

波形鋼板ウェブ PC 橋の接合部における解析的検討

九州工業大学 学生員 藤林 健二
 九州工業大学 正会員 幸左 賢二
 阪神高速道路公団 正会員 小林 寛
 (株)ピー・エス 正会員 張 建東

1. はじめに

コンクリートと鋼板の両材料特性を活かした複合構造である波形鋼板ウェブ PC 橋には検討課題の一つに異種材料間の接合方式がある。現在までに開発された接合方式には数種類あるが、最も合理的かつ経済的な接合方式については議論のあるところである。そこで本研究では、先に行われた兵庫県道高速北神戸線を対象とした中野高架橋波形鋼板ウェブ実験を解析的に検討し、橋軸直角方向の変形性能およびプレストレス量による接合部の性状を評価した。

2. 解析モデル

解析モデルとした中野高架橋波形鋼板ウェブ実験の供試体諸元を表-1に、形状寸法および解析モデル、鉄筋ひずみ測定位置を併せて図-1に示す。供試体には橋軸直角方向の構造形式およびコンクリート床版と波形鋼板との接合方式に着目した実物大(橋軸寸法:1m)3体を製作し、実験は各供試体の接合部の性状を把握するため、コンクリート上床版の支間中央の鉛直変位を固定し(載荷点①)、上側接合部近傍が終局に至るまで載荷点②で鉛直載荷を行っている。

解析手法には非線形形骨組み(フレーム)構造モデルを用いた。解析に用いた各材料強度は、実材料強度を用い、各使用材料の応力とひずみの特性は「道路橋示方書Ⅲ コンクリート橋編」に準じた。なお、フレームモデルでは接合部の構造をモデルに反映できないため、接合部近傍には図-1に示すように剛域を設定した。

3. 解析結果

供試体の変位および鉄筋のひずみについて実験値と解析値を比較・検討した結果を以下に示す。

図-2に供試体張出し部(載荷点②)における荷重-変位曲線を示した。AP および BP 供試体の解析結果は230kNまでは実験結果と同じ挙動を示すが、230kNを超えると急に変形が増加する結果となった。BR 供試体は実験値に比べ荷重に対する変形量が少なく、実験に対して剛な挙動となった。また、プレストレス量による耐力の違いはほとんど見られず、最大耐力に至るまでの変位量は BR 供試体の方が大きくなる傾向が

表-1 供試体諸元

	AP試験体	BP試験体	BR試験体
構造形式	PPC構造		PRC構造
初期緊張力	450kN		156kN
設計荷重時の許容引張応力度	-1.5 N/mm^2		-4.0 N/mm^2
接合方式	埋め込み方式	中野方式	
備考	波形鋼板に孔をあけ、そこに鉄筋を貫通させてコンクリート床版に埋込む。	波形鋼板にCT形鋼を溶接し、CT形鋼のリップに孔をあけ、そこに鉄筋を貫通させ、さらにCT形鋼の両側にスタッドジベルを溶接する。	

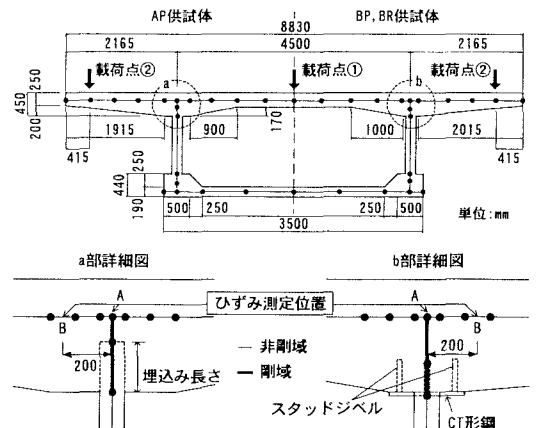


図-1 フレームモデル

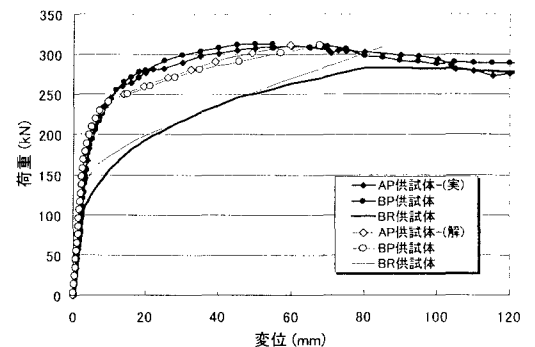


図-2 載荷点②における荷重-変位関係

解析でも見られた。

図-3 に波形鋼板ウェブ直上における橋軸直角方向鉄筋の荷重-ひずみ曲線を示した。AP および BP 供試体の解析結果はほぼ等しく、従来方式と中野方式の平均的な挙動を示す結果となった。また、プレストレス量が異なる場合でもクラック発生以降のひずみ量は中野方式に対して埋込み方式の方が大きくなる同様の結果を示した。

