

前田建設 正会員 内田 明
東京工業大学 正会員 長瀬 重義

1. まえがき

近年、鉄骨鉄筋コンクリート構造はコンクリート構造・鋼構造と並んで第3の構造としての位置を確立しつつあり、耐荷能力・じん性・施工性等が優れているにめ今後さらに適用範囲が拡大されるものと予想される。また最近では高強度コンクリートの施工法も普及し、高強度鋼材との併用により鉄骨鉄筋コンクリート断面をより小さくすることも可能になると考えられる。一方、鉄骨は異形鉄筋に比べ付着強度が劣る。まいるので鉄骨鉄筋コンクリート部材に発生するひびわれは分散性の速く個々のひびわれ幅は大きくなると言われているため、はりや偏心力の入る柱のように使用限界状態としてひびわれに対する検討を行う必要がある部材に高強度鋼を用いる場合、ひびわれ性状を的確に把握しておく必要がある。しかしながら、鉄骨鉄筋コンクリート部材のひびわれに関する研究は比較的少なく、ひびわれ幅を精度良く推定することは現在のところ困難であり、この解決のためにはひびわれ幅を合理的に評価する手法を確立することが肝要である。

本報告は、このような観点から高強度鋼材と高強度コンクリートを用いた鉄骨鉄筋コンクリート部材の曲げ実験を実施しひびわれ性状を調べるとともに、高強度鋼材の鉄骨鉄筋コンクリートへの適用性についても検討を加えたものである。

2. 実験方法

実験に用いた試験体の形状寸法は図-1に示すとおりであり、断面 $30\text{ cm} \times 40\text{ cm}$ 長さ 360 cm とした。実験上考慮にパラメータは、①鉄骨と鋼材の比率 (A_{ss}/A_s 、ここで、 A_{ss} 、 A_s はそれぞれ引張側の鉄骨および、鋼材断面積である。)、②鉄骨とコンクリートの付着の有無、③鉄筋径 ($\phi 16$ 、 $\phi 10$) であり、パラメータの組み合わせを打設したコンクリートの強度とともに表-1に示す。鉄骨はすべて 60 kg/mm^2 級の高強度鋼材を使用した組み立てH型钢とし、溶接時の残留応力を除去するために焼鈍処理を行なった。鉄骨の形状寸法は $H\ 250 \times 116 \times 12 \times 6 \times 4000$ であり、フランジおよびウェブの降伏点はそれぞれ 5610 kg/cm^2 、 5730 kg/cm^2 であり、また、鉄筋の降伏点は $\phi 16$ 、 $\phi 10$ に対しそれぞれ 3960 kg/cm^2 、 4070 kg/cm^2 であり、試験体への加力は、等モーメント区間 100 cm 、せん断スパン 110 cm とした2点載荷により行なった。なお、ひびわれ幅の測定は、等モーメント区間において引張鋼材位置に標点間隔 10 cm で 90 cm に渡って取り付けたコンタクトポイント間をコンタクトゲージを用いて測定することにより求めた。

表-1 試験体の諸元

試験体名	鋼材比 $A_s/A_c(\%)$	鉄骨鋼材比 $A_{ss}/A_s(\%)$	鉄筋	付着の有無	コンクリート 強度 (kg/cm^2)
H-O	3.45	100	—	有	685
H-3D16	4.45	70	3D16	〃	564
H-8D10	4.40	〃	8D10	〃	732
H-3D16	4.45	〃	3D16	無	732
H-7D16	5.77	50	7D16	有	593
10D16	3.32	0	10D16	—	593

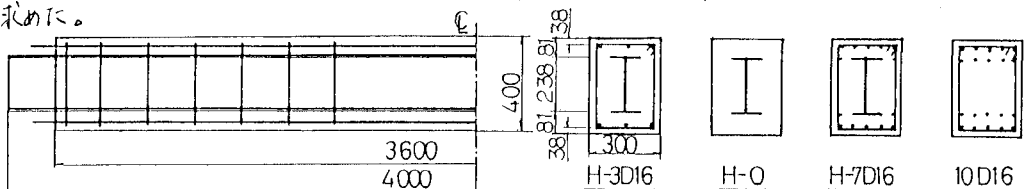


図-1 試験体の形状寸法

3. 結果と考察

表-2は、各試験体の許容荷重およびその1.5倍におけるひびわれ本数と平均・最大ひびわれ幅の実測結果を示している。ひびわれ本数は A_{ss}/A_s が小さくなるほど多く、また同一 A_{ss}/A_s では鉄筋径を小さくした試験体の方がひびわれは分散した。その結果、ひびわれの分散のよい試験体ほど平均ひびわれ幅・最大ひびわれ幅とも減少

