

論文 / 著書情報
Article / Book Information

論題(和文)	長周期地震動を受ける座屈補剛十字ブレースダンパーの性能評価（その2）動的載荷実験
Title	
著者(和文)	加村久哉, 石井匠, 植木卓也, 山路宗忠, 北村春幸, 佐藤大樹
Authors	Takuya Ueki, Haruyuki Kitamura, daiki sato
出典 / Citation	日本建築学会大会学術講演梗概集, Vol. C-1, No. , pp. 947-948
Citation(English)	, Vol. C-1, No. , pp. 947-948
発行日 / Pub. date	2010, 9
rights	日本建築学会
rights	本文データは学協会の許諾に基づきCiNiiから複製したものである
relation	isVersionOf: http://ci.nii.ac.jp/naid/110008110269

長周期地震動を受ける座屈補剛十字ブレースダンパーの性能評価 (その2: 動的載荷試験)

長周期地震動 座屈補剛ブレース 低降伏点鋼
履歴特性 エネルギー吸収性能

正会員 ○加村 久哉*¹ 同 石井 匠*¹
同 植木 卓也*¹ 同 山路 宗忠*²
同 北村 春幸*³ 同 佐藤 大樹*³

1. はじめに

本報では、前報その1*¹で実施した超高層建物の長周期地震動解析により得られた応答変形を用いて、縮小試験体による地震動入力実験を行い、座屈補剛ブレースの実エネルギー吸収性能を確認した。

2. 実験概要

今回実験に用いた座屈補剛十字ブレースダンパーは、低降伏点鋼を用いた十字型の軸力材を補剛管の対角線上に配置してなる高性能型制振ダンパーである。試験体は表1および図1に示すように、解析モデルの約1/2の縮小モデルであり、性能に影響を与える軸力材の幅厚比や補剛管の径厚比、軸力材と補剛管のクリアランスなどが解析とほぼ同等になるように設定している。軸力材に用いた低降伏点鋼 LY225 の素材試験結果を表2に示す。

載荷は、図2に示すフレーム型治具に対して45度方向に試験体を高力ボルト接合で取り付け、150T アクチュエータにて水平変位を負荷するものとした。

入力波形は、解析を実施した OSA NS 波と WOS EW 波の2波で、いずれも最適ダンパー量₀α_{y1}=0.02 に対して層間変形角が最も大きい7階部分の水平変位応答波形を

用いた。実際には解析と実験のフレーム形状が異なるため、ダンパー塑性化部の歪量が等しくなるように、(式1)を用いて変換した水平変位にて制御している。

$$\delta = \frac{e L_d}{c L_d} \cdot \frac{c L \cdot \sqrt{e L^2 + e H^2}}{e L \cdot \sqrt{c L^2 + c H^2}} \cdot \delta \quad \dots (式1)$$

ここに、

δ: 水平変位, L_d: ブレース軸力材長さ

L: フレーム水平スパン, H: フレーム鉛直高さ

※添え字のcは解析モデル, eは実験装置を示す

計測は、アクチュエータによる水平方向荷重、試験体上下の変位計による軸方向変位、歪ゲージによる軸力材塑性化部の歪量について行った。

3. 実験結果

図3に①解析によるダンパー部歪波形、②試験体塑性化部の歪ゲージにより測定した歪波形、および③変位計の計測値から弾性変形分の計算値を引いて求めた歪波形の比較(WOS EW 波の例)を示す。いずれの波形もほぼ同等の履歴を示していることから、(式1)で変換した水

表1. 試験パラメータ

	軸力材								補剛管					
	鋼種	幅 B(mm)	板厚 t _b (mm)	リブ幅 h(mm)	幅厚比 B/t	リブ幅厚比 h/t _b	断面積 A(cm ²)	短期許容 軸力 N _y (kN)	鋼種	径 D(mm)	板厚 t _c (mm)	径厚比 D/t _c	クリアランス Δ(mm)	クリアランス比 t _b /Δ
解析モデル	LY225	276.0	32.0	63.0	8.6	2.0	128.6	2637	SM490A	260.0	19.0	13.7	1.28	25.0
試験体(OSA_NS波)	LY225	144.4	16.3	32.6	8.9	2.0	34.1	713	SM490A	141.3	12.1	11.7	0.76	21.4
試験体(WOS_EW波)	LY225	144.5	16.2	32.4	8.9	2.0	33.9	710	SM490A	141.0	12.1	11.7	0.57	28.6

