

国内最大級の複合ラーメン橋（仮称）羽田連絡道路の上下部剛結部の載荷実験

川崎市建設緑政局広域道路整備室 本田 卓士 室水 良介

五洋建設(株) 正会員 山本 晃久 日立造船(株) 正会員 檜本 修二

(株)横河ブリッジ 武田拓之 (株)横河ブリッジホールディングス 正会員 ○石井 博典

1. はじめに (仮称)羽田連絡道路は、羽田空港を中心とした成長戦略拠点の形成を支えるインフラとして、多摩川の架橋により羽田空港跡地地区と川崎市殿町地区を結ぶ道路として整備が進められている。このうち、多摩川を渡河する橋梁は、多摩川の環境や景観との調和、

施工の迅速性や経済性、耐震性などが考慮され、3径間連続鋼桁複合ラーメン橋(189.6+240+173=602.6m)が採用された。本橋の最大支間は240mであり、同形式の橋梁としては国内最大の支間となる。本橋では最大支間を構成するP3橋脚、P4橋脚において鋼上部構造とRC橋脚が剛結されるが、その剛結形式としては橋脚の主鉄筋を鋼桁下フランジに設けた孔に貫通させて剛結部内のコンクリートに定着させる「鉄筋貫通方式」が採用されている(図-1)。

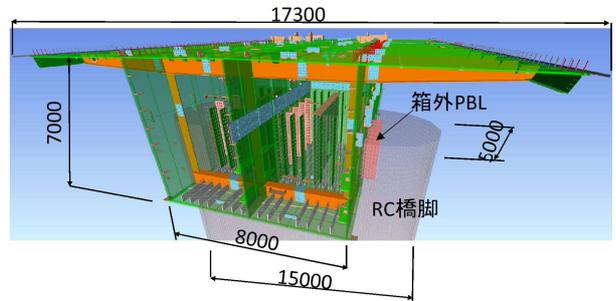


図-1 実橋の剛結部構造

表-1 実橋と試験体の諸元

		単位	実橋	試験体	相似比
鋼桁	桁高	mm	7000	1000	7.0
	腹板間隔	mm	8000	1140	7.0
	上フランジ	-	1-17300×59	2-460×25	-
	ウェブ	-	3-6905×55	2-1000×16	-
橋脚	下フランジ	-	1-8300×95	1-1180×22	-
	橋軸方向幅	mm	5000	700	7.1
	橋直方向幅	mm	15000	2200	6.8
	主鉄筋	-	D51	D19	-
	帯鉄筋	-	D22	D13	-
RC橋脚剛結部の断面力・作用力	死荷重モーメント	kN・m	113253	338	6.9
	ひび割れモーメント	kN・m	197129	589	6.9
	実橋最大断面力	kN・m	846427	2469	7.0
	降伏モーメント	kN・m	837790	2665	6.8
	終局モーメント	kN・m	968724	3039	6.8

剛結部の鋼桁の作用力は、箱桁内外の孔明き鋼板リブ(以下、PBL)から充填コンクリートおよび箱外コンクリートに定着された鉄筋を介してRC橋脚に伝達される。本橋の剛結部は国内最大規模であること、鋼桁断面より橋脚断面が大きいなどの特徴を有することから、鋼桁からRC橋脚への力の伝達機構の把握および設計の妥当性の検証のため、剛結部に着目した載荷実験を実施した。本報告では、弾性範囲内の応力伝達機構の確認を目的とした弾性載荷実験、および破壊性状確認を目的とした正負繰返交番載荷実験の結果について報告する。

2. 実験概要 試験体の縮尺は既往の研究^{1),2)}を参考に1/7とした(図-2、表-1)。鋼桁の長さおよび橋脚高さは、試験体に与える断面力を実橋の断面力と縮尺から求めたのち、試験体剛結部に生じる橋脚および鋼桁の曲げモーメントが必要な値となるように決定した。実験は図-3に示すように実構造と天地逆に設置して実施した。弾性載荷実験では、弾性域における橋脚断面の鉄筋の応力分布、コンクリートのひび割れ性状、鋼桁のひずみ、変形を計測し、事前のFEM解析による設計値と比較した。その後、鉛直荷重を保持した状態で正負繰返しの交番載荷実験を実施し、降伏荷重、破壊性状、変形性能が設計で想定していたものと同じであることを確認した。