表-2 ひびわれ幅の実測結果

試験体	許 容 荷 重						許 容 荷 重 $\times 1.5$					
	ひびわれ 本数	平均ひびわれ幅			最大ひびわれ幅					平均ひびわれ幅		
		実測	計算 丸鋼	実形	実測	最大 平均	実測	最大 平均	実測	計算 丸鋼	実測	最大 平均
H-0	4	0.280	0.212	0.165	0.320	1.14	4	0.388	0.291	0.236	0.447	1.15
H-3D16	7	0.160	0.128	0.093	0.236	1.48	7	0.293	0.205	0.159	0.441	1.51
H-3D16	5	0.126	0.133	0.101	0.163	1.29	6	0.193	0.207	0.163	0.232	1.20
H-8D10	7	0.094	0.092	0.072	0.127	1.35	10	0.118	0.145	0.122	0.170	1.44
H-7D16	7	0.096	0.104	0.081	0.118	1.23	8	0.143	0.161	0.131	0.207	1.45
10D16	8	0.075	—	0.084	0.096	1.28	10	0.144	—	0.141	0.178	1.56

しており、鉄骨鉄筋コンクリートのひびわれに対して鉄筋が極めて効果的であることがわかる。なお、H-3D16はH-3D16と同一断面で鉄骨の付着をグリースを塗布することにより、適切のものであるが、平均・最大ひびわれ幅とも相当大きく、あり、鉄骨の付着もひびわれ幅を小さくする上で無視できない影響を与えている。なお、表中の計算値は鉄骨のウェブを無視しフランジを引張鉄筋と同一の鉄筋径に換算して、丸鋼または異形鉄筋としてCEB方式により計算した平均ひびわれ幅を示している。H-0およびH-3D16を除けば、丸鋼として計算した値が実測値とよく一致している。

図-2は引張鋼材の応力度と平均ひびわれ幅の関係を表したものであるが、断面の構成により傾向が大きく異なり、このことは、鉄骨鉄筋コンクリートのひびわれを評価する上で、鉄骨の付着性状・鉄筋径とともに A_{ss}/A_s 等のパラメータを考慮することの必要性を示唆しているものと考えられる。 A_{ss}/A_s に対する最大ひびわれ幅の関係を鉄筋応力度をパラメータとして示すと図-3が得られる。各応力度とも、 A_{ss}/A_s が小さくほどひびわれ幅も小さくなり、 A_{ss}/A_s で鋼材の応力度を制限している指針の考え方は妥当なものであると判断される。しかしながら、許容し得る最大ひびわれ幅を0.2mmとした場合、本実験の範囲では A_{ss}/A_s が70%および50%の部材に対して鋼材の許容応力度を2300 kg/cm²、2500 kg/cm²程度まで大きくすることができると思われる。それゆえ、 A_{ss}/A_s の大きさにより、高強度鋼材も十分に適用可能であるものと考えられる。

最後に、本実験を行うに際し、協力いただいた浜山市役所の増田市長に感謝致します。

(参考文献)

- 1) 鉄骨鉄筋コンクリート構造設計指針・同解説、昭和52年6月

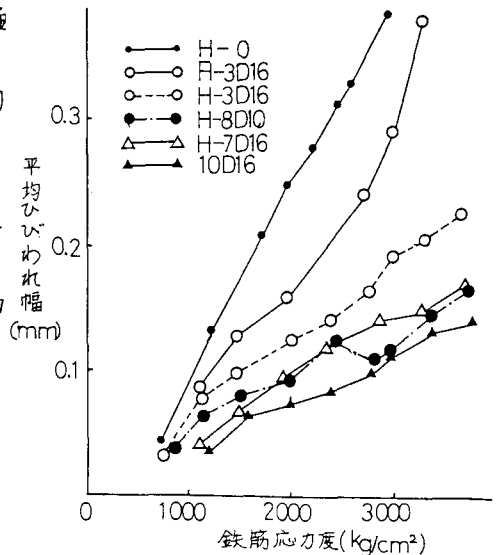


図-2 鉄筋応力度と平均ひびわれ幅の関係

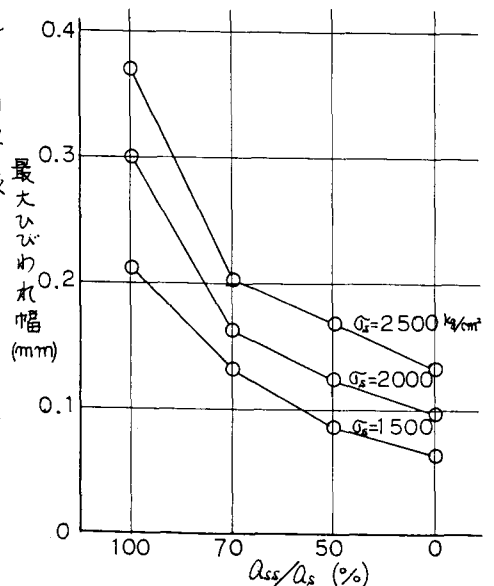


図-3 A_{ss}/A_s と最大ひびわれ幅の関係