

高強度鋼繊維補強コンクリートを鉄筋コンクリートに適用した場合における
曲げひび割れ発生に関する実験的検討

前橋工科大学 学生会員 ○TUVSHINJARGAL ULZIIDEELGER 正会員 舌間孝一郎
ものつくり大学 辻正哲
太平洋プレコン工業 正会員 河野亜沙子, 小林征之

1. はじめに

ひび割れ発生の照査には、ひび割れ指数¹⁾あるいは応力度比²⁾が採用されることが多い。しかし、RCの曲げひび割れ発生荷重には、種々の条件が関係する他、曲げひび割れの発生時点の決め方にも検討の余地がある。近年、粉体から骨材まで粒度調整することでW/Cを小さくした高強度コンクリート(MGC)が開発実用化してきた。MGCは、UFCと異なりRCにも適用可能とされているため、ひび割れの発生を許容しないRCを開発できる可能性がある。なお、鋼繊維補強を行うと、微細ひび割れ発生後もひび割れの急激な進展はなく、引張強度が上昇するため、ひび割れ発生応力の定め方についても検討する必要がある。本研究は、MGCをRCに適用した場合の曲げひび割れ発生応力を、3種類の方法で検討したものである。

2. 実験概要

本研究では、シリーズⅠとして、桁高および鉄筋比の影響を調べ、シリーズⅡとして、一方向スラブを模擬したモデル供試体を用いて桁幅の影響を調べた。なお、ひび割れ発生応力の計算には、「n-1」を用いた換算断面2次モーメントを採用した。

シリーズⅠの実験概要は表-1に示すとおりである。供試体は全長900mm、桁幅100mmの矩形断面とし、桁高を変化させた。また、補強鉄筋は、引張鉄筋を下面かぶり35mmで配置し、鉄筋径および本数を変化させた。載荷方法は載荷点距離100mmの2点載荷とし、スパンは700mm(桁高300mmの場合のみ800mm)とした。シリーズⅡで用いた供試体の形状および載荷方法は、図-1に示すとおりであり、中空床版の一部をモデル化したものである。また、ふた掛け部を120mmと薄くしたのは、鋼繊維補強MGC(MGC-FM)の特徴を活かして薄肉軽量化を目指したことによる。

3. 実験結果および考察

【シリーズⅠ】ひび割れ発生荷重には、① $\Delta\delta/\Delta P$ が変化し始めた荷重、②目視判断によりP- δ 曲線で線形から外れ始める荷重、③目視で初めてひび割れ発生が確認された荷重、の3種類を用いた(P:荷重、 δ :スパン中央たわみ)。それらのひび割れ発生荷重から換算断面2次モーメントを用いて求めたひび割れ発生応力をそれぞれ① $\sigma_{\Delta\delta/\Delta P}$ 、② $\sigma_{P-\delta}$ 、③ $\sigma_{目視}$ として示した。

図-2は、ひび割れ発生応力と引張主鉄筋比の関係を、比較用に作製した普通コンクリート供試体(一般コン:圧縮強度

表-1 シリーズⅠの実験概要

引張鉄筋×本数 ×桁高(mm)	桁幅 (mm)	スパン (mm)
D6×2×200 D10×2×200 D10×3×200 D13×2×200 D16×1×200 D16×2×200 D19×1×200 D19×2×200	100	700
D19×1×100		
D19×1×300		800

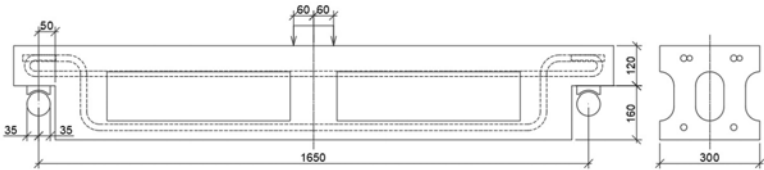


図-1 シリーズⅡの供試体および載荷方法

30.6N/mm², 引張強度 2.63N/mm²) の結果と併せて示したものである. MGC-FM (圧縮強度 113.8N/mm², 引張強度 4.61N/mm²) のひび割れ発生応力は, 一般コンより大きくなり, いずれの場合も, それぞれの割裂引張強度試験で求められるひび割れ発生強度より大きくなった.

一方, ① $\sigma_{\Delta\delta/\Delta P}$ は, 鉄筋比が増加すると大きくなる傾向があったが, ② $\sigma_{P-\delta}$ および③ $\sigma_{目視}$ では, 鉄筋比の影響はあまり見られなかった. これは, ② $\sigma_{P-\delta}$ および③ $\sigma_{目視}$ は微細ひび割れの発生時を示すのに対し, ① $\sigma_{\Delta\delta/\Delta P}$ には, 鋼繊維のひび割れ進展抑制効果によって開口幅がある程度大きくなるまで断面剛性が低下しなかったことが反映されたと考えられる. また, 桁高が大きくなるほど, ひび割れ発生応力が小さくなる傾向にあるが, MGC-FM では, ① $\sigma_{\Delta\delta/\Delta P}$ の方が, ② $\sigma_{P-\delta}$ および③ $\sigma_{目視}$ に比べて, 桁高の影響は小さくなっている. これも, 鋼繊維補強による伸び能力の増大によると考えられる.