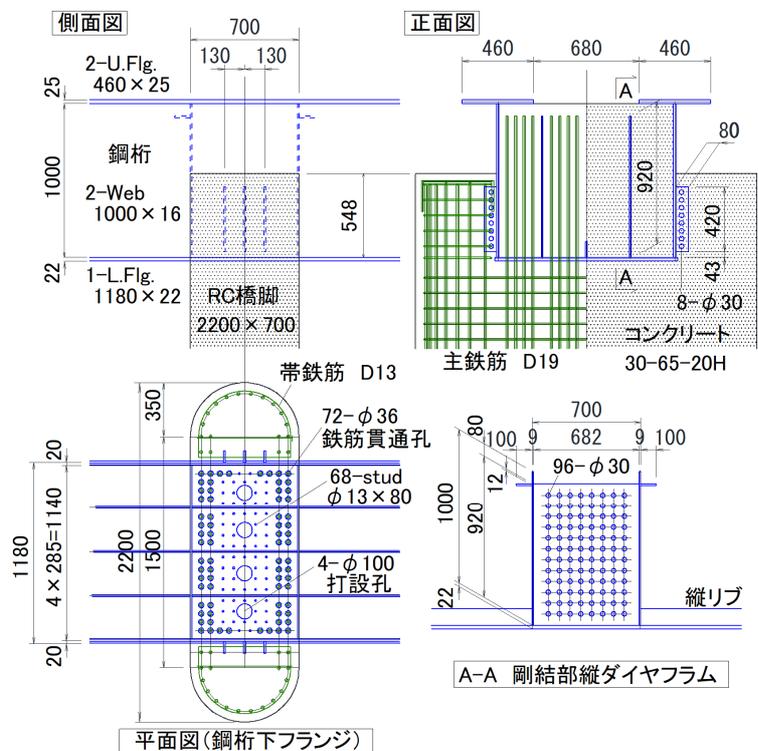


図-2 試験体の剛結部構造

Keywords: 複合ラーメン橋, 剛結部, 正負繰返交番載荷
連絡先: 〒261-0002 千葉県千葉市美浜区新港 88 番 TEL043-247-8411

3. 弾性載荷実験結果 試験体に死荷重相当の荷重(鉛直荷重 $P_v=1,415\text{kN}$, 水平荷重 $Ph=124\text{kN}$)を載荷した時の鋼桁の応力分布と RC 橋脚剛結部仕口部の鉄筋応力を図-4 に示す。鋼主桁および横ダイアフラムの応力分布の傾向は FEM 解析値と一致している。また、剛結部の RC 橋脚仕口部の鉄筋応力は実測値、解析値とも箱桁外の鉄筋(断面⑤)よりも箱桁内の鉄筋(断面④)が大きい傾向にあるが、実測値と FEM 解析値は概ね一致している。以上から、鋼桁から RC 橋脚への応力伝達機構は設計で想定したとおりに円滑に行われているものと考えられる。

