

超高強度ひずみ硬化型セメント系材料の収縮挙動に関する基礎的研究

名古屋大学

学生会員

森本 拓也, Ahmed Kamal

名古屋大学

正会員

国枝 稔, 中村 光, 上田 尚史

1. はじめに

補修材としての適用を目的に開発された超高強度ひずみ硬化型セメント系複合材料(UHP-SHCC)¹⁾は、透気係数で既存コンクリートの 1/100 程度以下と極めて緻密で、かつひび割れ幅が 10 ミクロン程度の複数ひび割れを生じる。しかし、このような超高強度モルタルは水粉体比が低いため、自己収縮によるひび割れが発生する可能性がある²⁾。

そこで本研究では、膨張材および繊維の混入が超高強度モルタルの収縮に及ぼす影響を把握するため、膨張材の有無および繊維混入率の異なる UHP-SHCC について収縮ひずみを測定し検討を行った。

2. 実験概要

本研究では、膨張材の有無および養生条件が異なる 4 水準の供試体(シリーズ 1)、繊維混入率を変化させた 4 水準の供試体(シリーズ 2)を対象として実験を行った。

実験に用いた UHP-SHCC の配合を表-1 に示す。W/B はシリーズ 1 では 0.18, シリーズ 2 では 0.22 とした。セメントは低熱ポルトランドセメント(密度 3.14g/cm³)を使用し、シリーズ 1 ではセメント質量の 20%を、シリーズ 2 では 15%をそれぞれシリカフューム(密度 2.2g/cm³)で置換した。細骨材は 7 号硅砂(密度 2.68g/cm³)を用いた。繊維は長さ 6mm の超高強度ポリエチレン(PE)繊維(直径 0.012mm, 密度 0.97g/cm³, 弾性係数 88GPa, 引張破断強度 2700MPa)を用いた。混和剤には高性能 AE 減水剤(ポリカルボン酸系)と消泡剤を使用し、シリーズ 1 については膨張材(エトリンガイト・石灰複合系)を用いた。

表-1 UHP-SHCC の示方配合

シリーズ	配合名	W/B	繊維混入率(体積比)(%)	単位量(kg/m ³)							
				水	セメント	シリカフューム	細骨材	混和剤 ^{*1}	消泡剤	膨張材	繊維
1	NA	0.18	1.0	300	1335	334	167	33.4	7.34	0	9.7
	NW			285	1247	317	156	31.7	6.97	20	9.7
	EA										
	EW										
2	F0	0.22	0.0	347	1343	237	198	31.6	6.95	0	0
	F1		0.5	347	1343	237	185	31.6	6.95	0	4.9
	F2		1.0	347	1343	237	171	31.6	6.95	0	9.7
	F3		1.5	347	1343	237	158	31.6	6.95	0	14.6

*1: 高性能 AE 減水剤(ポリカルボン酸系)

収縮ひずみ測定には 100×100×400mm の角柱供試体を用い、各水準につき 2 体ずつの供試体を作製した。供試体は打設後 24 時間で脱型を行い、室温 20℃の恒温室にて、シリーズ 1 については水中(NW, EW)および気中(NA, EA)養生を、シリーズ 2 については水中養生を行った。また供試体には収縮ひずみ測定のためエポキシ樹脂により真鍮プラグを取付けた。真鍮プラグ

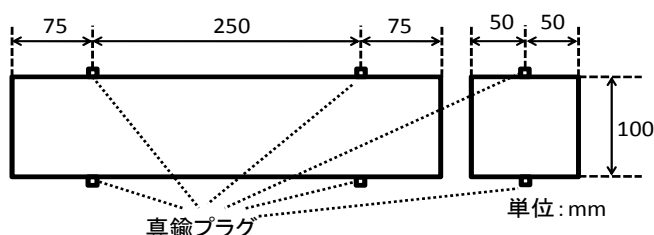


図-1 プラグ貼付位置

は打設面とその裏面を除く 2 面にそれぞれ 1 対取付けた。プラグ貼付位置を図-1 に示す。シリーズ 1, 2 とともにひずみ検長区間は 250mm とし, コンタクトゲージ(フーゲンベルガー製)により 1/1000mm まで計測した。