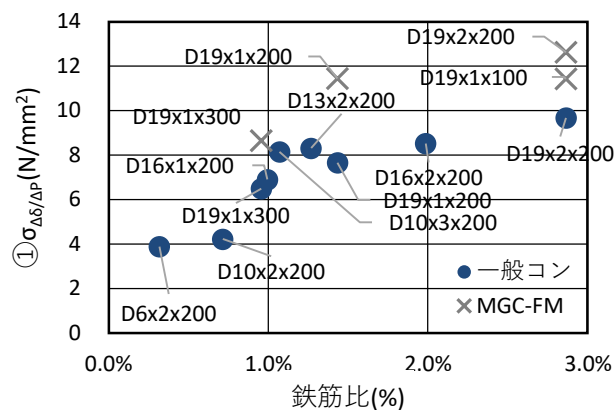
【シリーズⅡ】図-3は, 載荷試験で得られたP- δ 曲線を示したものである. 荷重 60kN で中央充実断面の端部の片側面に微細ひび割れが発生し, その後, 荷重 78kN で両側面に達する一般的な曲げひび割れとなった. これを, シリーズⅠにおける同程度の鉄筋比 (1.32%) の結果と比較すると, 微細ひび割れ発生応力 5.8N/mm²は② $\sigma_{P-\delta}$ および③ $\sigma_{目視}$ と, 曲げひび割れ発生応力 7.5N/mm²は① $\sigma_{\Delta\delta/\Delta P}$ とほぼ一致した. これも, 鋼繊維補強の影響で, 微細ひび割れ発生後も, ひび割れが進展し両側面に達するまで荷重が増加することによると考えられる.

4. まとめ

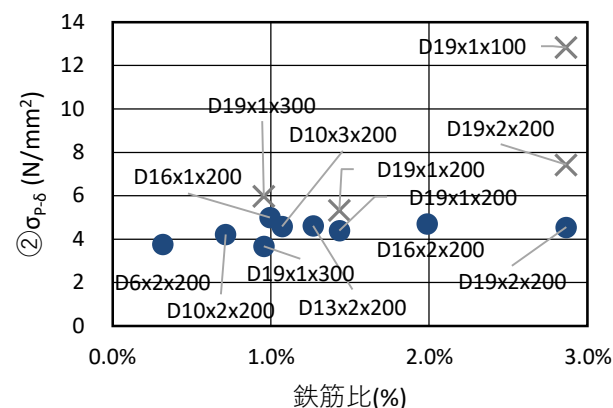
- 1) たわみ増分の荷重増分に対する比が変化し始めるときの荷重は, 微細ひび割れが進展し断面剛性が低下し始める時点を示し, 目視判断で求めた P- δ 曲線が線形から外れ始める荷重は微細ひび割れが確認された荷重を示した.
- 2) 換算 2 次モーメントを用いて計算したひび割れ発生応力は, 割裂引張強度試験で求められたひび割れ発生強度よりも大きかった.
- 3) MGC-FM を用いた床版のモデル試験の結果, 微細ひび割れ発生後も一気に断面の曲げ剛性が低下することなく, ひび割れが両側面に達するまで曲げ剛性の変化は小さかった.

参考文献

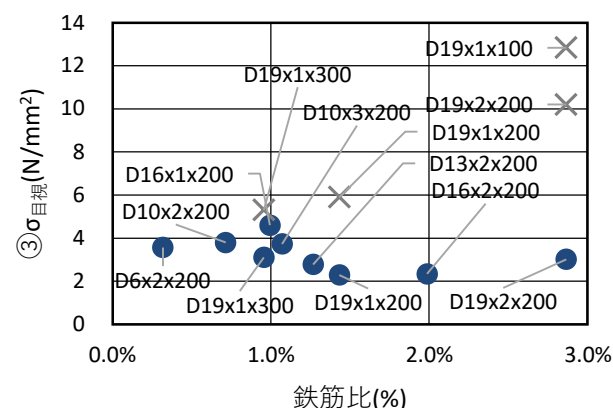
- 1) 土木学会 コンクリート標準示方書「設計編」
- 2) 日本建築学会 建築工事標準仕様書・同解説 JASS 5



① $\Delta\delta/\Delta P$ によるひび割れ発生応力の評価



②P- δ によるひび割れ発生応力の評価



③目視によるひび割れ発生応力の評価

図-2 ひび割れ発生応力と引張主鉄筋比の関係

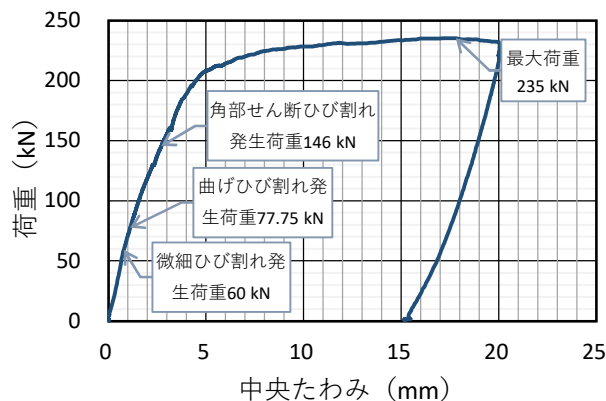


図-3 スラブ供試体の荷重-変位関係