

摂南大学工学部 正会員○平城 弘一 大阪大学大学院 学生員 高林 和生
片山ストラテック(株) 正会員 大久保宣人 大阪大学大学院 学生員 Abubaker AL-SAKKAF
片山ストラテック(株) 正会員 石原 靖弘 大阪大学大学院 フェロー 松井 繁之

1. まえがき 鋼上部工とRC橋脚とを一体化させた多径間ラーメン橋は、合理化橋梁として有力視されている構造形式の1つである。しかしながら、このような構造形式における結合部の力学挙動については不明な点が多く、設計における性能と安全性の評価の妥当性に関しても未確認な点が残っているため、合理的な設計方法が未だ確立されていないのが現状である。そこで本研究は、一連の研究を通じて、各種結合部についての破壊メカニズムを把握し、より合理的な設計法を見出すことを目的とする。本文は結合部に「鋼部材をRC橋脚に埋め込んだ工法」を採用し、縮小モデルによるT形試験体で実施した試験結果について述べるものである。

2. 試験体の種類および試験方法 図-1 に試験体の概要と載荷装置を示す。供試体は実橋の約 1/12 のサイズとし、載荷装置には天地を反対にして設置する。鋼桁は 200x100x5.5x8mm の H 形鋼、コンクリート柱は 200x240mm の矩形断面とした。主鉄筋・帯鉄筋はともに D6 を用いた。スタッドは直径φ6mm、高さ 45mm のものを使用している。コンクリートには、充填性を考えて粗骨材を用いないことにした。鋼桁とRC柱の長さはラーメン構造の骨組解析によりモーメントが0となる位置より決定した。ここで表-1 に使用鋼材の種類を、表-2 にモルタルの強度特性を示す。

表-3 に試験体のパラメータを示す。図-2 に試験体の詳細部を示す。荷重は、RC の上端に上部工の死荷重相当の荷重を鉛直方向に載荷しながら、水平荷重を同じく RC 柱上端に一方向漸増繰り返し荷重として載荷した。測定項目は、RC 柱の変位、鋼桁の変位、鉄筋ひずみ、RC 柱のひび割れとした。測定は、繰り返し載荷のそれぞれ

表-1 鋼材の種類

鉄筋	直径(鋼種) : D6 (SD295)
	降伏強度 : $\sigma_y = 400 \text{ N/mm}^2$
	弾性係数 : $1.95 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$
鋼桁	SS400

表-2 コンクリートの強度特性

モルタル	早強ポルトランドセメント + 細骨材
圧縮強度	$f'_c = 32.5 \text{ N/mm}^2$
弾性係数	$E_c = 1.84 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$

表-3 試験体パラメータ

工法	供試体名	スタッド
鋼柱埋め込み形	G-1	有り
	G-2	無し
スタッドはH形鋼の両フランジ外側に溶接している。		

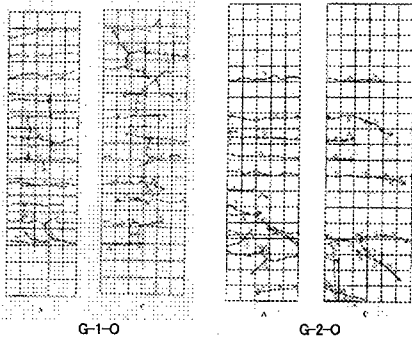


図-3 ひび割れ図

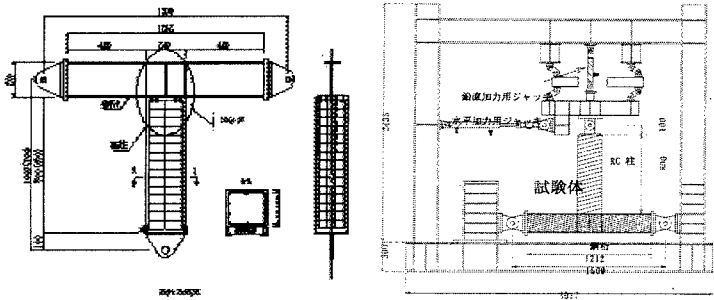


図-1 試験体概要と試験装置

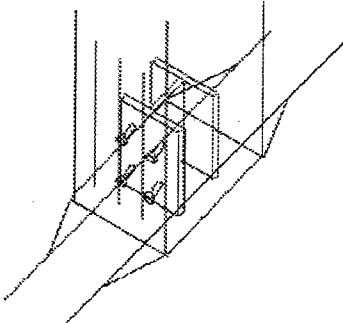


図-2 試験体詳細図

れのサイクルで適宜行った。

3. 実験結果と考察 図-3 にひび割れ図を示す。G-1、G-2 とともにひび割れは鋼柱の高さである 240mm 付近で生じ、RC 柱上部まで分散している。G-1 ではスタッドがコンクリートを拘束しているため G-2 とくらべて鋼柱の範囲のひび割れが少ない。ひび割れの開きは鋼柱の先端でおこりコンクリートとフランジとの肌離れはほとんど見られなかった。

