

単純圧縮力を受ける SRC 部材の強度と変形性能に関する研究

－鉄骨によるコンクリート拘束効果の影響と評価－

T O 6 K 6 8 8 D 立崎稔仁
指導教員 土井希祐教授

1. 研究背景と目的

SRC 柱部材の構造性能を適切に評価する上で内蔵鉄骨によるコンクリートの拘束効果を明らかにすることは重要である。しかし、鉄骨によるコンクリートの拘束効果の適切な評価法は明確にされていない。そこで本研究では、コンクリートの拘束効果に影響を及ぼすウェブの寄与率を指標とした鉄骨によるコンクリート拘束効果の評価法について検討することを目的とする。

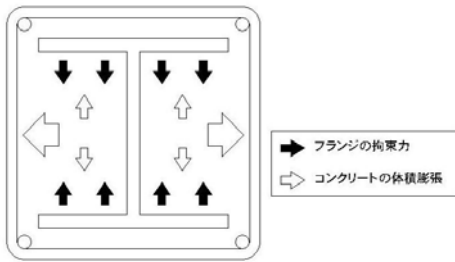


図-1 モデル

2. 鉄骨によるコンクリート拘束効果の評価法

フランジ部分の全塑性モーメント M_p に着目し、コンクリートの拘束効果に影響を及ぼすウェブの寄与率 α を次式により算定する。

$$\alpha = T/wTy \quad (1)$$

但し、

$$T = 1 \times bf / 2 \times W \times 2 \quad [N] \quad (2)$$

$$wTy = 1 \times tw \times \sigma_y \quad [N] \quad (3)$$

$$W = M_p / (bf / 2 \times bf / 4) \quad [N/mm] \quad (4)$$

$$M_p = 1 / 4 \times 1 \times tf^2 \times \sigma_y \quad [N \cdot mm] \quad (5)$$

ここに、 bf : フランジ断面幅 tf : フランジ厚 tw : ウェブ厚

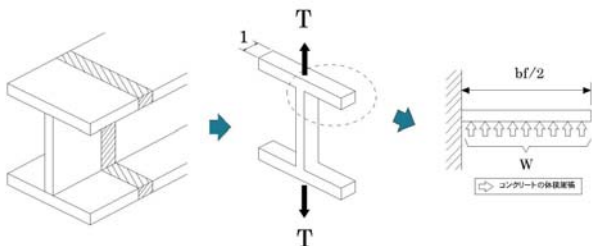


図-2 モデル

3. 検討対象試験体

本研究では、過去に新潟大学で行われたSRC試験体4体¹⁾²⁾³⁾、堺らが行ったSRC試験体7体⁴⁾、仲らが行ったSRC試験体6体⁵⁾の計17体を研究対象として用いた。

表-1 試験体諸元

	試験体名	内蔵鉄骨寸法	横補強筋
第1シリーズ	SRC-C-1	2-H100×50×5×7	φ4@50
	SRC-H-1	H100×90×6×8	φ4@50
第2シリーズ	SRC-C-2	2-H100×50×4.5×4.5	φ4@50
	SRC-H-2	H100×90×4.5×4.5	φ4@50
文献 ⁴⁾	C1-50	2-H140×50×4.5×6	2-D6@50
	C1-100		2-D6@100
	C2-50	2-H140×50×2.3×6	2-D6@50
	C2-100		2-D6@100
	C3-50	2-H140×50×4.5×2.3	2-D6@50
	C3-100		2-D6@100
	M1-50	H140×50×4.5×6	2-D6@50
文献 ⁵⁾	₁₈ SRC ₀	H216×216×6×6	2-φ6@150
	₁₈ SRC ₂₀		2-φ6@150
	₁₈ SRC ₃₀		2-φ6@150
	₂₄ SRC ₀	H288×288×6×6	2-φ6@150
	₂₄ SRC ₂₀		2-φ6@150
	₂₄ SRC ₃₀		2-φ6@150

