免震化および背面土抵抗の考慮, 第 2 回免震・制震コロキウム講演論文集, 2000.11

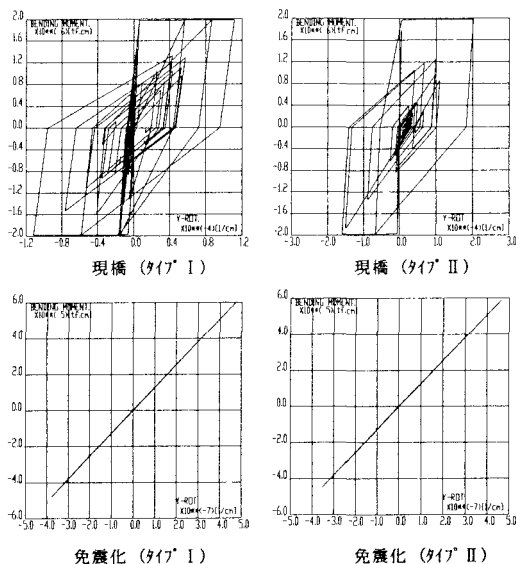


図-5 P1 橋脚基部の履歴図(橋軸方向)

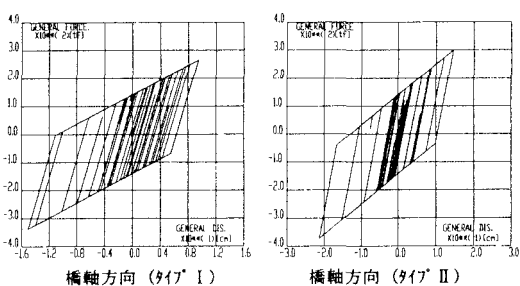


図-6 P1 橋脚免震支承の履歴図