

HFRCCエネルギー吸収部材の動的加振実験

Dynamic Loading Tests of Energy Absorption Device using HFRCC

石原誠一郎* 森 浩二*²

要 旨

高靱性セメント系複合材料を用いたエネルギー吸収部材について、建築物が比較的頻繁に受ける強風や小地震の作用による繰返し荷重に対する挙動を確認する目的で、HFRCCエネルギー吸収部材の動的加振実験を行った。その結果、HFRCCエネルギー吸収部材を部材角1/100rad程度まで動的加振した場合のエネルギー吸収性能は、静的加振した場合に比べ、大きく低下しないことが確認できた。

キーワード：高靱性セメント系複合材料／エネルギー吸収部材／動的加振／繊維補強

1. はじめに

筆者らは、高靱性セメント系複合材料の一つであるハイブリッド型繊維補強セメント系複合材料（以下、HFRCCと記す）を、エネルギー吸収部材等の構造部材用途に適用するための研究を行ってきた。¹⁾²⁾

本研究では、建築物が比較的頻繁に受ける強風や小地震の作用による繰返し荷重に対する挙動を確認する目的で、HFRCCエネルギー吸収部材を動的加振した実験の結果について述べる。さらに静的な加振と動的な加振でエネルギー吸収部材の挙動にどのような違いがあるかを調査した。

2. 実験概要

2.1 試験体

試験体の諸元を表－1に、試験体の形状と配筋を図－1に示す。試験体は曲げモーメント分布に応じて断面形状を変化させた2体のエネルギー吸収部材とスタブで構成されている。各部材には変化した断面に沿うようにX形筋D10および平行筋D10を各1対配した。部材にはせん断補強筋としてφ3.9mmの鋼線を図－1のA～Dに示すような方法で@40～45mmに配した。なお、X形筋には、図－1に示す位置でゲージを貼り付け、ひずみを計測した。

HFRCCの調査を表－2に、使用繊維の物性を表－3

表－1 試験体諸元

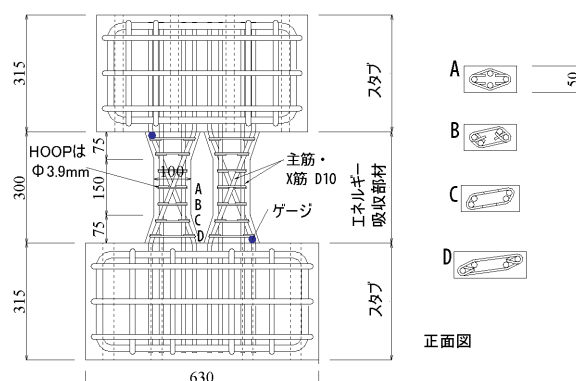
エネルギー吸収部材		HFRCC		主 筋		せん断補強筋		
スタブ界面	中央部	圧縮強度 (N/mm ²)	静弾性係数 (×10 ⁴ N/mm ²)	配 筋	降伏強度 (N/mm ²)	径 (mm)	間 隔 (mm)	降伏強度 (N/mm ²)
				X形・平行筋 各2-D10				
150×50	100×50	79.6	2.04		370	φ 3.9	40～45	168

表－2 HFRCCの調査

水粉体比 (%)	砂粉体比 (%)	繊維混入率 (vol%)	
		SC	PE
45	40	1.0	1.0

表－3 使用繊維の物性

種 類	記号	繊維長 (mm)	繊維径 (μm)	引張強度 (N/mm ²)
スチールコード	SC	32	415	2650
ポリエチレン	PE	6	12	2770



図－1 試験体の形状および配筋

*技術研究所建築研究グループ

*²技術研究所構造研究グループ

にそれぞれ示す。HFRCCの使用材料は、スチールコード（SC）、ポリエチレン繊維（PE）、シリカフュームセメント、珪砂である。

エネルギー吸収部材とスタブにはHFRCCを同時に打設した。

2.2 実験方法

実験に用いた動的加振装置を図-2に示す。試験体は十分に剛な鉄骨製の梁に固定され、水平に加振できるように装置の鉛直材は材端をピン接合としている。水平加力には動的加振時の最大出力200 kNの油圧アクチュエータを使用した。本装置の機構から水平変位の増大に伴い、鉛直方向に変位を生じ、鉛直方向に軸力が加わる。そのため、ピン接合した鉄骨柱のひずみを計測した。

