

主筋に格子鋼板を用いたコンクリート梁部材の主筋応力性状

日大生産工 (院) ○松永 竜治

日大生産工 師橋 憲貴

を作製した。実験では梁部材中央が純曲げ区間となるように 2 点集中荷重による正負繰り返し載荷を行った。

1. はじめに

昨年度の学術講演会では主筋に格子鋼板を用いたコンクリート梁部材の付着性状についての報告を行った¹⁾。その結果、鉄筋を使用したコンクリート梁部材と比較すると、主筋に格子鋼板を用いた梁部材の付着割裂強度は低下することが判明した。しかし、主筋に格子鋼板を用いたコンクリート梁部材の曲げひび割れ性状及び、主筋の応力性状の検討を行っていない。長期許容応力時の最大曲げひび割れ幅は鉄筋コンクリート部材の耐久性を考慮するうえで重要な要因である。そこで本報は、主筋に格子鋼板を用いたコンクリート梁部材の長期許容応力時における最大曲げひび割れ幅と主筋のひずみを報告するとともに、鉄筋を主筋に使用した梁部材との比較検討を行った。

2. 実験概要

表-1 に試験体詳細を示し、図-1 に実験で用いた格子鋼板の形状を示す。格子鋼板は 2 種類の加工方法によって製作されており、この加工方法の違いから展張格子鋼板と格子鋼板に分類した。展張格子鋼板は縞鋼板の軸方向にレーザー光線でスリットを挿入し、軸直角方向にジャッキで均等に展張し、格子状に加工したものである。一方、格子鋼板はレーザー光線で縞鋼板を切り抜き、格子状に加工したものである。試験体には主筋に D19(SD345)を使用した試験体(00C)1 体と展張格子鋼板を主筋に使用した試験体(00A1・00A2) 2 体、格子鋼板を主筋に使用した試験体(00B1・00B2) 2 体の、計 5 体

表-1 試験体詳細

試験体名	主筋
1) 00C	D19 (SD345)
2) 00A1	展張格子鋼板(SS400)
3) 00A2	
4) 00B1	格子鋼板(SS400)
5) 00B2	

重ね継手長さ $l_s=570\text{mm}$ 共通
継手方法は全て縦重ね継手

表-2 コンクリートの調合

W/C (%)	単位質量(kg/m^3)				
	水	セメント	細骨材		粗骨材
			天然砂	砕砂	砕石
74.0	195	264	627	269	888

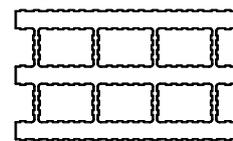
表-3 フレッシュ性状

スランプ (cm)	空気量 (%)	コンクリート温度 ($^{\circ}\text{C}$)
20.5	3.7	22.0

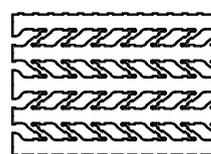
展張格子鋼板 A1



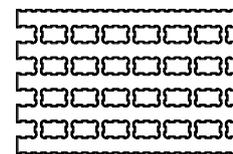
格子鋼板 B1



展張格子鋼板 A2※



格子鋼板 B2



※ A2 は骨材を通すために一部格子部分を切除した。

図-1 展張格子鋼板及び格子鋼板形状図

Stress Properties of Main Reinforcement on Concrete Beams
using Expanded Metal Grid

Ryuji MATSUNAGA and Noritaka MOROHASHI

2.1 調合とフレッシュ性状 表-2 にコンクリートの調合を示し、表-3 にフレッシュ性状を示す。セメントは普通ポルトランドセメントを使用した。細骨材は天然砂と砕砂、粗骨材は碎石を使用した。調合は、スランプ 18 ± 2.5 cm、空気量 4.5 ± 1.5 % を目標として行った。

2.2 試験体形状 表-4 に実験に使用した材料特性値を示し、図-2 に試験体断面、また図-3 に試験体形状を示す。試験体は $300\text{mm} \times 300\text{mm} \times 3000\text{mm}$ の梁部材とし、梁部材中央部下端筋に重ね継手区間（重ね継手長さ 570mm ）を設け、付着性状を検討する形式とした。主筋には鉄筋、鋼板筋をそれぞれ用い、横補強筋は全梁部材共通で D10 (SD295A) を使用した。主筋から側面及び底面までのかぶり厚さは 30mm とした。主筋に鉄筋の D19 を用いた梁部材の軸方向の主筋断面と近似させるために、本実験で用いる展張格子鋼板及び格子鋼板

