

超高強度ひずみ硬化型セメント系複合材料を制振パネルに用いた制振システムに関する実験的研究(その3 : UHP-SHCCの調合および制振パネルの形状に関する実験概要)

準会員 ○ 三戸 友輔*1 正会員 犬飼 利嗣*3
正会員 栗本 祥平*2 同 服部 宏己*4

制振パネル UHP-SHCC 制振システム せん断耐力試験 ポリエチレン繊維 振動試験

1. はじめに

筆者らは、国枝ら¹⁾が開発した超高強度ひずみ硬化型セメント系複合材料(以下、UHP-SHCC)の力学的特性に着目し、それを藤田²⁾が開発した制振システム(図-1参照)の制振パネルに適用する研究を進めてきた^{3,4)}。その結果、UHP-SHCCの制振パネルは、藤田が検討した制振パネル、すなわち、有孔鋼板と比較して同等以上のエネルギー吸収能を有することを明らかにした。しかし、その一方で、より最適な制振システムとするには、UHP-SHCCの調合や制振パネルの形状など、さらに詳細な検討が必要であることも報告している。

本研究では、より効果的な制振システムを構築するために、UHP-SHCCの調合、すなわち、ポリエチレン繊維の繊維長と混入量、および制振パネルの形状が、せん断耐力および復元力特性に及ぼす影響について検討した。本報(その3)では、UHP-SHCCの調合および制振パネルの形状に関する実験概要について報告する。

2. 実験概要

2.1 UHP-SHCCの調合が引張応力およびひずみ硬化特性に及ぼす影響(実験1)

(1) 実験要因およびUHP-SHCCの計画調合

表-1に実験要因を、表-2および表-3に、UHP-SHCCの使用材料および計画調合を示す。

(2) UHP-SHCCの一軸引張強度試験方法

一軸引張強度試験は、土木学会の「複数微細ひび割れ型繊維補強モルタルの評価と利用」に示される参考資料³⁾に準じて行った。引張応力とひずみの関係から、ポリエチレン繊維の繊維長および混入量が、UHP-SHCCの引張応力およびひずみ硬化特性に及ぼす影響について検討した。

2.2 制振パネルのせん断耐力試験(実験2)

(1) 実験要因

実験要因は、表-4および図-1(c)、(d)に示すようにUHP-SHCCの制振パネルの形状とし、それぞれ、せん断面の面積は同一(1800mm²)とした。また、UHP-SHCCの調合は、

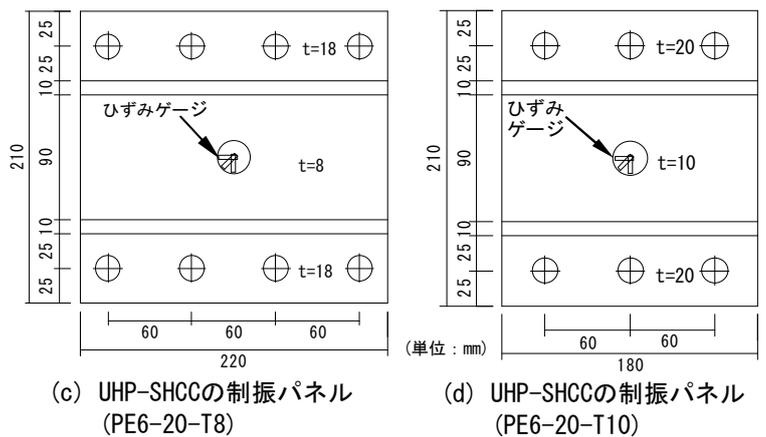
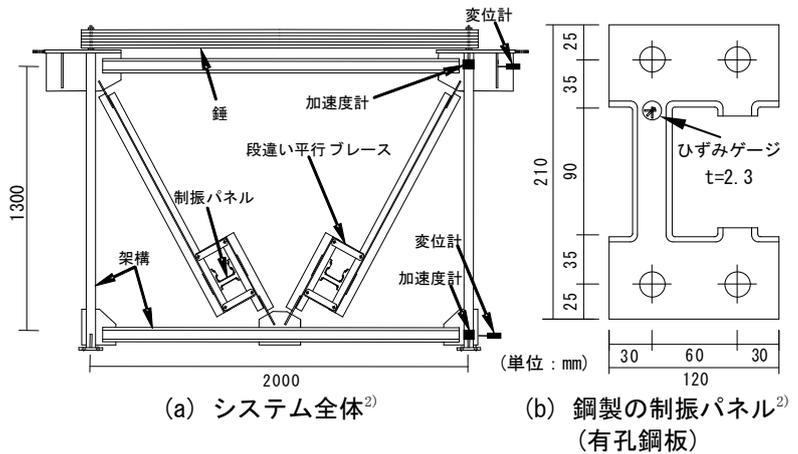


