

V-219

鉄骨鉄筋コンクリート梁の曲げひび割れに関する実験的研究

鉄道総合技術研究所 正会員 戸塚 信弥

同 上 正会員 渡辺 忠朋

同 上 正会員 佐藤 勉

1. まえがき

鉄骨鉄筋コンクリート（以下SRC）構造物の設計において、ひび割れの検討は使用限界状態の主要な検討項目の一つである。現行の鉄道構造物設計では、鋼材の引張応力度を制限することによってひび割れの制御を行っており、ひび割れ幅に対する具体的な評価を行っていない現状にある。そこで、SRC梁の曲げひび割れに対する設計法を検討するため、SRC梁のモデル供試体による載荷実験結果を用いて、SRC部材の最大ひび割れ間隔及び最大ひび割れ幅について検討を行った。

2. 実験概要

供試体の形状および諸元を表-1、図-1に示す。載荷方法は、対称2点集中載荷で静的単調載荷とした。

本実験の供試体はほとんどせん断破壊するものであるが、純曲げモーメント区間では最大荷重（ P_{max} ）の2/3程度までは曲げひび割れ性状が支配的であることから、これらの供試体の実験結果を用いて曲げひび割れについて検討することとした。表-2に各供試体の等曲げモーメント区間の最大ひび割れ間隔（ L_{max} ）及び最大ひび割れ幅（ W_{max} ）を示す。最大ひび割れ幅および最大ひび割れ間隔は、等曲げモーメント区間で定常状態（ $1/2P_{max}$ と仮定）になったときの値とした。最大荷重近傍で発生した曲げひび割れは除外している。

表-1 供試体諸元

No	bw	h	a	d1	du2	Ast	鉄骨形状	f'c
1	60	40	120	5.0	7.0	D29-6	H-220*400*9.0*10	23.9
2	60	40	120	5.0	6.1	D29-6	H-238*211*9.0*19	24.1
3	60	40	120	5.0	4.0	D29-6	H-280*100*9.0*40	23.9
4	30	100	300	5.9	13.5	D32-3	H-730*200*4.5*40	24.4
5	30	100	300	5.9	13.2	D22-3	H-736*200*4.5*43	25.6
6	30	100	300	5.9	13.0	D13-3	H-740*200*4.5*45	25.0
7	30	40	105	5.0	11.4	D32-5	H-212*100*4.5*6	30.5
8	30	40	105	5.0	10.2	D32-2	H-236*100*4.5*18	31.5
9	30	40	105	5.0	10.0	D29-2	H-240*100*4.5*20	32.7
10	30	40	105	5.0	10.8	D22-3	H-224*100*4.5*12	33.8
11	30	40	105	5.0	8.9	D32-3 D10-2	H-262*100*4.5*31	35.2
12	30	40	105	5.0	11.4	D32-5	H-212*100*4.5*6	34.9
13	30	40	105	5.0	11.4	D32-5	H-212*100*4.5*7	35.4
14	30	40	105	5.0	8.9	D32-3 D10-2	H-262*100*4.5*31	35.4

注) bw, h, a, d1, du : 単位は、cm

H鋼寸法: 全高*全幅* α * β *厚*フランジ厚 (mm)

Ast : 引張鉄筋量 (径一本)

f'c : コンクリートの圧縮強度 (N/mm²)

3. 最大曲げひび割れ幅の検討

RC部材の最大ひび割れ間隔は、鉄筋間隔とかぶりが影響することが明らかとなっている¹⁾。そこで、SRC部材でも同様の傾向があると考え、既往のひび割れ幅算定手法により求めた最大ひび割れ間隔（ L_{cal} ）と

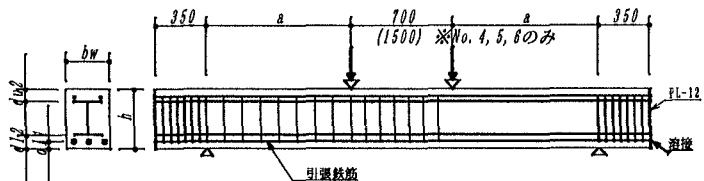


図-1 供試体配筋状況

実験値（ L_{max} ）の関係を検証し、さらに最大ひび割れ幅についても同様に比較検討することとした。RC部材の最大ひび割れ幅算定手法は、土木学会による方法²⁾（ W_{cal} ）とした。次式の下線部分が最大ひび割れ間隔

キーワード：鉄骨鉄筋コンクリート、複合構造、ひび割れ、使用限界状態

連絡先 〒185 東京都国分寺市光町 2-8-38 TEL 0425-73-7281 FAX 0425-73-7282

の計算式である。実験結果及び計算結果を表-2に示す。

$$W_{cal} = k \{ 4c + 0.7(Cs - \phi) \} (\sigma_{ss} / E + \varepsilon_{csd})$$

ここに、 $k=1.0$ （異形鉄筋）、 c ：かぶり(cm)