は、厚さ 12.0mm と厚さ 9.0mm の 2 種類の縞鋼板を使用した。図-2 に示すように、展張格子鋼板及び格子鋼板は軸方向の断面積を $12.0\text{mm} \times 32.0\text{mm}$ を 3 本とした A1・B1 と、 $9.0\text{mm} \times 25.0\text{mm}$ を 5 本とした A2・B2 の計 4 種類を計画した。本研究では付着に有利と考えられる鋼板の縞部分がコンクリートに接するように配筋した（重ね継手接触面に縞はない）。

表-4 材料特性値

材料種類	使用部位	降伏点 σ_y (N/mm^2)	引張強度 σ_{\max} (N/mm^2)	ヤング係数 E (N/mm^2)	
展張格子鋼板 A1	上端・下端筋	270	406	2.05×10^5	
展張格子鋼板 A2	上端・下端筋	304	441		
格子鋼板 B1	上端筋	270	406		
	下端筋	278	416		
格子鋼板 B2	上端筋	304	441	1.86×10^5	
	下端筋	289	422		
D19 (SD345)	上端・下端筋	366	556		
D10 (SD295A)	横補強筋	375	518		

鋼板筋はメーカー証明書より縞鋼板(SS400)の値とした。

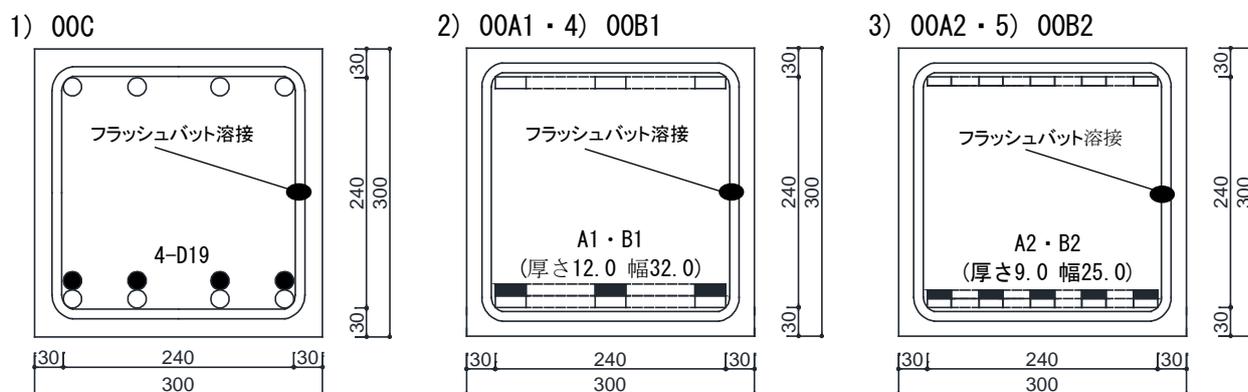
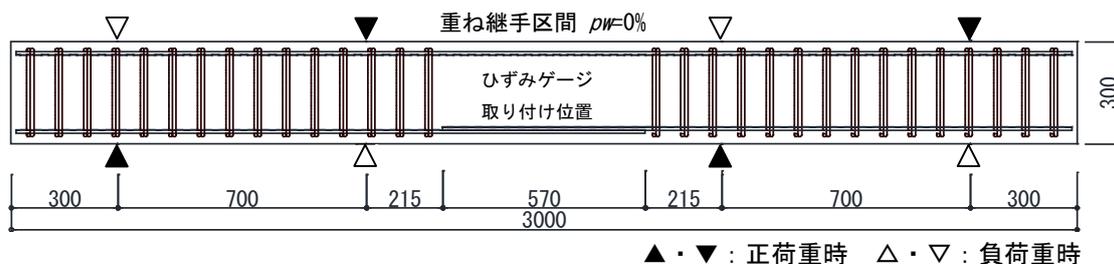


図-2 試験体断面

単位 mm



▲・▼：正荷重時 △・▽：負荷重時

単位 mm

図-3 試験体断面

3. 実験結果

3.1 主筋長期許容応力度時の曲げひび割れ

表-5 に実験結果一覧を示し、図-4 に主筋長期許容応力度時の最大曲げひび割れ幅 W_{max} を示す。主筋に展張格子鋼板及び格子鋼板を用いた試験体は鉄筋を使用した試験体と比較して W_{max} が平均約 0.11mm 大きくなった。また、主筋に鋼板筋を用いた試験体は、RC 規準²⁾に定められる制限目標値 0.25mm に近い値を示すものがあった。これは、展張格子鋼板及び格子鋼板の付着が劣化し鋼板の変形にコンクリートが追従できなかったため、曲げひび割れ幅が大きくなったものと考えられる。なお、各鋼板の長期許容応力度に関する明確な指針がないため、鉄筋と同じ荷重時 ($P=150\text{kN}$) で比較を行った。