図-1 制振システム

表-1 実験要因(実験1)

繊維長(mm)	混入量(%)	調合の記号
6, 9, 12	0.5	PE6, PE9, PE12-05
	1.0	PE6, PE9, PE12-10
	1.5	PE6, PE9, PE12-15
6	2.0	PE6-20

実験1の結果(その4, 2.1節参照)から、ポリエチレン繊維の繊維長6mm、混入量2%のPE6-20とした。

(2) 制振パネルのせん断耐力試験方法

図-2に、制振パネルのせん断耐力試験装置を示す。図に示すように、制振パネル[図-1(b)~(d)参照]を試験装置に設置し、オイルジャッキにより水平荷重を正負交番に繰り返して載荷した。荷重および変位は、それぞれ、ロードセルと変位計により測定した。また、制振パネルの

表-2 UHP-SHCCの使用材料

記号	材料名	種類	主な物性
C	セメント	普通ポルトランドセメント	密度:3.16g/cm ³
S	細骨材	7号珪砂	粒径:0.5mm以下, 密度:2.68g/cm ³
SF	混和材	シリカフューム	密度:2.2g/cm ³ , 比表面積:120000cm ² /g
SP	混和剤	高性能AE減水剤	ポリカルボン酸系, 密度:1.10g/cm ³
AF	混和剤	消泡剤	-
PE	繊維	高強度ポリエチレン	直径:0.012mm, 密度:0.97g/cm ³ 弾性係数:88GPa, 引張破断強度:2700MPa
W	水	上水道水	-

表-3 UHP-SHCCの計画調査

W/B (%)	S/B	Air (%)	PE (%)	kg/m ³						
				C	W	S	SF	SP	AF (g)	PE
22	0.1	4	0.5	1333	352	160	267	32.0	64.0	5
			1.0	1326	350	159	265	31.8	63.6	10
			1.5	1319	348	158	264	31.7	63.4	15
			2.0	1312	346	157	263	31.6	63.1	20

表-4 実験要因(実験2)

繊維長(mm)	混入量(%)	パネル厚(mm)	制振パネルの形状
6	2.0	8	PE6-20-T8
		10	PE6-20-T10

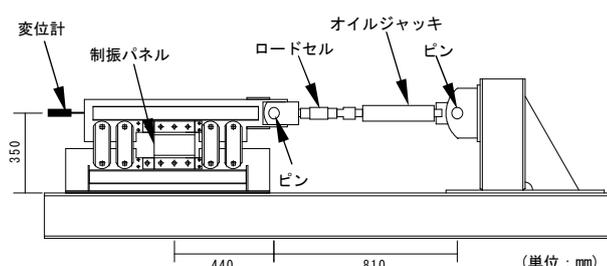


図-2 制振パネルのせん断耐力試験装置(実験2)

