

V-496

鉄骨鉄筋コンクリート梁の曲げ剛性に関する一考察

鉄道総合技術研究所 正会員 谷村幸裕

鉄道総合技術研究所 正会員 渡辺忠朋

鉄道総合技術研究所 正会員 伊藤裕一

1. はじめに 鉄骨鉄筋コンクリート（以下SRC）構造物の設計において、たわみの検討は使用限界状態の主要な検討項目の一つである。たわみ量の算定において、部材に曲げひび割れが発生する場合、

ひび割れに伴う剛性低下を考慮することが必要となる。そこでSRC部材をモデル化した梁供試体の載荷実験結果¹⁾を用い、SRC部材の曲げ剛性の検討を行った。

2. 実験概要 供試体の

形状および諸元を図-1、表-1に示す。載荷方法は2点対称載荷で静的単

調載荷とした。コンクリートの圧縮強度試験結果を表-1に、鉄筋および鉄骨の機械的性質を表-2に示す。

3. 実験結果 表-3に曲げひび割れ発生時、鉄筋降伏時、最大荷重時の荷重（それぞれ P_{cr} 、 P_y 、 P_u ）と供試体中央点の変位（それぞれ δ_{cr} 、 δ_y 、 δ_u ）を示す。荷重の増加とともに、まず、スパン中央付近に曲げひび割れが発生し、その本数は荷重の増加とともに増し、RC部材とほぼ同様のひび割れ分散性状となった。そして、荷重載荷点と支点の中央付近に斜めひび割れが発生し進展した。その後、載荷点間コンクリートが圧壊し、曲げ破壊に至った。また、図-2に例としてNo. 3供試体の最大荷重に至るまでの荷重-変位曲線を示す。

表-3 実験結果

供試体 No.	P_{cr} (tf)	δ_{cr} (mm)	P_y (tf)	δ_y (mm)	P_u (tf)	δ_u (mm)
1	2.04	0.44	27.96	9.33	37.29	19.92
2	2.34	0.51	25.98	8.69	36.05	19.75
3	3.17	0.53	22.20	8.74	29.43	24.36
4	3.98	0.54	46.02	11.42	53.91	19.11

4. 曲げ剛性の比較 曲げ

ひび割れ発生

時、鉄筋降伏

時、最大荷重時の割線曲げ剛性（それぞれ K_1 、 K_2 、 K_3 ）と鉄骨

鉄筋比および鋼材比との関係を図-3、4に示す。 K_1 、 K_2 、 K_3 の順に曲げ剛性が小さくなっていることがわかる。鋼材比との関係において、 K_1 には特に関係が見られないものの、 K_2 、 K_3 は鋼材比が増加すると曲げ剛性が大きくなる傾向が認められる。 K_1 につ

いてはコンクリートの引張強度および弾性係数の影響によりばらついていると考えられる。また、 K_2 、 K_3 は曲げひび割れの生じた状態で、コンクリートの引張抵抗がないためその影響が少なく、鋼材量の大小の影響を受けているものと考えられる。

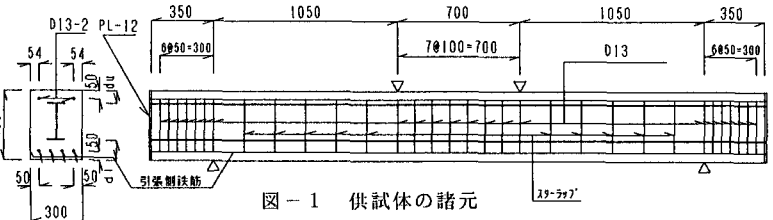


図-1 供試体の諸元

表-1 供試体諸元およびコンクリートの強度試験結果

供試体 No.	名称	引張筋 鉄筋	スーラー [*]	鉄骨形状 ^{*1}	鉄骨鉄 筋比 ^{*2}	鋼材比 ^{*3}	圧縮強度 kgf/cm ²
1	S502	D32-2	無	H-236*100*4.5*18	2.84	0.051	321
2	S503	D29-2	無	H-240*100*4.5*20	3.81	0.052	333
3	S504	D22-3	無	H-224*100*4.5*12	2.84	0.037	345
4	S508	D32-3 D10-2	D6@175mm	H-262*100*4.5*31	2.83	0.080	361

*1: 高さ×幅×ウェブ厚×フラッシュ厚 (mm)

*2: 鉄骨断面積/鉄筋断面積

*3: (鉄骨断面積+鉄筋断面積)/コンクリート断面積

表-2 鋼材の機械的性質

	鉄 筋					鉄 骨				
	D10	D13	D22	D29	D32	t=4.5	t=12	t=18	t=20	t=31
降伏強度 (kgf/cm ²)	3860	3930	3910	3950	3840	3890	3450	3560	3560	3590
降伏ひずみ (μ)	2149	2243	2411	2196	2290	2168	1916	1907	1963	1682