3. 実験結果および考察

3.1 養生条件および膨張材の影響

シリーズ 1 における各供試体の収縮ひずみの経時変化を図-2 に示す。水中養生を行った供試体(NW, EW)は養生開始直後に膨張がみられた。これは、水中養生による膨潤が影響していると推察される。気中養生を行った供試体(NA, EA)は、自己収縮のほか乾燥収縮の影響を受けるため収縮ひずみが水中養生よりも大きくなっている。膨張材を混入した供試体は、しなかった供試体よりも材齢 33 日において水中、気中条件ともに 200μ 程度の収縮抑制効果が見られた。膨張材の収縮抑制効果は気中、水中に関わらず、同程度得られるものと推察される。

3.2 繊維混入率の影響

シリーズ 2 における各供試体の収縮ひずみの経時変化を図-3 に示す。いずれの配合も水中養生のため、シリーズ 1 と同様、初期に膨張した後収縮が始まるが、繊維混入率 0.0% と 0.5% では収縮ひずみの違いはあまり見られない。一方、繊維混入率 1.0%, 1.5% の場合は、0.0%, 0.5% に比べ収縮ひずみが材齢 28 日においていずれも 100μ ほど低減していることが分かる。これは繊維の拘束力による収縮低減効果と推察される。

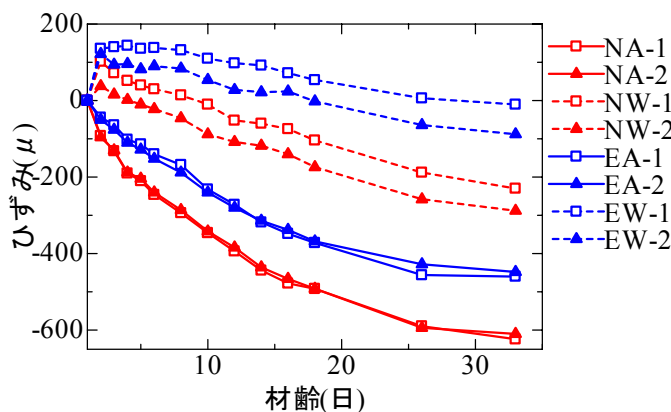


図-2 膨張材の混入と養生条件が収縮ひずみに与える影響

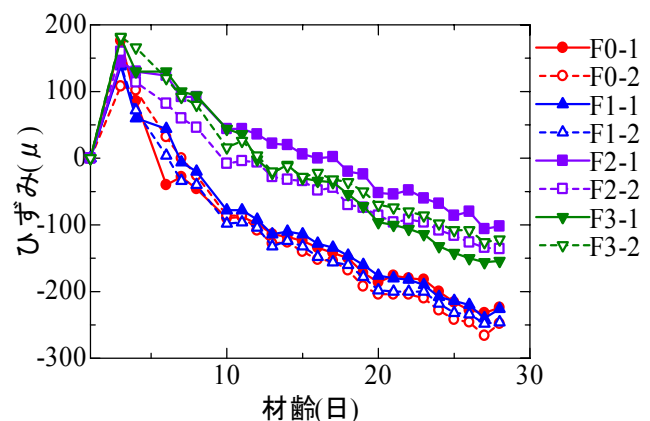


図-3 モルタルの収縮に及ぼす繊維混入率の影響

4. 結論

本実験により以下の結論を得た。

- 1) 超高強度ひずみ硬化型セメント系複合材料に膨張材を混入することで、大きく収縮ひずみの低減を図ることができた。
- 2) 膨張材の収縮抑制効果は気中、水中に関わらず、同程度であった。
- 3) PE 繊維の混入は超高強度モルタルの収縮を抑制する効果を持つことが分かった。しかし、ある一定量以上の繊維をモルタルに混入しないとその効果は得られないと推察される。

参考文献

- 1) 国枝稔, Ahmed Kamal, 中村光, Eugen Brühwiler: 超高強度ひずみ硬化型セメント系材料の開発, コンクリート工学年次論文集, Vol.29, No1, pp.315-320, 2007
- 2) 日本コンクリート工学協会: 自己収縮研究委員会報告書, pp.7-25, 1996