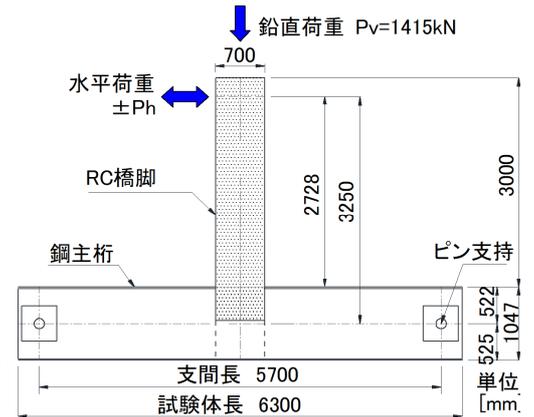


図-3 載荷実験要領

4. 正負繰返交番載荷実験 弾性載荷実験終了後、正負繰返交番載荷実験を実施した。正負交番繰返載荷実験では、引張側主鉄筋の初降伏時の水平変位を $1\delta y$ とし、水平力を増減させ $\pm 8\delta y$ まで載荷した。水平荷重-水平変位の履歴曲線を図-5 に示す。 $1\delta y$ 時の水平荷重は 1171kN であり、実橋に作用する最大断面力相当時(L2 地震時)の荷重(905kN), および設計降伏荷重(977kN)を上回っていた。また、降伏時には RC 橋脚仕口部に等間隔のひび割れが発生したが、ひび割れ幅は最大でも 0.25mm であった。供試体は $+2\delta y$ で最大荷重に達した後、 $-2\delta y$ 載荷途中で RC 橋脚仕口部でコンクリートと鋼桁下フランジの剥離が生じた。その後、載荷を繰り返すと、RC 橋脚仕口部および箱外コンクリートの破壊(写真-1)が進み、RC 橋脚仕口部に塑性ヒンジが形成され終局に至った。鋼桁および剛結部内部は最後まで健全な状態であった。以上より、剛結部の構造、設計の妥当性が確認された。

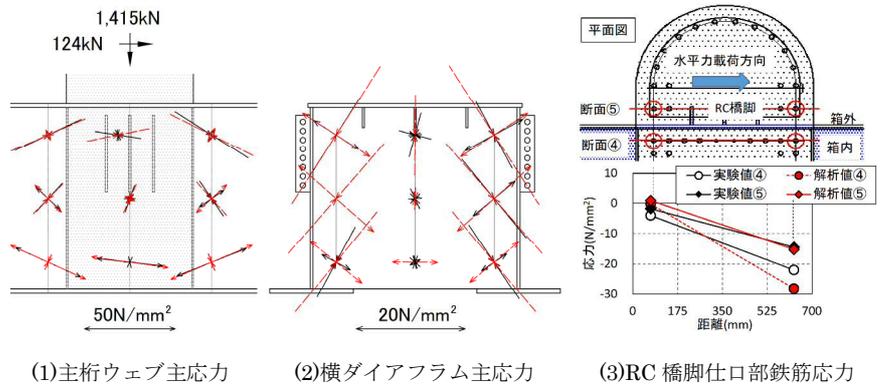


図-4 鋼桁と RC 橋脚の応力分布(死荷重相当載荷時)

5. まとめ 本橋の複合ラーメン橋剛結部の設計手法、構造の妥当性を確認するため、1/7 モデル供試体を用いた弾性載荷試験および正負繰返交番載荷試験を実施した。弾性範囲での実験結果と事前の FEM 解析結果は概ね一致しており、降伏荷重や降伏後の挙動、終局状態も想定していた破壊性状と一致した。

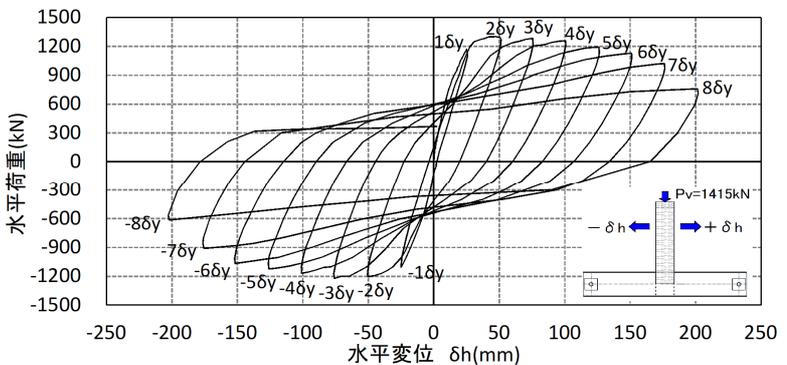


図-5 水平荷重-水平変位の履歴曲線

<参考文献> 1) 前田, 木水, 佐々木, 明橋: 鋼 2 主桁複合ラーメン橋剛結部における設計法の提案と実挙動確認, 土木学会構造工学論文集 Vol.48A, 2002.3 2) 高嶋, 佐々木, 皆川, 池田: 鋼開断面箱桁複合ラーメン橋剛結部の力学性状に関する実験的研究, 土木学会構造工学論文集 Vol.49A, 2003.3



写真-1 試験体 RC 橋脚仕口部の破壊状況