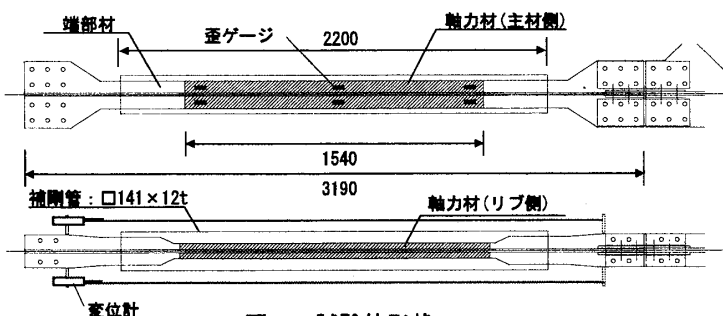


図1. 試験体形状

表2. 素材試験結果

鋼種	板厚 (mm)	降伏耐力 (N/mm ²)	引張強さ (N/mm ²)	降伏比 (%)	破断伸び (%)
LY225	16	209.3	316.4	66.2	59.6

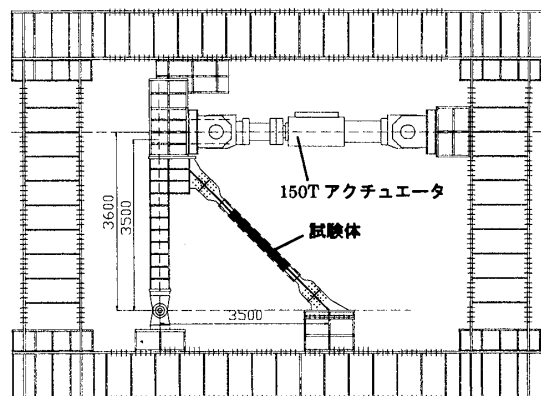


図2. 載荷装置

Verification for Capacity Cross-shaped Brace Danpar that
Receives long-period ground motion
Part.2 Dynamic Loading Tests

KAMURA Hisaya, ISHII Takumi, UEKI Takuya
YAMAJI Munetada, KITAMURA Haruyuki, SATO Daiki

平方向制御変位により、解析を的確に再現出来ている。

OSA NS 波および WOS EW 波に対する塑性化部軸方向の応力-歪関係を図 4 に示す。大振幅（±約 1.0%）後の履歴も安定した紡錘形を示している。1 回目の加力終了後、特に耐力低下も見られなかったため、続けて同じ波形を繰り返し入力した。表 2 に示すように、10 回繰り返した時点で、最大応力（最大水平変位時応力）は 1 回目の 9 割程度となっている。11 回目からは、水平方向制御変位を 1.5 倍に増幅して载荷を行った結果、OSA_NS 波では 13 回目の引張側で、WOS EW 波では 12 回目の引張側で耐力が低下したため、载荷を終了した。

試験後、補剛管を剥がして確認したところ、塑性化部中央付近で破断を生じていた。破断の起点は、圧縮時の局部変形で最も歪が大きくなるリブ縁端と考えられる。

4. 考察

表 2 に各サイクルの累積塑性ひずみエネルギー dW_p と累積塑性変形倍率 η を示す。OSA NS 波は繰り返しにより最大応力は低下しているが、同じ水平変位に対するダンパーの最大歪は増加する傾向にあるため、総エネルギー量としてはほとんど変化が見られない。一方、WOS EW 波

についても最大歪の増加傾向は同様であるが、大振幅波形を多く含むため、相対的に耐力低下による吸収エネルギー減少量の方が大きく、総エネルギー量は減少している。破断を生じた最終サイクルを除く合計（保有性能）は、解析結果から得られた層間変形角 1/100 に抑えるための必要性能に対し、 dW_p で約 5~7 倍、 η で約 30~40 倍となっている。

5. まとめ

超高層建物の長周期地震動解析により得られたダンパー一部応答歪に相当する加力実験を行った結果、以下の知見を得られた。

- ・本座屈補剛十字ブレースダンパーは入力エネルギーの異なる 2 種類の長周期地震動に対し、10 回以上の繰り返し入力に耐え得る性能を示した。
- ・解析による必要性能に対し、本ダンパーの保有エネルギー吸収性能は累積塑性変形倍率で約 30 倍以上の性能を有している。

