

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)

正会員 ○ 中村 光^{*1} 正会員 犬飼 利嗣^{*3}
 準会員 栗本 祥平^{*2} 同 土井 康生^{*4}

制振パネル UHP-SHCC
 制振システム せん断耐力試験
 ブレース 振動試験

1. はじめに

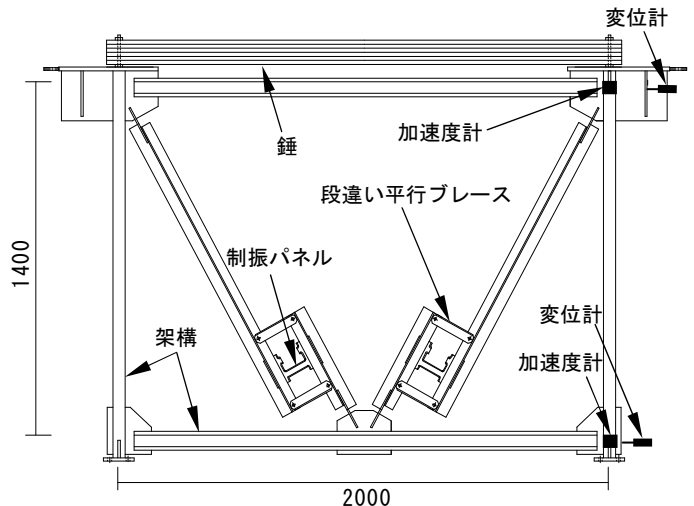
近年、東海、東南海、南海地震など、海溝型の巨大地震発生への切迫感が高まる中、地震発生時における建物の構造安全性が一層求められている。地震に対する構造は、耐震、免震、制振の3つに分類され、建物の構造形式にあった耐震構造がなされている。そのうち、制振構造は、地震時に建物に生じるエネルギーをダンパーで吸収する構造で、機械的にエネルギーを吸収するアクティブ制振と材料特性を活用したパッシブ制振に分類されている。

藤田¹⁾は、住宅などの小規模建築物に適用可能なパッシブ制振に着目した研究から、鉄骨のフレーム内に、鋼製の制振パネル[有効鋼板(図-1(b)参照)]を有する段違い平行ブレース(図-1(a)参照)を設けることで、地震時に建物に生じるエネルギーを吸収することができるとしている。一方、セメント・コンクリートの分野でも、ひずみ硬化型セメント系複合材料が開発され、その力学的特性に着目した耐震構造への適用がなされている²⁾。

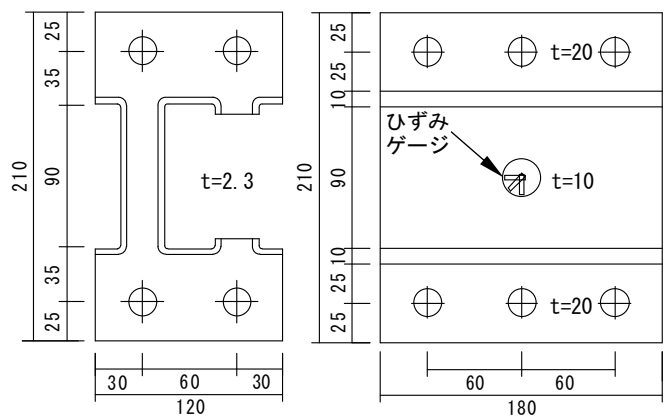
本研究では、国枝ら³⁾が開発した超高強度ひずみ硬化型セメント系複合材料(以下、UHP-SHCC)の力学的性質に着目し、それを制振パネルに用いた制振システムに関する実験的研究を試みた。すなわち、藤田¹⁾が検討した段違い平行ブレース(以下、単に制振ブレースという)にUHP-SHCCの制振パネルを適用し、制振システムの性能に関する実験を試みた。本報(その1)では、制振パネルおよび制振システムの性能に関する実験概要について報告する。

2. 制振システムの概要

図-1に、制振システムを示す。藤田¹⁾が検討した制振システムは、(a)に示すように、鉄骨のフレーム内に制振ブレースを設け、(b)に示した制振パネルの塑性変形により、増複する架構の層間変形角(段違い部分のせん断変形角)、すなわち、地震時に建物に生じるエネルギーを吸収する機構となっている。



(a) システム全体¹⁾ (単位: mm)



(b) 鋼製の制振パネル¹⁾ (c) UHP-SHCCの制振パネル

図-1 制振システム

表-1 使用材料³⁾

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	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: 200000cm 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	-

Experimental Study on Vibration Control System Which Used UHP-SHCC for Shear Panel

(Part 1: Outline of Experiment on Performance of Shear Panel and Vibration Control System)

