

I-B113

コンクリート充填を施した矩形断面鋼製橋脚の正負交番繰返し載荷実験

川田工業 正会員 牛島 祥貴*

建設省土木研究所 正会員 西川 和廣 正会員 村越 潤

正会員 上仙 靖 正会員 高橋 実

*元建設省土木研究所 交流研究員(平成9年4月～平成10年3月)

1. はじめに

鋼製橋脚については、内部に適切にコンクリートを充填することにより耐力および変形性能を向上できることが確認されている。平成7年兵庫県南部地震後に行われた鋼製橋脚の耐震設計法に関する、6者共同研究(土木研究所、首都高速道路公団、阪神高速道路公団、名古屋高速道路公団、(社)鋼材倶楽部、(社)日本橋梁建設協会)では、コンクリートを充填した鋼製橋脚を対象とした実験例が少ないことを踏まえ、これまで11体の矩形断面コンクリート充填柱の正負交番繰返し載荷実験を行い、変形性能、終局耐力、破壊挙動および地震時保有水平耐力法による設計法¹⁾の妥当性について検討している。本文では、その結果について報告する。

2. 実験概要

表-1に各供試体の概要を示す。表中に示す基本供試体を基に、これらに充填および補強を施した供試体を製作し、それらの効果について比較検討した。また、それと並行して道示V編10.2に示す終局状態の計算方法においても比較検討した。供試体の材料強度はコンクリート強度150～310kgf/cm²、鋼材(SM490)の降伏強度3,500～4,120kgf/cm²である。なお、供試体No.35はSM570を使用しているため鋼材の降伏強度は5,750kgf/cm²である³⁾。

3. 実験結果

図-1は供試体No.26の諸元と水平荷重-水平変位履歴曲線である。図中の細実線は実験結果で得られたヒステリシスループであり、太実線は道示V編10.2に示す計算上の仮定に基づいて算出した値である。また、破線は、コンクリート未充填供試体No.20の実験結果を包絡線で示したものである。図より、コンクリートを充填することにより、終局水平耐力および変位性能ともに大幅に向上して

表-1 供試体の概要

断面形状	基本供試体(未充填)	コンクリート充填	
	No. 20 S47, 55年道示準拠型	No. 26 三角リブなし (2,700mm)	K1 基部に三角リブを設置角部を完全溶込溶接(2,700mm)
	M8 S47年道示以前の低剛性タイプ	M5 (2,700mm)	K2 角部内側を手溶接(2,700mm)
		M5 M5に対して56%の軸力アップ (2,700mm)	
		No. 27 M5に対して56%の軸力アップ (2,700mm)	
		M6 S55年道示準拠型 (2,700mm)	
		No. 35 SM570材の使用 (1,500mm)	
	N1, N3断面	N1 文献(2)準拠型 充填部を幅厚比パラメータ制限 (1,350mm)	N2 N1と同等の幅厚比パラメータ [横] 間隔および縦] 寸法変化] (1,400mm)
		N3 中空鋼断面部はN1と同等の幅厚比パラメータ (1,090mm)	N3 中空鋼断面部はN1と同等の幅厚比パラメータ (1,090mm)
	N4断面	N4 S47, 55年道示準拠型 (1,030mm)	N5 N4の中空鋼断面部縦リブ補強 (1,030mm)
		N5 S47, 55年道示準拠型 (1,030mm)	N5 N4の中空鋼断面部縦リブ補強 (1,030mm)

注1) 供試体N1, N2, N3およびN5は、道示V編10.2における必要充填高を満足していない。

注2) () はコンクリート充填高である。

注3) 供試体N4においてコンクリートを車両衝突時の変形防止用高さに設定しているため、ここでは基本供試体として扱う。

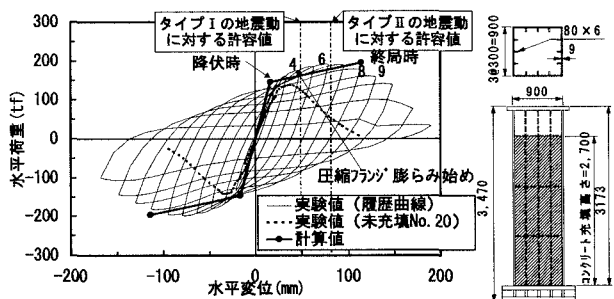


図-1 水平変位-水平荷重の履歴曲線(供試体No.26)

Key Words: 鋼製橋脚、コンクリート充填、塑性率、破壊挙動、耐力

連絡先: 〒305-0804 茨城県つくば市旭一番地 Tel: 0298-64-4919

いることがわかる。また、計算値より得られた終局耐力および終局変位の点は、ヒステリシスループの耐力の安定した領域に概ね対応している。一点鎖線の位置は、タイプⅠおよびタイプⅡの地震動¹⁾に対する設計上の許容変位である。