<参考文献>

※1.) 西井安宏他；「長周期地震動を受ける座屈補剛十字ブレースダンパーの性能評価（その 1：入力地震動の選定）」、日本建築学会大会学術講演梗概集，2010.9

表 2. 実験結果と解析結果の比較

サイクル数	ダンパー最大応力度 σ (N/mm ²)				累積塑性ひずみエネルギー dW_p (kJ/m)		累積塑性変形倍率 η	
	OSA_NS波		WOS_EW波		OSA_NS波	WOS_EW波	OSA_NS波	WOS_EW波
	引張側	圧縮側	引張側	圧縮側				
1	288.3	-300.2	294.8	-312.6	389	842	348	755
2	277.9	-292.9	282.5	-301.1	396	831	354	744
3	276.2	-291.4	277.0	-287.5	401	822	358	737
4	269.7	-283.8	280.0	-301.9	403	814	360	729
5	265.2	-279.1	290.2	-309.5	405	811	362	727
6	262.4	-276.1	279.5	-302.5	407	807	363	723
7	260.6	-274.7	280.2	-304.9	407	796	364	713
8	259.1	-274.2	280.3	-311.5	407	795	363	712
9	259.0	-274.7	282.3	-308.2	406	790	363	708
10	258.4	-274.9	282.6	-310.6	406	783	363	701
11※	288.8	-313.5	309.8	-385.8	1076	1737	961	1557
12※	287.5	-315.6	破断	破断	1056	-	943	-
13※	破断	破断	-	-	-	-	-	-
実験計(保有性能)					6159	9827	5502	8807
解析値(必要性能)					840	1970	127	298
保有性能/必要性能					7.3	5.0	43.3	29.6

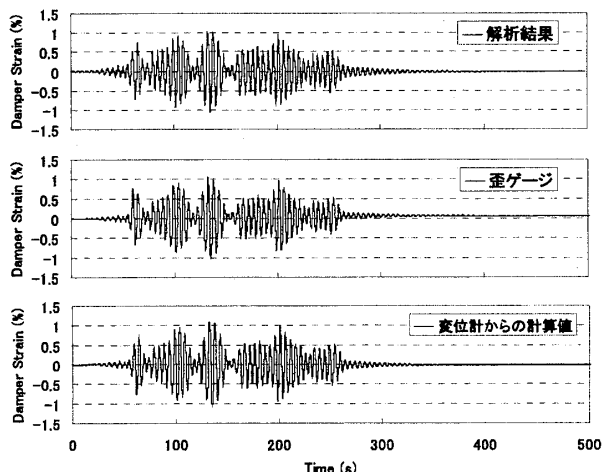


図 3. 解析と実験の歪履歴比較 (WOS_EW 波)

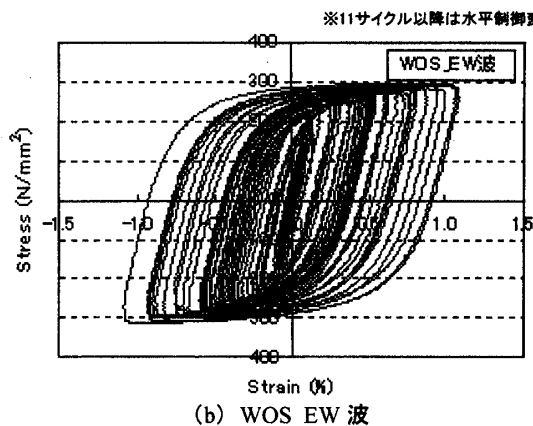
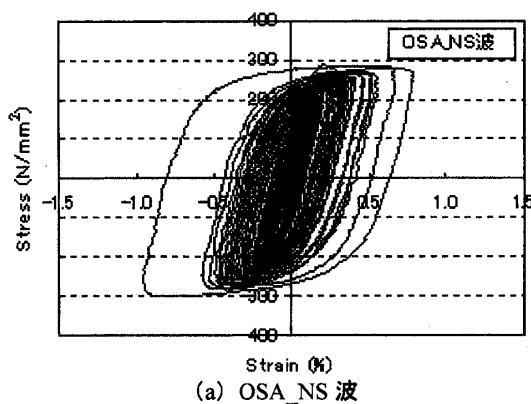


図 4. ダンパーの応力-歪関係

*1 JFE スチール株式会社

*2 JFE エンジニアリング株式会社

*3 東京理科大学

*1 JFE Steel Corporation.

*2 JFE Engineering Corporation.

*3 Tokyo University of Science.