

常温硬化型超高強度繊維補強コンクリートを熱養生した場合の強度特性

宇部興産(株) 正会員 ○玉滝 浩司
宇部興産(株) 正会員 桐山 宏和
(株)大林組 正会員 平田 隆祥

宇部興産(株) 正会員 吉田浩一郎
(株)大林組 正会員 石関 嘉一
(株)大林組 正会員 佐々木一成

1. はじめに

常温養生で所定の性能を実現する超高強度繊維補強コンクリート (Ultra high strength Fiber reinforced Concrete: 以下 UFC と称す) は, レディーミクストコンクリートのように, アジテータトラックで運搬した後, 現場で施工できることが特徴である. また, 常温養生でも早期に強度発現することから, 熱養生した場合は既存の UFC よりも熱養生時間を短縮, あるいは熱養生時の最高温度を低減できる可能性がある. そこで, 本報告では, 常温硬化型超高強度繊維補強コンクリートの熱養生条件が強度特性に与える影響を調査した.

2. 実験概要

2.1 使用材料および配合条件

ベースモルタルの配合を表-1に示す. 使用材料は, 水, ポズラン質微粉末等を含むプレミックス材 (以下, プレミックス), 高強度材料に適した粒径 5mm 以下の細骨材およびポリカルボン酸系の高性能減水剤とした. 補強用繊維には, 直径 0.16mm, 長さ 13mm, 張力 2000N/mm² 以上の鋼繊維を使用した. なお, 添加率は 2vol% (外割り) とした.

練混ぜ直後のモルタルフローおよび空気量の目標値は, それぞれ 260±30mm (写真-1), 3.5%以下とした.

2.2 練混ぜ

練混ぜには, 水平二軸型強制練りミキサ (容量: 55L) を使用し, 1回の練混ぜ量は 50L とした.

プレミックスと細骨材をミキサ内に投入後, 30秒間空練りした後, 高性能減水剤および水を投入して 10分間練り混ぜた. その後, 練り上がったモルタルに鋼繊維を添加し, さらに 3分間練り混ぜて排出した.

2.3 養生条件

表-2に養生条件を示す. 熱養生条件は, 最高温度が 40, 60 および 80℃の3水準とし, 標準養生 (20℃水中) した場合の強度特性と比較した.

2.4 試験項目

表-3に試験項目を示す. 評価項目は圧縮強度, 静弾性係数, 曲げ強度, 割裂ひび割れ発生強度および疲労強度とした. 疲労試験の載荷方法を図-1に示す. スパンを 320mm として中央点載荷した. 下限応力は静的曲げ強度の 5%一定とし, 上限応力は静的曲げ強度の 40~85%

表-1 モルタル配合

W/B (%)	単位量 (kg/m ³)			
	水	プレミックス	細骨材	高性能減水剤
15.5	230※ ¹	1830	330	32

※1: 高性能減水剤中の水分も含む



写真-1 フロー試験後の状況

表-2 養生条件

No.	前置※ (h)	昇温 (°C/h)	最高温度 (°C)	保持時間 (h)	降温 (°C/h)	供試体 状態
1	8	20	40	120	20	封緘
2	8	20	60	24	20	封緘
3	8	20	80	6	20	封緘
4	標準養生 (20℃水中)					水中

※ 20℃

表-3 試験項目

試験項目	規格等	供試体サイズ
圧縮強度	JIS A 1108 を参考	φ 50 × 100mm
静弾性係数	JIS A 1149 に準拠	φ 100 × 200mm
曲げ強度	JIS A 1106 に準拠	100 × 100 × 400mm
割裂ひび割れ発生強度	UFC 指針 ¹⁾ の方法	φ 100 × 200mm
疲労強度	—	100 × 100 × 400mm

キーワード 超高強度繊維補強コンクリート, 常温養生, 熱養生, 強度特性

連絡先 〒135-0061 東京都江東区豊洲4丁目11番3号 宇部興産(株) 技術開発研究所 TEL03-5547-5356

で変化させた。なお、静的曲げ強度は各供試体載荷開始時に行った3体の曲げ試験結果の平均値を用いており、疲労試験ごとに静的曲げ強度は異なる。繰返し回数は上限を200万回(一部500万回)とした。

