

法枠の繊維補強に関する実験的研究（その1） 室内基礎試験

株式会社クラレ 正会員 ○稲田 真也 正会員 小川 敦久
岡部株式会社 正会員 徳永 直樹 正会員 斉藤 建三

1. はじめに

吹付けモルタルまたはコンクリートで構成する法枠等の法面吹付けコンクリート構造物は、吹付けの施工性によりひび割れが生じることがあり、その場合耐久性に大きな影響を及ぼすばかりでなく、モルタル片またはコンクリート片の剥離・剥落により、人や動植物に影響を及ぼすことが懸念される。また、最近、プラスチック収縮ひび割れや乾燥収縮ひび割れを抑制するために、短繊維を混入する方法が有効とされている^{1),2),3)}。そこで、法枠のひび割れ分散性や、モルタル片またはコンクリート片の剥離を抑制する効果を期待して、ビニロン短繊維吹付けモルタルによる法枠の補強に関して検討した。

本研究は、モルタルの乾燥収縮ひび割れ抑制、さらにひび割れによりモルタル片が剥離・剥落することを防止することを目的として行った法枠の繊維補強試験に関して報告するものである。

2. 実験概要

使用材料を表1に、使用した繊維諸元を表2に、モルタルの配合を表3に示す。配合は、枠への吹付けを想定して設定した。フレッシュ試験については、JIS R 5201 に準拠して測定した。

試験項目を表4に示す。圧縮強度用供試体は、100φ×200mmとした。曲げ試験供試体は、断面150mm、長さ600mmのユニット式金網型枠（一對の金網型枠をセパレータで連結したもの）に、D10鉄筋2本を上下に各1本配置（有効高さ105mm）させたものを型枠に組み込み、繊維混入モルタルを流し込み、160×160×600mmの供試体とした。これらは湿布養生で材齢28日に

て試験を実施した。なお、曲げ靱性は、支点間の1/150のタワミ量となるまで荷重を積分して計算した。また荷重により生ずるひび割れについては、曲げタワミ7mmまで載荷後の供試体の状態を確認することで判断した。

一方、乾燥収縮ひび割れ試験は米国道路局基準 AASHTO PP34-99 に準拠し実施した。試験体は、鋼製の管状型枠（高さ約15cm、内径約32cm、外径約41cm）を用い、内側拘束としてモルタルをリング状に打設し、翌日モルタルの上下面にシリコンコーティングを施し、外径側の型枠を外して作製した。このようにして試験体の外周からのみ水分が放出されるようにすることで、試験体外周に引張応力が生じ、その結果、ひび割れが発生する。試験体は20℃×RH40%気中で113日間放置し、外周に生じたひび割れ幅を

キーワード： 法枠、短繊維、繊維補強、ひび割れ、PVA、剥離

連絡先： 〒702-8601 岡山市海岸通り1-2-1 (株)クラレ岡山事業所 産資開発部 TEL:086-262-0117

表1 使用材料

材料	材料の諸元	密度(g/cm ³)
セメント	普通ポルトランドセメント	3.15
水	水道水	1.00
細骨材S1	海砂(粗粒率2.61、吸水率1.29%)	2.53
細骨材S2	砕砂(粗粒率2.88、吸水率0.48%)	2.64
繊維	表2参照	1.3

表2 繊維諸元

繊維	密度(g/cm ³)	素材	繊維径(mm)	繊維長(mm)	繊維強度(N/mm ²)
R400	1.3	PVA	0.20	18	1000
R15	1.3	PVA	0.04	8	1400

表3 配合およびフレッシュ試験結果

試験体名	混入率(vol%)	混合比率		繊維本数(10 ⁵ 本/m ³)	繊維総表面積×繊維強度(mm ² /m ³ ×N/mm ²)	S/C	W/C(%)	モルタルフロー試験結果(mm×mm)	供試体		
		R400(%)	R15(%)						圧縮	曲げ	乾燥収縮
ブレン	0	0	0	0	0			121×117	○	○	○
R15-0.1%	0.1	0	100	106	145×10 ⁹			121×119	○	○	○
R400/R15	0.3	75	25	83.6	154×10 ⁹			108×105	○	○	○
R400-0.3%	0.3	100	0	5.30	60×10 ⁹			108×108	○	○	○
R400-0.46%	0.46	100	0	8.13	93×10 ⁹			108×108	○	—	○
R400-0.6%	0.6	100	0	10.6	121×10 ⁹			107×105	○	—	○
R400-0.75%	0.75	100	0	13.3	151×10 ⁹			105×102	○	○	○

表4 試験項目

試験条件	供試体		
	圧縮強度	曲げ強度 曲げタワネス	乾燥収縮試験
(金網+鉄筋)無	○	—	○
(金網+鉄筋)有	—	○	—
準拠した試験方法	JSCE-G551-1999	JSCE-G552-1999	AASHTO PP34-99



図1 乾燥収縮ひび割れ供試体

3箇所クラックゲージで読み取り、その平均値をひび割れ幅とした。

3. 実験結果

3.1 実験条件の選定

最初に、モルタル（W/C=55%、S/C=4）へ各種ビニロン繊維を添加した際の乾燥収縮ひび割れ試験を実施した。結果を図2に示す。「繊維総表面積×強度」とひび割れ幅は良い相関を示している。短繊維のひび割れ抑制機構としては、繊維がひび割れ部分で架橋となるため、ひび割れの拡大を防ぐと考えられる。ただし、マトリクスが硬化した状態の乾燥収縮においては、繊維とマトリクスの接着が高いため、高強度の繊維の方がひび割れ抑制に効果的になると考える。