図-4 に水平荷重－水平変位関係図を示す。約 17kN まではほぼ同様な挙動を示しているが、その後 G-2 ではスタッドがないためずれによって荷重が落ちその後荷重は G-1 よりあがりにくくなっている。図-5 の水平荷重－鉄筋ひずみ関係図も同様な傾向となっている。

表-4 にひび割れ、降伏、最大荷重状態について、水平荷重の実験値と計算値との比較を行った。また、表には降伏、最大荷重状態の変位と各状態での桁回転角を併記した。計算値は図-6 に示すような限界状態のモデルを考え、以下の式によって計算した。

$$C = T - N$$

$$M = C \left(d - \frac{2}{3}x \right) + \sum_i T_i (d_i - x) - N(120 - x) \quad (\text{降伏状態})$$

$$C = \frac{1}{2} \cdot \frac{b \cdot x^2}{d - x} \cdot \frac{f_y}{n}$$

$$M = C \left(d - \frac{1}{2}a \right) + \sum_i T_i (d_i - x) - N(120 - x) \quad (\text{最大荷重状態})$$

$$C = 0.85 \cdot f'_c \cdot a \cdot b$$

$$H = M / (900 - h_f)$$

ここで $T = A_s \cdot f_y$
 $a = 0.8 \cdot x$

一方、実験値によるひび割れ荷重は目視によりひび割れが発生した荷重、降伏荷重は柱の引張側鉄筋の合力位置が引張りひずみに達した時の荷重、最大荷重は実験による最大荷重とした。これより、降伏まで荷重は計算値とよくあっており、鉄筋はよく定着しているといえる。最大荷重については、G-2 は曲げ耐力まで至らず、鋼柱と RC とのずれにより耐荷力は低下していることがわかる。変位についてもあまり変形が進まないうちに破壊したことが分かる。桁回転についても全体的に G-1 と G-2 に違いが見られた。

4. まとめ 鋼部材を RC 橋脚に埋め込んだ工法を用いた結合部の強度特性に関する基礎的資料を得ることができた。この形式では破壊はほぼ RC の断面で起こっておりこの構造でも十分の剛結性が確認できた。降伏まではスタッド無しでも十分な鉄筋の定着が見られた。ただし、桁回転から剛結性の低下や、鋼柱とのずれなどがあるため必要最低限のスタッドが必要である。

参考文献 1) 平城ら：鋼上部工と RC 橋脚との結合部における強度特性 ―キャップ形式―、関西支部年次学術講演会、2000.6
2) 石崎ら：鋼上部工と RC 橋脚との結合部における強度特性 ―鋼上部工の巻き立て工法―、関西支部年次学術講演会、2000.6

表-4 各限界状態における実験値と計算値の比較

試験体名	ひび割れ荷重(kN)		桁回転角 ($\times 10^{-4}$)	降伏荷重(kN)		変位 (mm)	桁回転角 ($\times 10^{-4}$)	最大荷重(kN)		変位 (mm)	桁回転角 ($\times 10^{-4}$)
	実験値	計算値		実験値	計算値			実験値	計算値		
G-1	8.00	8.93	-4.39	19.80	19.34	4.91	-13.32	24.86	23.38	11.94	-18.77
G-2	8.00	8.93	-2.98	19.85	19.34	4.88	-13.16	21.82	23.38	7.71	-15.26

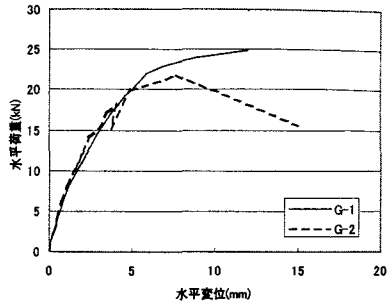


図-4 水平荷重-水平変位関係図

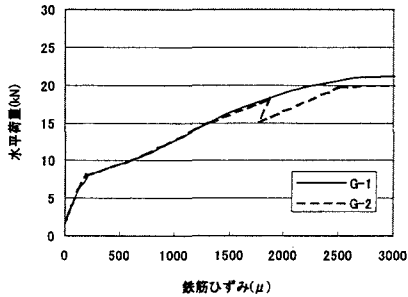


図-5 水平荷重-鉄筋ひずみ関係図

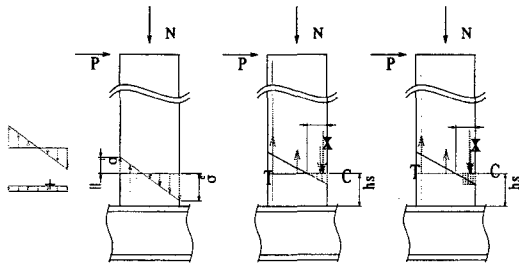


図-6 限界状態のモデル