加振の方法を表-4に示す。強風や小地震によりエネルギー吸収部材に生じる部材角として1/1000、1/200、1/100radを想定した。各部材角で、まず静的载荷に近い0.008~0.004Hzで1サイクル加振した後、1Hzで100サイクル動的に加振した。

3. 実験結果

1 STEP~6 STEPの荷重と部材角の関係を、図-3に示す。なお5と6 STEPは同一のグラフで比較した。

1 STEPでは所定部材角1/1000radとして、0.008Hzで1サイクル加振し、2 STEPでは1Hzで100サイクル加振した。1、2 STEPと同じ目標振幅で加振したが、1 STEPよりも2 STEPの部材角が少し低下した。これは、アクチュエータの性能によるものと考えられる。

荷重と部材角の関係をみると、2 STEPでは1 STEPにくらべ、部材角の低下にともない荷重の低下が見られた。

試験体のX形筋に生じたひずみは1 STEPおよび2 STEPとも最大で300~500 μ 程度であった。なお、試験体にひび割れは観察されなかった。

3 STEPでは所定部材角1/200radとして、0.008Hzで1サイクル加振し、4 STEPでは1Hzで100サイクル加振した。1、2 STEPと同様に、3 STEPよりも4 STEPの部材角が少し低下した。

荷重と部材角の関係をみると、4 STEPでは3 STEPにくらべ、部材角の低下にともない荷重の低下が見られた。3 STEPおよび4 STEP時に試験体のX形筋に生じたひずみは、2つのエネルギー吸収部材のうち片側のX形筋が降伏し、もう一方の部材のX形筋も降伏する直前であった。

3 STEP終了時に試験体に生じたひび割れを図-4(a)に示す。エネルギー吸収部材のハンチ部分にひび割れが発生した。4 STEP時には、サイクル数の増加にともな

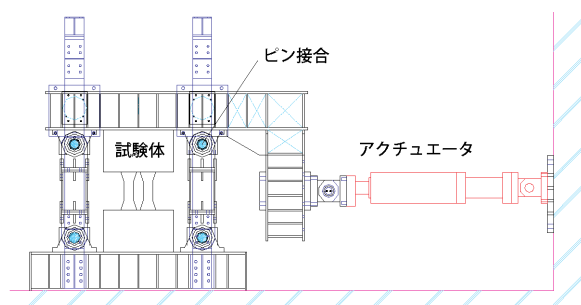


図-2 動的加振装置

表-4 加振方法

	部材角 (rad)	変位 (mm)	振動数 (Hz)	载荷時間 (sec)	サイクル 数 (回)
1 STEP	1/1000	±0.3	0.008	125	1
2 STEP	1/1000	±0.3	1	100	100
3 STEP	1/200	±1.5	0.008	125	1
4 STEP	1/200	±1.5	1	100	100
5 STEP	1/100	±3.0	0.004	250	1
6 STEP	1/100	±3.0	1	100	100