3.2 主筋ひずみ 図-5 に試験体 00C, 00A1, 00B2 の主筋ひずみゲージ位置を例示する。ひずみゲージは、図-3 が示す $p_w=0\%$ の重ね継手区間位置の主筋ごとに番号を定め取り付け付けた。図-6 に主筋応力度-荷重関係を示す。式 (1) に示す曲げ強度略算式により算定した主筋応力度 σ_t (曲げ略算式) と図-6 に示した式 (2) より、ひずみ測定値により計算した主筋応力度 σ_s を比較した。図-6 では主筋とコンクリートの付着による影響が大きい部分である重ね継手部の主筋端部における両側面のゲージ (00A1 の場合はゲージ番号 1 と 3 にあたる) のひずみを使用した計算値による結果を示した。全試験体においてひずみ測定値により計算した主筋応力度 σ_s の値は、荷重の低い段階では曲げ強

式 (1) 曲げ略算式による主筋応力度 σ_t

$$\sigma_t = \frac{M_u}{0.9 \cdot a_t \cdot d} \quad (\text{N/mm}^2) \quad (1)$$

ここで、 M_u : 最大曲げモーメント ($\text{N} \cdot \text{mm}$)

P : 荷重 (kN)

a_t : 主筋断面積 (mm^2)

d : 梁有効せい (mm)

度略算式より求めた主筋応力度 σ_t を下回っていたが、それ以降は σ_s が σ_t を上回った。

表-5 実験結果一覧

試験体名	コンクリート強度 σ_B (N/mm^2)	最大荷重 P_{max} (kN)	最大曲げひび割れ幅 W_{max} (mm)	付着割裂強度 $\tau_{u \text{ exp.}}$ (N/mm^2)
1) 00C	23.1	233.0	0.10	2.62
2) 00A1	23.6	189.5	0.20	1.91
3) 00A2	23.6	175.0	0.20	1.36
4) 00B1	23.6	182.5	0.20	1.84
5) 00B2	23.6	175.0	0.24	1.36