図-4 には供試体張出し側の橋軸直角方向鉄筋の荷重-ひずみ曲線を示した。張出し側では BP 供試体が実験結果とほぼ一致し、波形鋼板直上の場合とは逆に荷重に対するひずみ量は解析結果を挟んで埋込み方式よりも中野方式の方が大きくなった。

図-5 には試験終了時のひび割れ状況図を示した。実験結果¹⁾によると、AP 供試体はひび割れが波形鋼板の埋込み位置に進展し最終的に破壊に対して支配的な損傷となり、波形鋼板の埋込み部を介して左右のコンクリート上床版が完全に縁切れになったのに対し、BP, BR 供試体ではひび割れは分散し、破壊の主要因にはなっていないことが報告されている。この傾向は図-3 および図-4 でも見られ、実験での鉄筋初降伏位置は、AP 供試体は波形鋼板直上側、BP および BR 供試体は波形鋼板直上よりも張出し側と言える。解析では鉄筋初降伏位置および終局位置は全供試体とも波形鋼板直上であり、接合部を考慮しなかったため接合部近傍の破壊メカニズムは再現できておらず、結果的に解析結果は従来方式と中野方式の平均的な挙動を示した。

4. まとめ

解析の結果、AP, BP 供試体については荷重点②における荷重に対する変位の傾向をある程度再現することができた。このことから、PPC 構造の場合、埋込み方式と中野方式とで変形性能に差はほとんどなく、接合方式を考慮しない非線形骨組み解析においてもある程度評価可能であることが確認できた。しかし、接合部近傍の鉄筋ひずみについては接合方式の影響が大きく、解析は実験結果を再現することができなかった。また、プレストレス量の違いは変形性能および接合部近傍の破壊形態に影響することが分かった。よって今後は接合部も考慮した解析を行い、接合方式の違いによる接合部近傍の破壊性状および破壊要因を評価するとともに、より合理的かつ経済的な接合方式の検討を行う必要がある。

(参考文献)

1) 鈴木真, 井口斉, 倉本修, 小林和夫: 波形鋼板ウェブ PC 橋(中野高架橋)ー横方向の実物大静的荷重実験ー, プレストレストコンクリート技術協会第 10 回シンポジウム論文集, pp.865-870, 2000.10.
2) 波形鋼板ウェブ合成構造研究会: 波形鋼板ウェブ PC 橋計画マニュアル(案), H10.12.

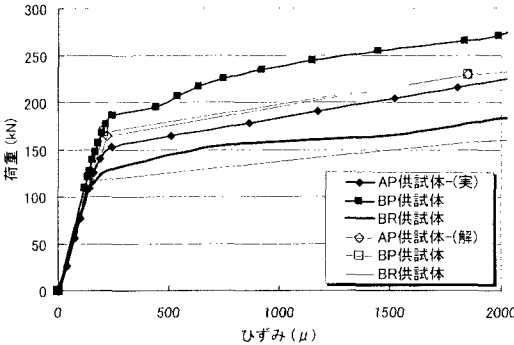


図-3 波形鋼板直上(点 A)での鉄筋ひずみ

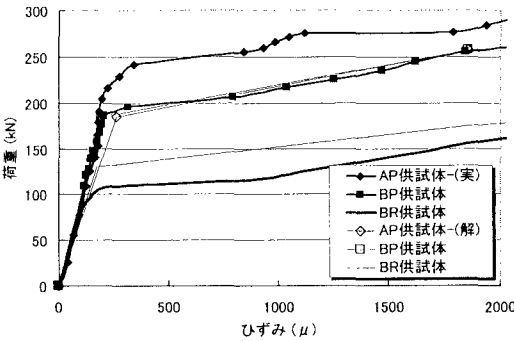


図-4 張出し側(点 B)での鉄筋ひずみ

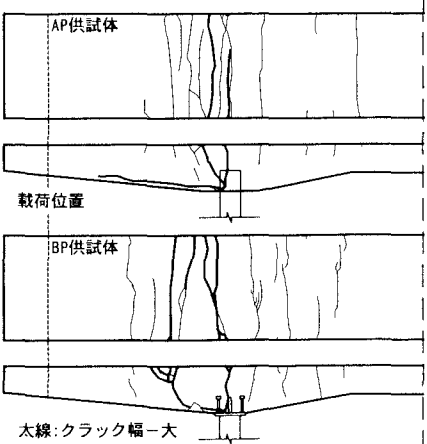


図-5 ひび割れ状況図(試験終了時)