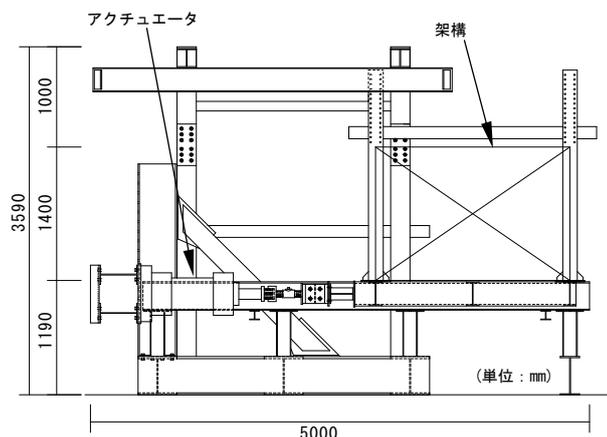


図-3 制振システムの振動試験装置(実験3)

ひずみは、中央部に取り付けたひずみゲージ[図-1(b)～(d)参照]により測定した。載荷方法は、制振パネルが弾性域の範囲では荷重制御とし、荷重を0.5kNずつ増加し繰り返して載荷した。それ以降は変位制御とし、変位を0.5mmずつ増大し繰り返して載荷した。荷重と変位の関係から、制振パネルのせん断耐力および復元力特性を比較

検討した。

2.3 制振システムの振動試験(実験3)

(1) UHP-SHCCの制振パネルの形状

UHP-SHCCの制振パネルの形状は、実験2の結果(その4, 2.2節参照)からPE6-20-T10とした。

(2) 制振システムの振動試験方法

図-3に、制振システムの振動試験装置を示す。制振システムに与える振動は、最大推力1000kN, 最大ストローク300mmのアクチュエータを用いた水平一方向の正弦波振動とした。加速度計と変位計[図-1(a)参照]により、架構の柱頭および柱脚の加速度と変位を測定した。

振動試験では、制振パネルの弾性域の範囲における共鳴振動数を求め、その後、振幅のみを増大し制振パネルの塑性変形による加速度応答倍率の低減効果を検討した。なお、共鳴振動数を求めるにあたっては、振幅を一定の条件とした入力振動数制御とし、加速度応答倍率と入力振動数の関係から共鳴振動数を求めた。ここで、振動数は1Hzずつ、加速度応答倍率の変化が著しい範囲では0.1Hzずつ増加して制御した。

3. まとめ

本報(その3)では、UHP-SHCCの調査および制振パネルの形状に関する実験概要について報告した。実験結果および考察については、(その4)で報告する。

【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, No.1, pp.315-320, 2007
- 2) 藤田悠貴: 住宅における効率的な制振システムの開発(有孔鋼板を持つ段違い平行ブレースを有するフレームの動的挙動に関する研究), 岐阜工業高等専門学校専攻科建設工学専攻特別研究論文, 2010.3
- 3) 中村 光, 栗本祥平, 犬飼利嗣, 土井康生: 超高強度ひずみ硬化型セメント系複合材料を制振パネルに用いた制振システムに関する実験的研究(その1: 制振パネルおよび制振システムの性能に関する実験概要), 日本建築学会大会(関東)学術講演梗概集, B-2, pp.777-778, 2011.8
- 4) 栗本祥平, 中村 光, 犬飼利嗣, 土井康生: 超高強度ひずみ硬化型セメント系複合材料を制振パネルに用いた制振システムに関する実験的研究(その2: 制振パネルおよび制振システムの性能に関する実験結果および考察), 日本建築学会大会(関東)学術講演梗概集, B-2, pp.779-780, 2011.8
- 5) 複数微細ひび割れ型繊維補強モルタルの評価と利用研究小委員会: 複数微細ひび割れ型繊維補強モルタルの評価と利用, 土木学会, 付2 1-6, 2004.7

*1 株式会社浅沼組名古屋支店

*2 高砂熟学工業株式会社東日本事業本部東京本店

*3 岐阜工業高等専門学校建築学科 教授・博士(工学)

*4 岐阜市立女子短期大学生活デザイン学科 准教授・博士(工学)

*1 Nagoya Branch, ASANUMA CORPORATION

*2 Tokyo Main Office, Takasago Thermal Engineering Co., Ltd.

*3 Prof., Dept. of Arch., Gifu National College of Technology, Dr. Eng.

*4 Assoc. Prof., Dept. of Design for Contemp. Life, Gifu City Women's College, Dr. Eng.