NAKAMURA Hikaru, KURIMOTO Shohei, INUKAI Toshitsugu and DOI Yasuo

表-2 UHP-SHCCの計画調合³⁾

W/B (%)	S/B	Air (%)	PE (%)	kg/m ³						
				C	W	S	SF	SP	AF (g)	PE
22	0.1	4	1.5	1319	348	158	264	31.7	63.4	15

表-3 UHP-SHCCの強度特性³⁾

圧縮 (MPa)	弾性係数 (GPa)	曲げ (MPa)	引張 (MPa)
83	25.3	12.9	4.35

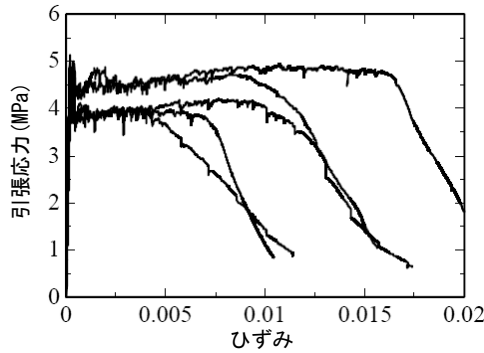


図-2 UHP-SHCCの引張応力とひずみの関係³⁾

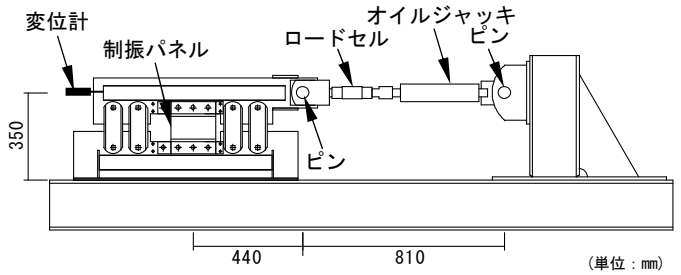


図-3 せん断耐力試験装置

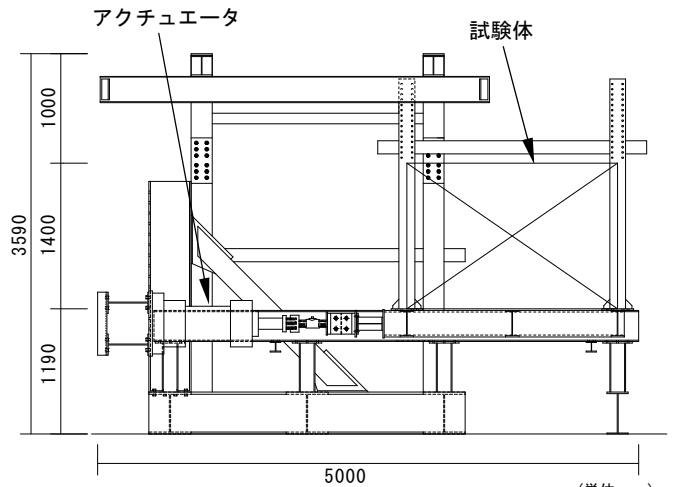


図-4 振動試験装置

3. 実験概要

3.1 制振パネルの性能に関する実験

(1) UHP-SHCCの特性

国枝ら³⁾が開発したUHP-SHCCの使用材料を表-1に、計画調合を表-2に示す。また、力学的特性として、表-3に強度特性を、図-2に引張応力とひずみの関係を示す。

(2) 制振パネルのせん断耐力試験

図-3に、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), (c)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、制振パネルのひずみは、中央部に取り付けたひずみゲージ(図-1(c)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。荷重および変位の関係から、制振パネルのせん断耐力および復元力特性を検証した。

3.2 制振システムの性能に関する実験

制振システムの性能は、振動試験により検証した。図-4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、制振パネルが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証した。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、振動数を1Hzずつ、加速度応答倍率の変化が大きい範囲では0.1Hzずつ増加して制御した。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。

4. まとめ

本報(その1)では、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について報告した。実験結果および考察については、(その2)で報告する。

【参考文献】

- 1) 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
- 2) 日本コンクリート工学協会：高靱性セメント複合材料の性能評価と構造利用研究委員会報告書(II), pp.105-124, 2004.5
- 3) 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

*1 名古屋市立大学大学院芸術工学研究科建築都市領域 大学院生

*2 岐阜工業高等専門学校専攻科建設工学専攻 専攻科生

*3 岐阜工業高等専門学校建築学科 教授・博士(工学)

*4 岐阜工業高等専門学校 名誉教授・工修

*1 Graduate Student, Graduate School of Design and Architecture, Nagoya City Univ.

*2 Advanced Course Student, Advanced Course of Architecture, Gifu National College of Technology

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

*4 Emeritus Prof., Gifu National College of Technology, M. Eng.