本研究では、モルタルのひび割れ抑制と剥離・剥落防止を目的に、断面径 0.20mm の太い繊維を中心に表3の試験水準を選定した。

3.2 実験結果

表5に、曲げおよび圧縮供試体の強度特性を示す。R400-0.75vol%は曲げ強度、曲げ靱性とも向上し、繊維補強効果が確認できたが、それ以外は目立った繊維補強効果はなかった。圧縮強度に関しては、繊維補強効果は不明確だった。

図3に、乾燥収縮ひび割れ試験結果を示す。R400の添加量増加に伴い、ひび割れ幅は減少した。また、R400/R15は、同一添加量の R400-0.3%に比しひび割れ幅は小さいものであった。これは表3にあるように「繊維総表面積×強度」がより高いためと思われる。

図4に、曲げタワミ 7mm 時のひび割れ状態を示す。プレーンはひび割れ進展に伴い金網との界面で剥離が生じているのに対し、R400/R15はひび割れ分散効果が高く、また剥離も生じていない。なお、図3で乾燥収縮ひび割れ抑制効果のあった R15-0.1%は、剥離が生じていた。R15は細いために繊維強度自体が低く、剥離体の自重に負けて繊維が破断あるいは抜けが生じ、剥落を誘発したものと思われる。

4. まとめ

今回の実験で得た知見は、以下のとおりである。

- ①「繊維総表面積×繊維強度」が大きいほど、ひび割れ抑制効果が高い。
- ②繊維補強によりひび割れ抑制効果が十分に期待できる。
- ③繊維高添加により法枠の曲げ補強性が向上する。

[参考文献]

- 1) A.E.Naaman, Z. Xia, J. Hikasa and T. Saito : CONTROL OF PLASTIC SHRINKAGE CRACKING OF CONCRETE WITH PVA FIBERS, Paper presented at the Infrastructure Regeneration and Rehabilitation Conference, Sheffield, UK, July, 1999
- 2) 浜田ら、コンクリート工学年次論文集, Vol.22, No.2, 2000, pp 319-324
- 3) 綾野ら、コンクリート工学年次論文集, Vol.24, No.1, 2002, pp 213-218

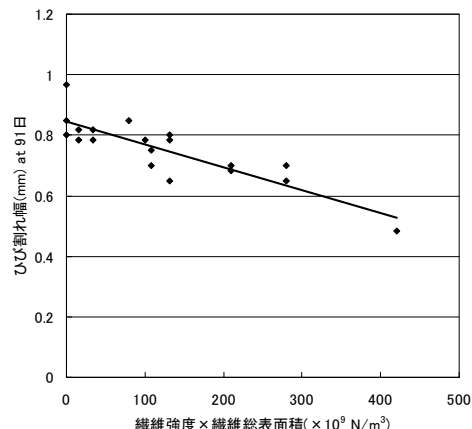


図2 乾燥収縮ひび割れ試験

表5 供試体強度特性

試験体名	混入率 (vol%)	混合比率		圧縮 強度 (N/mm ²)	曲げ物性	
		R400 (%)	R15 (%)		曲げ強度 (N/mm ²)	曲げ靱性 (N/mm ²)
プレーン	0	0	0	22.9	9.4	5.95
R15-0.1%	0.1	0	100	26.6	8.8	5.98
R400/R15	0.3	75	25	23.5	9.0	6.07
R400-0.3%	0.3	100	0	24.2	10.2	5.93
R400-0.75%	0.75	100	0	21.0	10.5	6.23

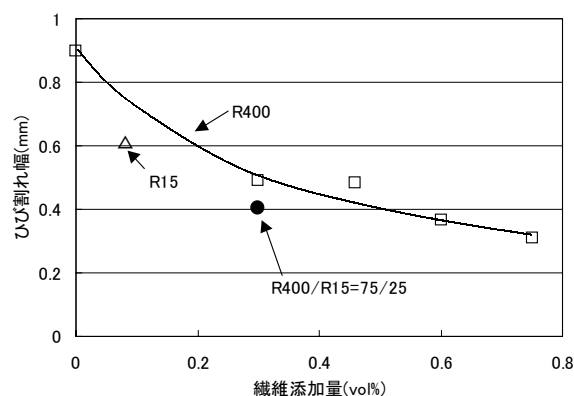


図3 乾燥収縮ひび割れ試験

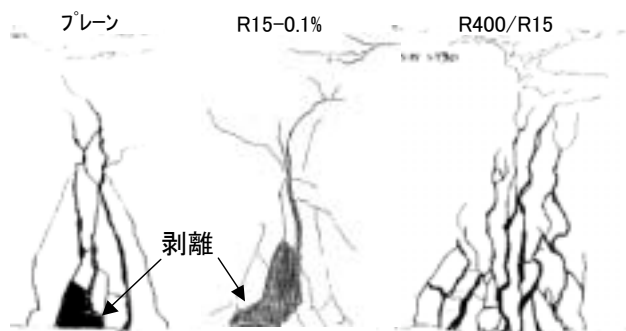


図4 ひび割れ状態