いずれも中心圧縮試験を行ったものである。各試験体のデータを表-1～表-3に示す。これらのデータを用いて以下のような検討を行った。

表-2 鋼材の力学的特性

		鋼種	σ_y	σ_u	E
第1シリーズ	十字形鉄骨	ウェブ	336	432	2.13
		フランジ	352	444	2.10
	H形鉄骨	ウェブ	274	440	2.10
		フランジ	264	430	2.14
	主筋	D10	365	515	1.94
		D6	332	499	1.68
帯筋	φ4	523	558	1.93	
第2シリーズ	鉄骨	PL-4.5	274	427	2.04
	主筋	D10	352	511	1.80
		D6	320	476	1.74
帯筋	φ4	472	520	1.91	
文献 ⁴⁾	鉄骨	PL-2.3	322	435	2.08
		PL-4.5	379	469	2.07
		PL-6	407	473	2.06
	主筋	φ4	382	570	2.05
	帯筋	D6	215	312	2.05
文献 ⁵⁾	鉄骨	PL-6	573	647	2.05
	主筋	D16	453	672	2.05
	帯筋	φ6	451	537	2.05

σ_y : 降伏点[N/mm²] σ_u : 引張強度[N/mm²]

E: ヤング係数(×10⁵)[N/mm²]

表 - 3 コンクリートの力学的特性

	σ_c
第1シリーズ	22.6
第2シリーズ	26.8
文献 ⁴⁾	30.8
文献 ⁵⁾	22.1

σ_c : コンクリートの圧縮強度[N/mm²]

ウェブが横拘束材として働くと考え、NewRC式⁶⁾に、(1)～(5)の式より求めたウェブ断面を横拘束材体積に加え、鉄骨による拘束を検討した。この際、横拘束に寄与したウェブの面積を鉄骨断面積から差し引いて鉄骨の負担軸力を計算した。

4. 結果・考察

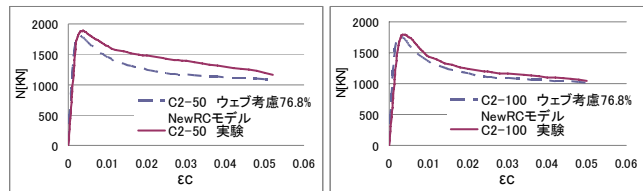
表 - 4 に、NewRC 式より求めた最大強度と実験での最大強度を示す。

表 - 4 NewRC 式・実験の最大強度

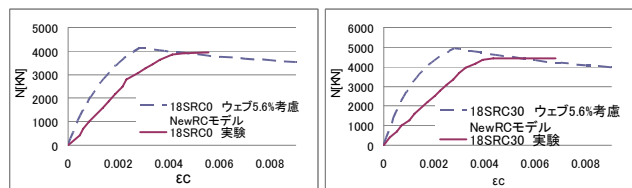
	試験体名	Pmax	tPmax	Pmax/tPmax	α
第1シリーズ	SRC-C-1	1218.1	1256.8	0.969	0.411
	SRC-H-1	1049.9	1082.6	0.970	0.228
第2シリーズ	SRC-C-2	1143.7	1023.3	1.118	0.180
	SRC-H-2	1034.6	957.9	1.080	0.100
文献 ⁴⁾	C1-50	1994.7	2005.9	0.994	0.344
	C1-100	1795.6	1980.3	0.907	0.344
	C2-50	1884.5	1798.4	1.048	0.768
	C2-100	1797.8	1772.1	1.015	0.768
	C3-50	1898.4	1723.2	1.102	0.041
	C3-100	1716.7	1701.0	1.009	0.041
	M1-50	2216.8	1823.1	1.216	0.344
	M1-100	2216.8	1823.1	1.216	0.344
文献 ⁵⁾	¹⁸ SRC ₀	3934.7	4118.0	0.955	0.056
	¹⁸ SRC ₂₀	4233.6	4639.2	0.913	0.056
	¹⁸ SRC ₃₀	4429.6	4800.2	0.923	0.056
	²⁴ SRC ₀	5488.0	5784.8	0.949	0.042
	²⁴ SRC ₂₀	5978.0	6427.8	0.930	0.042
	²⁴ SRC ₃₀	6272.0	6774.8	0.926	0.042

