

鋼繊維補強した粒度調整コンクリートの付着・定着に関する実験的研究

前橋工科大学 学生会員○TUVSHINJARGAL ULZIIDEGER, 正会員 舌間孝一郎, 木部凌汰

ものつくり大学 辻 正哲

太平洋プレコン工業(株) 小林征之, 河野亜沙子

着モルタルの形状は、かぶりの割裂破壊を対象とし、かぶりが一定となる円筒形とした。かぶりは円筒形モルタルの直径 (ϕ) により変化させ、定着長 (L) は円筒形モルタルの長さにより変化させた。なお、かぶり (C) と鉄筋径 (D) の関係は、 $C = (\phi - D) / 2$ に相当すると仮定した。非付着長は $2D$ とした。

載荷材齢は 14~15 日とし、すべり量の測定および載荷速度は JSCE-G503-1999 に準じた。ただし、鉄筋を通過させるために載荷板に設けた孔の直径は 40mm を基準としたが、 $\phi 50$ の場合のみ 20mm とした。

表-1 実験を行ったモルタルの強度（材齢 14~15 日）

モルタルの種類	圧縮強度 (N/mm ²)	引張強度 (N/mm ²)	曲げ強度 (N/mm ²)
MGC-FM	101.2	14.80	15.50
通常モルタル	55.6	4.81	5.05

表-2 鉄筋の物理的性質

鉄筋の種類	降伏点強度 (N/mm ²)	引張強度 (N/mm ²)	破断強度 (N/mm ²)	伸び (%)	絞り (%)
D16	360.2	524.9	495.5	24.7	63.5

表-3 計画配合表

単位量(kg/m ³)						
モルタルの種類	水	セメント	フィラー	細骨材	鋼繊維	高性能減水剤
MGC-FM	214	917	357	886	118	28.0
通常モルタル	335	742		1113		

1. はじめに

実用化している超高強度繊維補強コンクリート (UFC) は、収縮ひび割れの恐れから異形鉄筋は使用しないことを原則としている¹⁾。一方、セメント粒子よりも細かいフィラーを工夫することで、RC に適用可能な粒度調整コンクリート (MGC) が開発されている。この MGC に鋼繊維補強を適用すると、圧縮強度は 100N/mm²程度で高強度領域にしか入らないものの、ひび割れ発生強度および引張強度が UFC の範疇に入る高強度繊維補強コンクリートが得られる。こうした MGC の特徴から、UFC と同様に鋼材のかぶりを小さくできれば、合理的な鉄筋コンクリート製品の開発が可能となる。

かぶりの主目的は、耐久性能、耐火性能および鉄筋の付着・定着性能の確保である。耐久性能については、MGC の透気係数などの指標が UFC とほぼ同等であることが明らかとなっている^{2) 3)}。耐火性能は一般的な土木構造物では要求されていない。一方、高強度領域での付着強度に関しては、実験データが少なく¹⁾、未だ明らかになっていない部分が多い。

本研究では、鋼繊維補強 MGC の鉄筋コンクリートへの適用を想定し、かぶりが付着・定着に及ぼす影響を明らかにするべく実験的に検討を行った。

2. 実験概要

実験に用いたモルタルの試験材齢強度および鉄筋の物理的性質を、表-1 および表-2 に示した。実験では、鋼繊維補強 MGC (MGC-FM) の他に、比較用として圧縮強度が 55N/mm²程度の通常のモルタルも対象とした。それらの配合は表-3 に示すとおりである。

付着強度試験の概要および様子を、図-1 および写真-1 に示した。破壊パターンには、かぶりが薄い場合の鉄筋に沿った割裂破壊、かぶりが厚い場合のモルタルからの拔出しおよび鉄筋破断を想定した。定

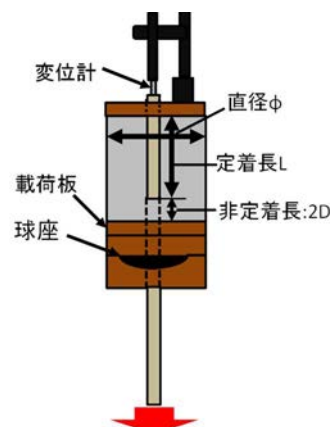


図-1 載荷試験方法の概要 写真-1 載荷試験の様子

キーワード 付着・定着、かぶり、粒度調整コンクリート、鋼繊維補強コンクリート、高強度コンクリート

連絡先 〒371-0816 群馬県前橋市上佐島町 460-1 前橋工科大学 TEL:027-265-7364 E-mail:shitama@maebashi-it.ac.jp

3. 実験結果および考察

図-2 は、モルタル別に引抜き試験で得られた最大荷重を定着長 L の鉄筋径 $D(16\text{mm})$ に対する比 (L/D) との関係で示したものである。なお、 $\phi 50\text{mm}$ では、載荷板に孔を設けているため、モルタルとの接地面積が小さく、載荷中にモルタルが圧壊したため、正確な付着強度ではなく、少なくとも耐えうる荷重として参考のために記載した。

MGC-FM では、 $\phi 100\text{mm}$ 以上では定着長が $6D$ 以上で、 $\phi 75\text{mm}$ では定着長が $12D$ 以上で鉄筋破断(図中●)した。 $\phi 50\text{mm}$ ではすべて割裂破壊(図中▲)したが、定着長が $6D$ でも鉄筋は降伏しひずみ硬化領域に至るまで破壊しなかった。