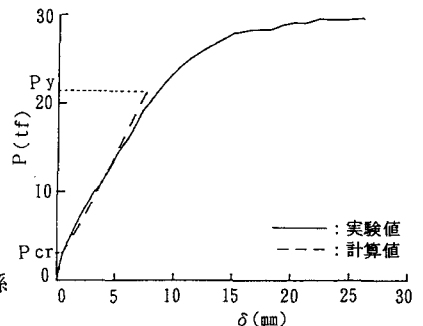
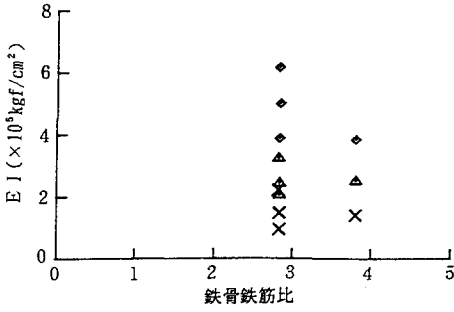
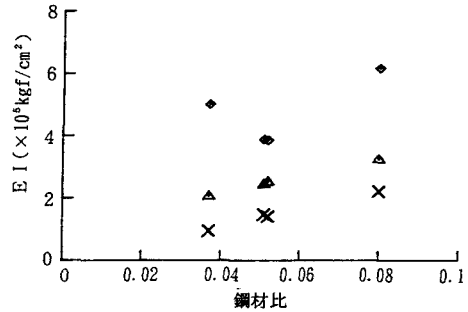


図-2 荷重-変位曲線 (No. 3)



◇：曲げひびわれ発生時 △：鉄筋降伏時 ×：最大荷重時
図-3 鉄骨鉄筋比と曲げ剛性



◇：曲げひびわれ発生時 △：鉄筋降伏時 ×：最大荷重時
図-4 鋼材比と曲げ剛性

5. R C 部材曲げ剛性評価式の適用 この実験結果をもとに、通常の応力レベルにおける曲げ剛性の評価方法を検討するために、次式に示す R C 部材の曲げ剛性評価手法²⁾の S R C 部材への適用性の検討を試みた。

$$I_e = (M_{cr}/M)^4 I_g + \{1 - (M_{cr}/M)^4\} I_{er} \quad \dots\dots(1)$$

ここに、 I_e は換算断面二次モーメント、 I_g は全断面の断面二次モーメント、 I_{er} は引張応力を受けるコンクリートを除いた断面二次モーメント、 M_{cr} は曲げひび割れ発生曲げモーメントを表す。

ここでは、曲げモーメント M に対して各断面の曲率 ($M/E \cdot I_e$) を数値積分することによって供試体中央点の変位を求めた。なお、断面二次モーメントには鉄骨および鉄筋を考慮した。また、コンクリートの弾性係数 E_c は、ひびわれ発生時の荷重と変位の関係から値を定めた。

供試体 No. 3 の荷重変位曲線の計算値を図-2に示す。また、各供試体の鉄筋降伏時およびその 1/3、2/3 の荷重における、鉄骨鉄筋比および鋼材比と、変位量の実験値と計算値の比の関係を図-5、6に示す。鉄筋降伏荷重の 1/3、2/3 では、実験値は計算値の 0.87~1.14 の範囲にあり、鋼材比の影響が認められるものの、上記の曲げ剛性評価式で実験値を概ね推定できるといえる。したがって、通常の使用状態ではこの手法により、S R C 部材の曲げ剛性を評価することができるものと考えられる。しかし、鉄筋降伏時には実験値が計算値を 30% 以上上回っているものもあり、上記評価式は実験値を過小評価する傾向がみられる。これは、荷重の増加にともなって、せん断ひび割れが増大する等の影響によるものと考えられる。

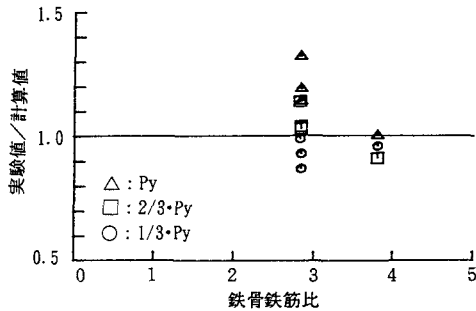


図-5 鉄骨鉄筋比と供試体中央点変位の実験値と計算値の比

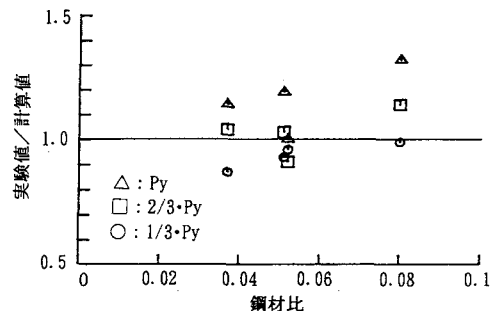


図-6 鋼材比と供試体中央点変位の実験値と計算値の比

6. まとめ S R C 梁供試体の載荷試験により、R C 部材の曲げ剛性評価手法の S R C 部材への適用性の検討を行ったところ、通常の使用状態では、この手法により S R C 部材の曲げ剛性を適切に評価できると考えられる結果が得られた。

なお、実験にあたりご協力を頂いた熊谷組豊川技術部の関係各位に謝意を表します。

〔参考文献〕 1)伊藤、渡辺、谷村、佐藤：鉄骨鉄筋コンクリート梁のせん断耐力に関する実験的研究：土木学会第49回年次学術講演会、平成6年9月

2)コンクリート標準示方書（平成3年版）設計編：土木学会、平成3年9月