Pmax: 実験値[kN] tPmax: NewRCモデル[kN] $\alpha = T/wTy$

図 - 3 に計算にて求めたウェブ体積を横拘束材体積に加えた時の軸力 - 歪関係を、図 - 4 に、Pmax/tPmax と各種パラメータとの関係を示す。表 - 4 より Pmax/tPmax 値は、C2-50, C2-100 試験体は安全側の評価、18SRC0, 18SRC30 試験



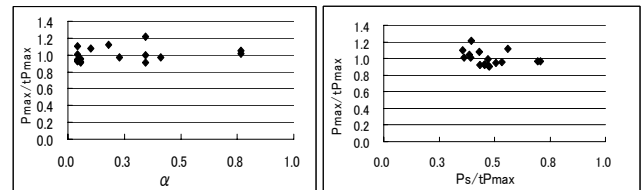
(a) C2-50 (ウェブ 76.8%) (b) C2-100 (ウェブ 76.8%)



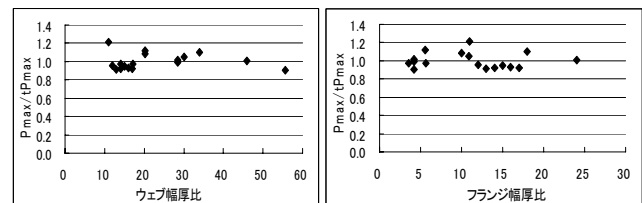
(c) 18SRC0 ($\alpha=5.6\%$) (d) 18SRC30 ($\alpha=5.6\%$)

図-3 軸力 - 歪の関係 (ウェブ考慮)

体は危険側の評価となっており、図 - 3 の (a)・(b) では、初期剛性、最大耐力、最大耐力以後の耐力低下についてとても良く評価していると言えるが、(c)・(d)では、NewRCモデル値と実験値とを比較すると、初期剛性が大幅にずれ、最大強度が NewRC モデルを上回っている。図 - 4 より、Pmax/tPmax 値が安全側の評価となっている試験体は全パラメータにおいて広範囲に分布しているが、危険側の評価となっている試験体は、Ps/tPmax、ウェブ幅厚比のパラメータに関して、特定の範囲に分布している。



(a) α (b) Ps/tPmax



(c) 幅厚比(ウェブ) (d) 幅厚比(フランジ)

図 - 4 Pmax/tPmax と各種パラメータとの関係

5. まとめ

コンクリートの拘束効果に影響を及ぼすウェブの寄与率を指標とした鉄骨によるコンクリート拘束効果の評価法において、概ね妥当な評価ができていていると言える。しかし、鉄骨負担軸力 Ps/tPmax、ウェブ・フランジ幅厚比との関係により、この評価法に対応しない試験体も存在するので、さらに評価法を検討する必要がある。

参考文献

- 1) 藤田直也、新潟大学工学部建設学科平成 17 年度卒業論文「軸方向を受ける SRC 部材の強度と変形性能」
- 2) 島田敦史、新潟大学工学部建設学科平成 18 年度卒業論文「軸方向を受ける SRC 部材の強度と変形性能」～拘束コンクリートのモデル化に関する検討～
- 3) 宮川祐樹、新潟大学工学部建設学科平成 19 年度卒業論文「軸方向力を受ける SRC 部材の強度と変形性能」～鉄骨幅厚比の影響～
- 4) 堀純一、田中照久 「十字形鉄骨を内蔵した鉄骨鉄筋コンクリート部材のコンクリートの構成則に関する実験的研究」日本建築学会大会学術講演梗概集 (中国) 2008 年 9 月
- 5) 仲威雄 他 「鉄骨コンクリートおよび鉄骨鉄筋コンクリート部材の圧縮耐力」日本建築学会大会学術講演梗概集 (東北) 昭和 48 年 10 月
- 6) 建設省総合開発プロジェクト・コンファインドコンクリート WG 報告書、建設