矢作川橋の主塔における SC 構造の適用と受梁部のせん断力に対する実験検討

日本道路公団	正会員	垂水 祐二	正会員	忽 那 幸 浩
鹿島建設	正会員	山野辺慎一		
矢作川橋西工事 JⅤ	正会員	山内明夫	正会員	伊 藤 耕 輔

1.はじめに

矢作川橋は,橋長 820m の4 径間連続鋼・コンクリート複合斜張橋である.高さ 109.6m の主塔は,図-1 に示すように,環境との調和を考慮して曲線が多用された逆Y形となっている.本橋の主塔基部・受梁部に は,従来に比べはるかに大きな断面力が作用することから,太径鉄筋の多段配置とするよりは,施工性も考 慮し,図-2 に示すような鋼殻を採用し PC 鋼材による逆せん断力を導入した SC 構造とすることが合理的で あると考えられた.しかしながら,こうした構造はこれまでに例がなく,特にせん断耐力の評価においては 不明な点も多い.そこで,設計の妥当性と耐力を確認するため,縮小模型を用いて載荷実験を行った.

2.受梁部のせん断耐力について

受梁部のせん断耐力は,コーベル部材として評価することを基本とした. ディープビームに関する既往の研究¹⁾によれば,スターラップのせん断補 強筋としての効果は *a/d* が小さくなるほど小さくなる.本橋においてもせ ん断スパン比が 1.0 以下のコーベルとなることから,鋼殻の負担分 *V*_sに低 減係数 を導入した次式にて,受梁部のせん断体耐力 *V*を評価した.

 $V = V_c + \cdot V_s + V_p$ (1) ここで, V_c :コンクリートが受け持つせん断耐力でせん断補強筋を用いな

ここで, V_c : コンクリートが受け持ってん断柄力でせん断補強筋を用いな いコーベルのせん断耐力²⁾を基本とし,断面変化の影響とプレストレスの 効果を考慮した, :低減係数, V_s : 鋼殻負担分でウエブ鋼板のせん断降 伏耐力, V_a : PC 鋼材の緊張力の鉛直成分.

3.実験概要

写真-1に実験状況を示す.試験体は,片側の主塔を取り出した 1/10 模型 とした.材料は実橋を極力再現するものとしたが,せん断破壊を先行させ るため,鋼殻のウエブには SM570 に代わり SM490 材を,コンクリートに は *f*_{ck}²=60N/mm²のコンクリートに代わり 40N/mm²のモルタルを使用した.



図-1 主塔形状

主塔受梁部の構造

また,実橋と同様に,鋼 殻にはスタッドジベルを 溶植してコンクリートと 一体化し,横締め PC 鋼 材も曲げ下げて定着し, 導入力の合計を縮尺比で 合わせた.

載荷は口の字形に組 んだフレームに試験体を 固定して,天端に水平力 と鉛直力を加力した.



写真-1 載荷状況

キーワード: SC 構造, 受梁部, せん断耐力 連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1

TEL 0424-89-7062 FAX 0424-89-7078

圛-2

-489-

4.実験結果と考察

主塔基部に L2 地震時および終 局荷重作用時に相当する断面力 を作用させた後,受梁部のせん断 力が卓越する方法として,鉛直力 のみを単調増加で載荷した結果, 最大荷重は 12,325kN であった 最 大荷重時に引張フランジは降伏





図-4 ウエブ鋼板の主応力図



図-3 ひび割れ図

に達しておらず,コンクリート表面ひずみの測定値より,破壊モ ードは横締め PC 鋼材最下段の定着部下側の曲げ圧壊であること が確認された.

図-3 に最大荷重時におけるひび割れ状況を,図-4 に最大荷重時 における鋼殻ウエブの主応力分布を示す.ひび割れは主塔基部内 側の隅角部から圧壊した橋脚基部外側に向かって伸びているが, 圧壊部分までは達しておらず,圧縮ストラットが形成されていた.

ウエブの主応力を見ると,主応力方向は断面高さ方向で変化している.主塔基部ではひび割れに直交する主引張応力が大きく卓越し,ウエブ下側では部材軸に沿った圧縮力により主圧縮応力が卓越した.こうしたことから,受梁部の挙動は,曲げによる影響が大きかったものと考えられる.図-5に,代表的なウエブ計測位置の主応力経路を示す.この図から,ウエブ上縁ではほぼ一軸引張降伏,中段ではせん断降伏,下縁ではほぼ一軸圧縮降伏であったことが確認できる.

図-6 に鋼殻ウエブのせん断応力分布を示す.せん断応力はウエ ブの下縁に行くに従って大きくなる分布を示し,最大値はせん断 降伏強度 = $_{sy}$ /3($_{sy}$:ウエブの降伏強度)より多少小さい値 であった.ウエブの全せん断降伏耐力 4,930kN に対し,鋼殻のせ ん断力負担分 V_s は 2,463kN であり,低減係数 =0.5 が得られた. これは,せん断破壊する以前に曲げ圧壊した時の値であることか ら,実際の鋼殻負担分にはまだ余裕があるものと考えられた.

5. あとがき

実橋の設計においては,材料の違い等を考慮して本結果をフィ ードバックするとともに,コンクリート負担分における各種要因

図-6 せん断応力分布

についても検討を加えた.その結果, P2 主塔受梁部が,設計せん断力 469,000 kN に対し 533,000 kN の設計 せん断耐力を確保しているとともに,主塔基部・受梁部の破壊モードが曲げ破壊先行型であることが確認で きた.

謝辞:本研究は,第二東名高速道路矢作川橋の設計・施工に関する技術検討(委員長:横浜国大池田名誉教授) の一環として行ったものである.また,北海道大学角田教授には様々なご助言をいただきました.ここに感 謝の意を表します.

参考文献:1)角田他:せん断補強筋を有する RC ディープビームの強度について,コンクリート工学年次論文報告 集,pp.319-324,1990.2)二羽:FEM 解析に基づくディープビームのせん断耐力算定式,第2回せん断問題に対する 解析的研究に関するコロキウム論文集,pp.119-126,1983.