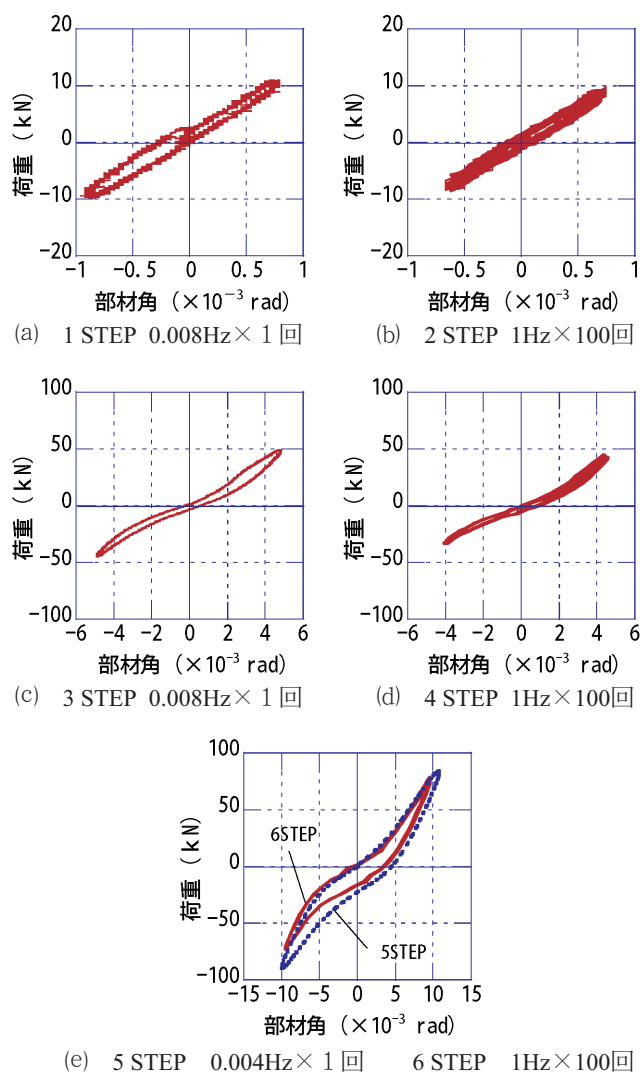


図-3 荷重と部材角の関係

いハンチ部のひび割れの進展が見られた。

5 STEPでは所定部材角 $1/100\text{rad}$ として、 0.004Hz で1 サイクル加振し、6 STEPでは 1Hz で100サイクル加振した。他のSTEPと同様に5 STEPよりも6 STEPの部材角が少し低下した。

荷重と部材角の関係（図- 3 (e)参照）をみると、6 STEPは5 STEPにくらべ、アクチュエータの機構上の原因により部材角が少し小さくなった影響で荷重も低下した。

5 STEPの等価粘性減衰定数は 0.084 で、6 STEPの100サイクル目の等価粘性減衰定数は 0.066 であった。6 STEPの100サイクル目の等価粘性減衰定数は5 STEPの約80%を保持していた。さらに、6 STEPのみを見ると100サイクルの繰返しによる荷重の大きな低下は見られず、エネルギー吸収能力も概ね一定であった。

5 STEPおよび6 STEPではX形筋はいずれも降伏した。なお、6 STEPで加振装置の機構上から試験体に加わった圧縮軸力は軸力比で最大 0.1 程度であった。

5 STEP終了時の試験体のひび割れを図- 4 (b)に示す。6 STEPには、各サイクルで振幅の増大にともない5 STEPに生じたひび割れの幅が開き、振幅の減少にともないひび割れが閉じる現象が見られた。

4. まとめ

HFRCCエネルギー吸収部材の動的な加振実験を行った。その結果、動的加振した場合のエネルギー吸収性能は、部材角 $1/100\text{rad}$ 程度まで、静的加振に比べ大きく低下しないことが確認できた。

今後は、 $1/100\text{rad}$ 以上の部材角において、動的加振と静的加振でHFRCCエネルギー吸収部材の挙動にどのような相違があるかを検討していく予定である。

[謝辞]

本研究に際し、御指導いただいた東北大学大学院工学研究科 金子佳生准教授（Ph.D.）に謝意を表します。

[参考文献]

- 1) 石原誠一郎、三橋博三、金子佳生、和地正彦、立松和彦、森 浩二：ハイブリッド型繊維補強セメント系複合材料を用いたエネルギー吸収部材の構造実験、日本建築学会大会学術講演梗概集、C-2、構造IV、pp.587-588、2003.9
- 2) 石原誠一郎、金子佳生、三橋博三、森 浩二：補修により再利用可能なHFRCCエネルギー吸収部材の性状について、コンクリート工学年次論文集、Vol.

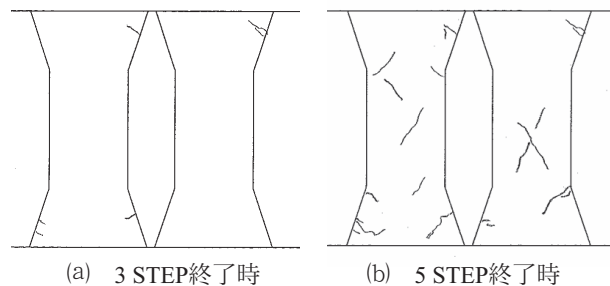


図-4 試験体のひび割れ状況

29、No.3、pp.1399-1404、2007.7