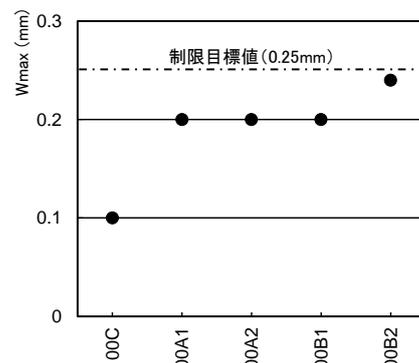


図-4 主筋長期応力度時の最大曲げひび割れ

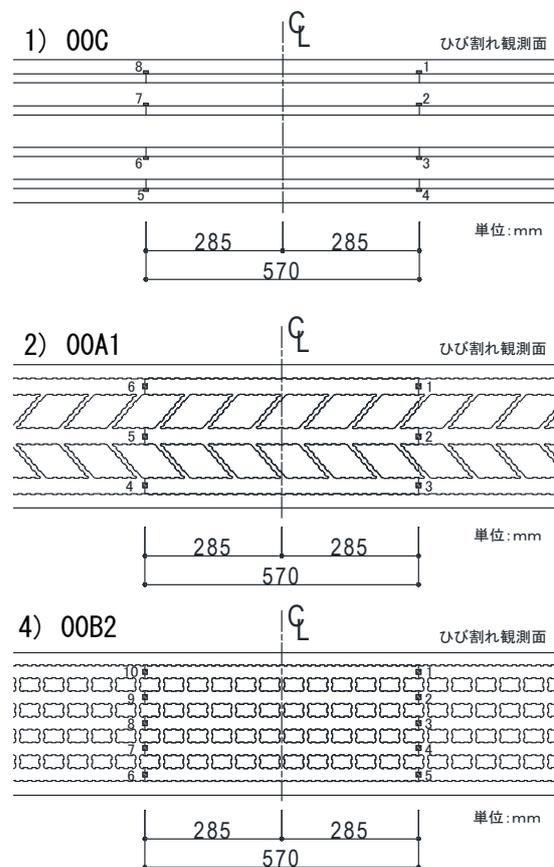


図-5 主筋ひずみゲージ取り付け位置

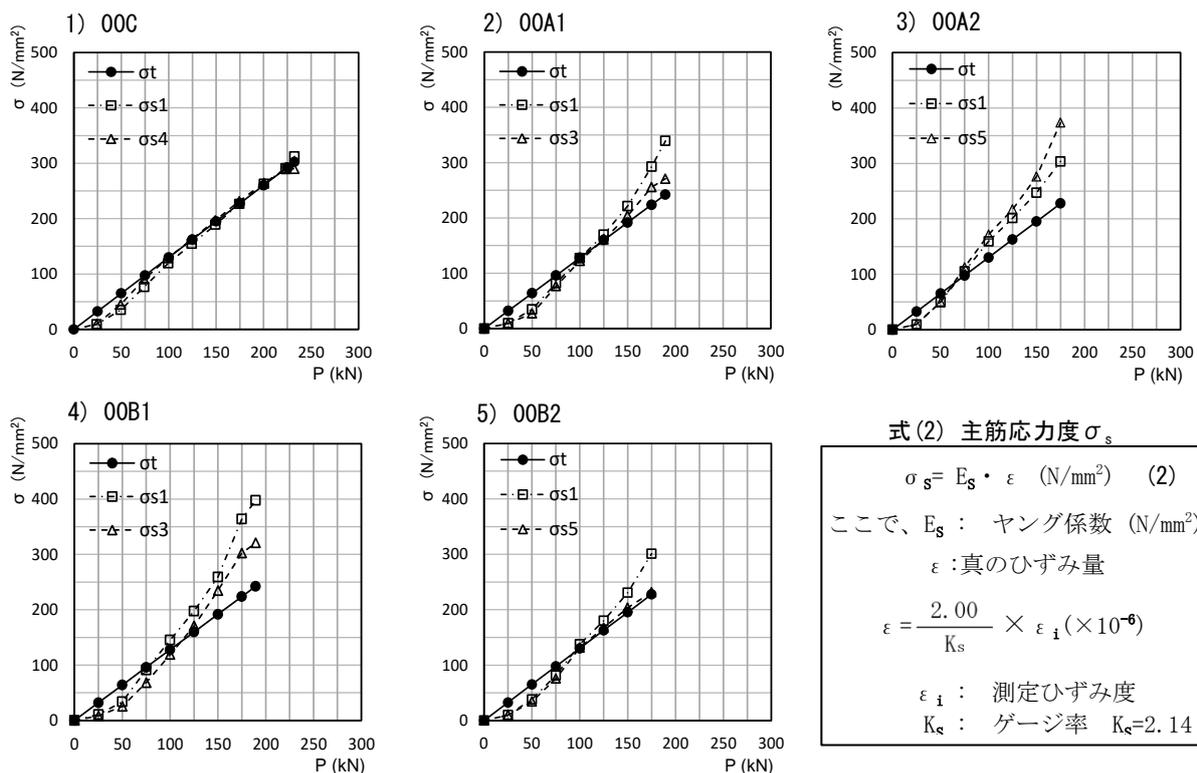


図-6 主筋応力度-荷重関係

これは、荷重の低い段階では、梁部材下端筋に作用する引張力と主筋とコンクリートの両方によって負担していたが曲げひび割れ発生以降はコンクリートの引張力を負担分が低下し、鉄筋、展張格子鋼板及び格子鋼板のみが引張力を負担していたためと考える。特に展張格子鋼板と格子鋼板はこの現象が著しく、梁部材内部の曲げひび割れが鉄筋を使用した梁部材に比べ大きいものであったと考える。

4. まとめ

主筋に展張格子鋼板及び格子鋼板を用いた梁部材の主筋応力性状を検討した結果、本報告の範囲内で以下の知見が得られた。

- 1) 主筋に展張格子鋼板及び格子鋼板を使用した梁部材の主筋長期許容応力時の最大曲げひび割れ幅は鉄筋を使用した梁部材と比較し、大きくなる傾向が明らかとなった。
- 2) 主筋に展張格子鋼板と格子鋼板を用いた梁部材の主筋応力度の上昇は鉄筋を使用した梁部材より大きくなる傾向が認められた。

本研究では展張格子鋼板と格子鋼板を用いた梁部材の主筋応力性状を検討した結果、展張格子鋼板及び格子鋼板を使用した梁部材の長期許容応力時の最大曲げひび割れ幅及び主筋応力度は鉄筋を使用したものより大きくなった。今後は、コンクリートの種類の違いによる展張格子鋼板及び格子鋼板の付着性状及び付着割裂強度の検討を行い、本報告と比較しさらなる検討を行いたい。

謝辞

本研究を遂行するに当たり、JFE シビル株式会社には展張格子鋼板及び格子鋼板の手配で大変お世話になりました。また、本学部土木工学科の阿部忠教授には貴重な御助言をいただきました。ここに記して感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 松永竜治、師橋憲貴：主筋に格子鋼板を用いたコンクリート梁部材の付着性状，日本大学生産工学部第48回学術講演会講演概要，2015年12月，pp. 835-838
- 2) 日本建築学会：鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説，2010年