3. 実験結果

2.1 使用材料および配合条件

(1) 養生温度と養生時間

標準養生した常温硬化型 UFC と同等の圧縮強度 (196N/mm^2) を得るためには、最高温度 40°C で養生する場合は保持時間 120h, 60°C では 24h, 80°C では 6h の養生時間を要することがわかった。UFC 指針に示される標準熱養生は最高温度 90°C で保持時間 48h であり、これよりも最高温度は低く、保持時間は短くできることがわかる。図-2 に所定の性能を発揮するまでの積算温度と養生時の最高温度との関係を示す。養生時の最高温度が高いほど所定の性能を発揮するまでの積算温度は著しく小さくなった。これは、結合材中に含まれるポゾラン質微粉末の反応が高温になるほど活発になるためと推察される。

(2) 養生温度と硬化物性

表-4 に強度試験結果を示す。養生条件が異なる場合でも、圧縮強度が同等であれば、静弾性係数、曲げ強度および割裂ひび割れ発生強度等の強度特性も同等となることがわかった。

図-3 に疲労試験結果を示す。熱養生 (80°C -6h) した場合も標準養生 (20°C -28D) した場合と同等の疲労特性を示した。

4. まとめ

常温硬化型 UFC を最高温度および最高温度の保持時間を変えて熱養生した結果、以下の知見を得た。

- (1) 所定の圧縮強度を得るまでの養生時間は、最高温度が高くなるほど短くなり、最高温度 80°C の場合は、6 時間の保持で所定の強度に達する。
- (2) 養生条件を変えた場合でも、圧縮強度が同等であれば、曲げ強度、静弾性係数および割裂ひび割れ発生強度も同等となる。また、曲げ疲労特性も同等といえる。
- (3) 常温硬化型 UFC を熱養生する場合、一般的な UFC よりも最高温度および最高温度の保持時間を小さくできるため経済的である。

【参考文献】

- 1) コンクリートライブラリー113 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)

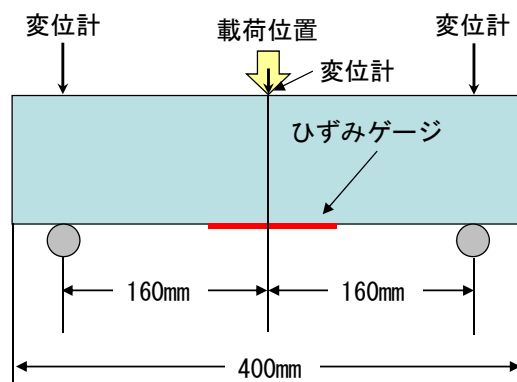


図-1 疲労試験の載荷方法

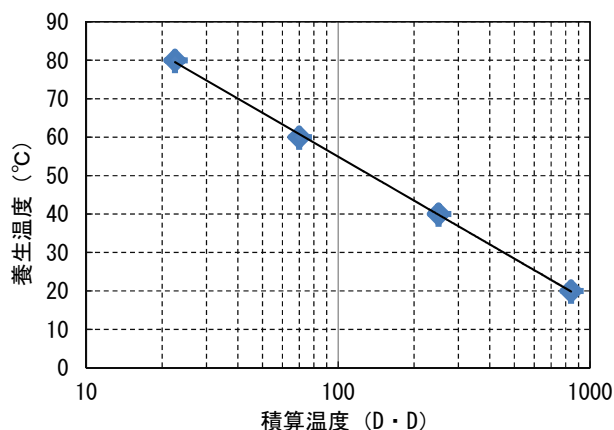


図-2 所定の性能を発揮するまでの積算温度と養生温度の関係

表-4 強度試験結果

No.	養生条件※	圧縮強度 (N/mm^2)	ヤング 係数 (kN/mm^2)	曲げ強度 (N/mm^2)	割裂ひび割れ 発生強度 (N/mm^2)
1	40°C -120h	202	46	37.3	10.3
2	60°C -24h	193	44	33.9	10.6
3	80°C -6h	194	45	34.7	10.5
4	20°C -28D	196	46	32.6	10.8

※最高温度-保持時間

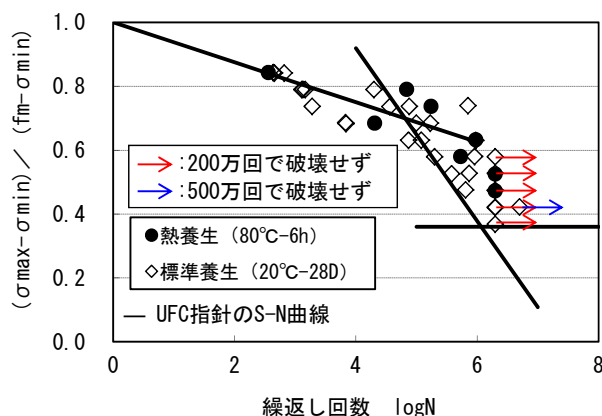


図-3 疲労試験結果