図-2は終局水平耐力および終局水平変位について実験結果と計算値をそれぞれ比較したものである。ここで、実験における終局変位は耐力の低下し始める直前（最大耐力の90%水平荷重時）の水平変位としている。なお、Nシリーズの供試体については基部で破壊が生じていることから計算の便宜上、道示Ⅴ編の充填高さを満足するように想定して計算している。図-2に示すように終局耐力、終局変位ともに実験値と計算値は概ね一致している。

図-3は、コンクリートを充填した矩形断面供試体の実験終了後の破壊状況を示したものである。図-3に示したとおり割れの発生変位、位置および割れの程度については目視観察によると概ね3パターンに分類される。また、最大荷重を迎えた後の耐力低下には、鋼断面部の割れ（特に基部の横割れ(C)タイプ）の進行が影響しているものと推測される。

矩形断面供試体（No. 35を除く）については、最大耐力を越えて、最大耐力の90%程度の荷重に至るまで割れは微小に生じていたものの急激な進展はみられず、その後、角溶接部の縦割れあるいは橋脚基部付近の横割れの急激な進展が確認された。

なお、SM570材を使用した供試体 No. 35 の結果については、最大耐力以降水平変位が大きく、耐力が急激に低下する前に実験を終了しており図-2および図-3から除いている。

図-4は、図-3に示す目視観察の結果を踏まえコンクリート充填された矩形断面供試体の補剛板の幅厚比パラメータ R_F と板パネルの幅厚比パラメータ R_R （道示Ⅱ編 3.2.4 参照）の関係を整理したものである。この図で R_F および R_R はコンクリートが充填されている基部の補剛材の幅厚比パラメータを表したものである。

図-3に述べた破壊性状は、概ね図-4に示す座屈パラメータに対応している。幅厚比パラメータ R_F が小さい供試体では、面板の変形が進行する前に基部の横割れが急速に進展し、最大耐力以降の耐力低下に影響している。これに対し、 R_F および R_R が比較的大きく、一部既設橋脚に見られる幅厚比パラメータが比較的大きい供試体（例えば $R_F > 0.5$ ）では、ある程度面板が変形しつつ破壊に至っており、最大耐力以降の割れにともなう急激な耐力の低下はみられなかった。

【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、平成8年12月。2) 土木学会鋼構造委員会・鋼構造新技術小委員会：鋼橋の耐震設計指針案と耐震設計のための新技術、平成8年7月。3) 建設省土木研究所：道路橋橋脚の地震時限界状態設計法に関する共同研究報告書（Ⅰ，Ⅲ，Ⅴ）、共同研究報告書第178, 180, 182号、平成9年8月。

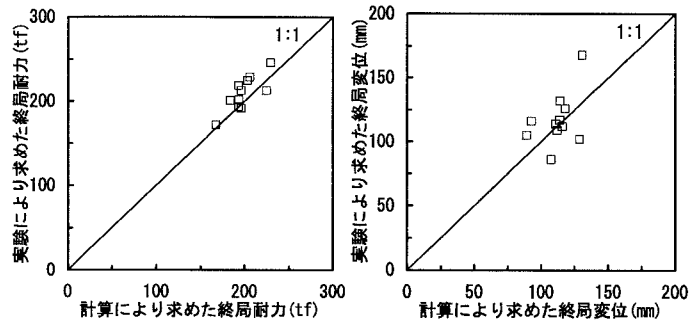


図-2 実験値と計算値の比較

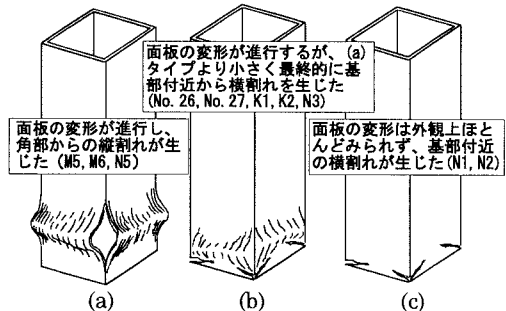


図-3 実験終了後の破壊状況

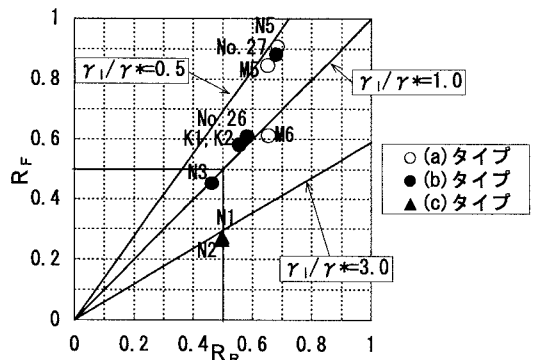


図-4 充填橋脚供試体の R_F - R_R 関係