通常モルタルでは全ての供試体で割裂破壊した。 $\phi 75, 100, 125$ および 150mm では、それぞれ定着長が $15D, 15D, 12D$ および $8D$ 以上で、鉄筋が降伏し、ひずみ硬化領域に至るまで破壊しなかった。しかし、 $\phi 50\text{mm}$ では定着長が $30D$ と極端に大きくなっても、鉄筋は降伏することなかった。

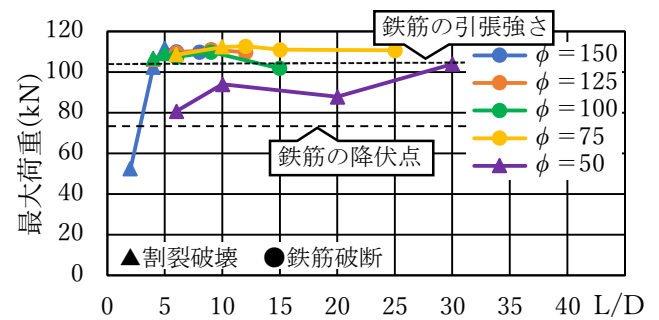
図-3 は、JSCE-G503-1999 で付着応力度を求めるときのすべり量 $0.002D$ に達したときの耐力と L/D の関係を示したものである。 $\phi 50\text{mm}$ を除くと、いずれの場合も、最大荷重の場合と異なり、 ϕ に関係なく、鉄筋のひずみ硬化領域まで、耐力は定着長にほぼ比例して上昇している。また、鉄筋が引張強度に達するまでの最大荷重と $0.002D$ 耐力との差は、MGC-FM の方が通常モルタルに比べてかなり小さくなっている。これは、すべりが生じた後に、モルタルは鉄筋の節によって押し広げられ最大荷重付近で割裂破壊するが、MGC-FM のすべり方が通常モルタルに比べて小さくなっていることを表していると考えられる。

4. まとめ

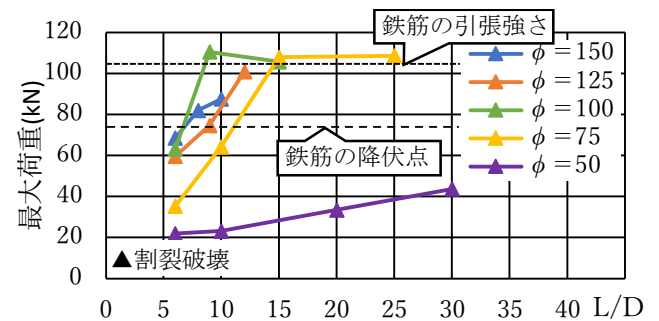
鋼繊維補強粒度調整モルタルでは、かぶりが鉄筋の直径程度あれば、定着長が $6D$ と短くても、鉄筋降伏後ひずみ硬化領域に至るまで、割裂ひび割れを生じなかった。かぶりの最小値は、鉄筋定着の観点からは、UFC と同様に補強鋼材の直径 ϕ とするのが妥当と考えられる。

参考文献

- 1) 超高強度繊維補強コンクリートの設計・施工指針(案), 土木学会, 2004.
- 2) 阿部, 舌間, 辻, 河野, 横山, 粒度調整高流動コ

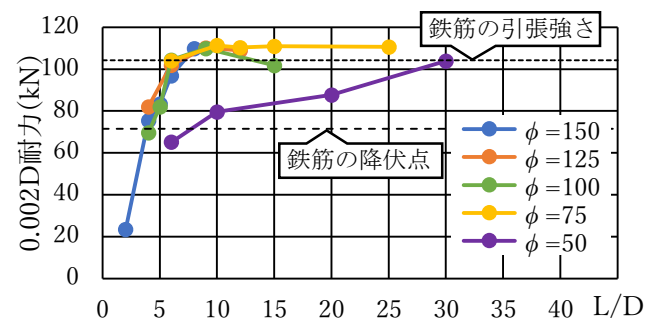


(その1) MGC-FM

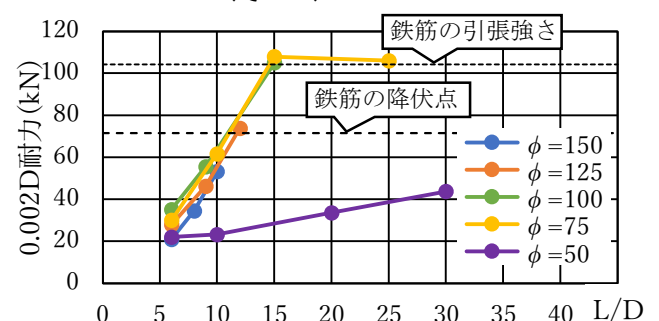


(その2) 通常モルタル

図-2 最大荷重と L/D の関係



(その1) MGC-FM



(その2) 通常モルタル

図-3 $0.002D$ 耐力と L/D の関係

ンクリートの透気係数に関する研究, 土木学会年次学術講演会 V-97, 2020

- 3) 辻, 舌間, Pham, 河野, 高流動・高耐久コンクリートを目的とした粉体から骨材までの粒度調整方法に関する実験的研究, セメント・コンクリート論文集 Vol. 71, セメント協会, PP. 494~500