Cs ：鉄筋中心間隔(cm)、 ϕ ：鉄筋径

σ_{ss} ：鉄筋応力度の増加量（実験値）

E ：鉄筋のヤング係数、 ε_{csd} ：コンクリートの収縮及びクリープ等によるひび割れ幅の増加を考慮するためのひずみ量（ここでは、 $\varepsilon_{csd} = 0$ とした）

最大ひび割れ間隔の実測値と計算値の関係を図-2に示す。なお、計算ではすべて鉄筋に着目し、鉄骨の影響は考慮していない。

図-2より、最大ひび割れ間隔の実測値と計算値は、ほぼ一致しているものと考えられる。

最大ひび割れ幅の実測値と計算値の関係を図-3に示す。最大ひび割れ幅の計算値(W_{cal})は梁下面のひび割れ幅に補正したものである。多少のばらつきは見られるが、実測値と計算値はほぼ一致していると考えられる。

また、引張領域の鉄骨と鉄筋の量の違いによる曲げひび割れ幅への影響を検討するため、（鉄骨下フランジ断面積／引張鋼材断面積）と（最大ひび割れ幅の実測値／計算値）の関係を図-4に示した。図-4より、本実験の範囲において、鉄骨と鉄筋の量の違いによる曲げひび割れ幅への影響は特に認められない結果となった。

4. まとめ

SRC梁の載荷実験結果を用いて、SRC部材の最大ひび割れ幅をRC部材の既往評価法により検証した結果、次の結論が得られた。

本実験結果の範囲では、SRC部材の最大ひび割れ間隔および最大ひび割れ幅は、RC部材の既往算定手法を用いて、鉄筋のみを対象として計算すれば、概ね評価できるものと考えられる。

【謝辞】 本実験を行うにあたりお世話になった熊谷組技術研究所の関係各位に感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 角田与史雄：鉄筋コンクリートの最大ひびわれ幅、コンクリートジャーナル、Vol.8, No.9, 1970
- 2) 土木学会：コンクリート標準示方書（設計編）平成8年版
- 3) 佐藤，渡辺，伊藤：鉄骨鉄筋コンクリート梁の曲げひびわれ性状、土木学会第49回年次学術講演会，1994.9，V500

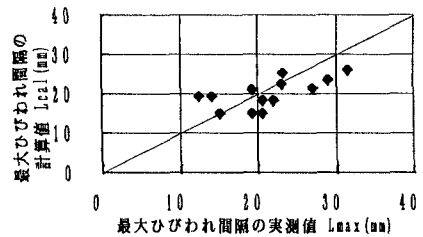


図-2 最大ひびわれ間隔の実測値と計算値の関係

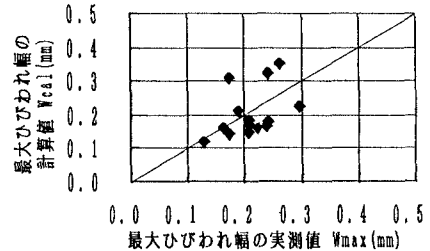


図-3 最大ひびわれ幅の実測値／計算値の関係

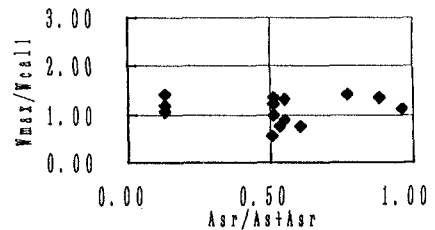


図-4 鉄骨断面積／（鉄筋＋鉄骨断面積）と最大ひびわれ幅の実測値／計算値の関係

表-2 実験結果および計算結果

No	最大荷重 (t)	鋼材比 (%)	$\frac{A_{sr}}{A_s + A_{sr}}$	最大ひびわれ間隔		最大ひびわれ幅	
				実験値 L_{max}	計算値 L_{cal}	実験値 W_{max}	計算値 W_{cal}
1	105.8	5.9	0.51	140	192	0.222	0.164
2	119.4	5.9	0.51	125	192	0.181	0.163
3	120.3	6.7	0.51	125	192	0.208	0.170
4	175.1	7.2	0.77	270	213	0.237	0.166
5	175.2	7.2	0.88	230	224	0.241	0.179
6	167.9	7.2	0.98	290	235	0.208	0.185
7	67.9	5.1	0.13	206	149	0.129	0.123
8	74.6	5.1	0.53	233	254	0.242	0.322
9	72.1	5.2	0.61	318	262	0.283	0.350
10	59.3	3.7	0.51	192	211	0.173	0.309
11	98.0	8.0	0.55	219	184	0.188	0.213
12	82.5	5.1	0.13	192	149	0.207	0.146
13	89.8	5.1	0.13	151	149	0.172	0.144
14	107.8	8.0	0.55	206	184	0.296	0.227

注) 単位： $L_{max}, L_{cal}, W_{max}, W_{cal}$ は mm

A_{sr} ：鉄骨下フランジ断面積 A_s ：引張鉄筋断面積