

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1) 入力地震動の選定
Title	
著者(和文)	西井宏安, 植木卓也, 山路宗忠, 石井匠, 佐藤大樹, 北村春幸
Authors	Takuya Ueki, Daiki Sato, Haruyuki Kitamura
出典 / Citation	日本建築学会大会学術講演梗概集, Vol. C-1, No. , pp. 945-946
Citation(English)	, Vol. C-1, No. , pp. 945-946
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: <a href="http://ci.nii.ac.jp/naid/110008110268">http://ci.nii.ac.jp/naid/110008110268</a>

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)

正会員 ○西井宏安\*1 同 植木卓也\*2  
同 山路宗忠\*3 同 石井 匠\*2  
同 佐藤大樹\*1 同 北村春幸\*1

長周期地震動 座屈補剛十字ブレース 動的実験  
累積塑性変形倍率

1. はじめに

近年、東海・東南海・南海沖地震等の巨大海溝型地震の発生が予想されている。海溝型地震は長周期成分を多く含み、継続時間が長く、減衰が小さいことが特徴に挙げられる。特に固有周期の長い超高層建物については、応答増大などの影響が懸念されるため、それらに取り付けられた制振ブレースには十分な保有性能が求められることになると考えられる。

そこで本研究では、対象とする座屈補剛十字ブレースダンパーの保有性能が、長周期地震動に求められる性能を満たしているのか、評価することを目的とする。

本報その1では、まず、長周期地震動の影響を大きく受けると考えられる超高層建物のモデルを作成する。長周期地震動である OSA NS 波、WOS EW 波(模擬波)を入力地震動として時刻歴応答解析を行い、超高層制振建物のダンパーに必要とされる性能を明らかにする。次に、その2では、解析より得られた構造物の時刻歴応答波形を用いた動的実験結果について示す。さらに、その3では、疲労特性に着目した評価手法について述べる。

2. 解析モデル概要

2.1 入力地震波と解析モデル

入力地震動は、OSA NS 波、WOS EW 波、EL Centro NS 波を用いる。図1,2に長周期地震動の速度応答スペクトル  $S_v$ 、エネルギースペクトル  $V_E$ 、加速度の時刻歴を示す。解析時間は地震終了後に十分に弾性振動をさせるため、200秒長くしている。超高層建物の解析モデルはダンパーを図3に示す通りに配置した純ラーメン架構の40階鋼構造建物とする。階高は1階を5mとして、他の階を4mとした。平面形状は全ての層で同一である。部材構成は柱は600×600mmで板厚35-55mmの箱型断面、大梁がせい700-800mmの幅200-250mmでフランジ板厚14-28mmのH型断面である。(表1)減衰定数は剛性比例2%である。1次固有周期  $T_1$ は5.89sである。(表2)また、フレームはダンパーの変位波形を見るため、弾性としている。

2.2 ダンパーのモデル化

ダンパーの耐力分布は図4に示すように40層を4つの領域に分けた。第1層のダンパーの降伏せん断力係数  $\alpha_{y1}$  を以下の式で求める。

$$\alpha_{y1} = \alpha_{y1} \cdot \sum_{i=1}^N m_i g \quad (1)$$

$m_i$ : i層の質量  $g$ : 重力加速度

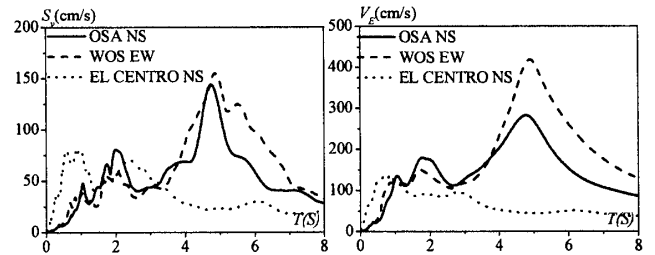


図1 地震波の各スペクトル

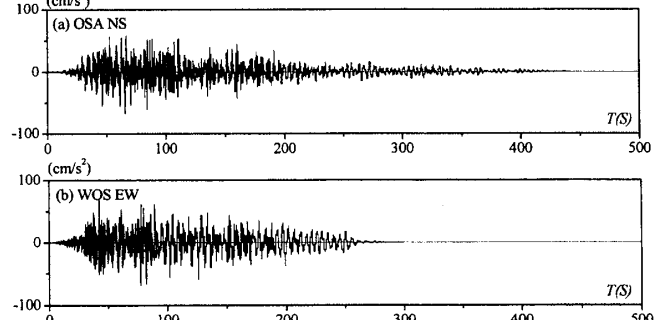


図2 検討用地震波の加速度波形

表1 モデル部材断面

柱	H-700×250×14×14~ H-800×250×14×28
梁	□-600×600×35~ □-600×600×55

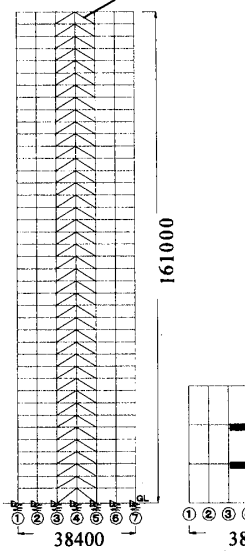


図3 解析モデル

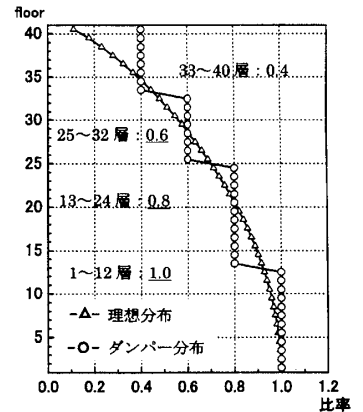


図4 制振ブレース投入量

表2 モデル周期

$\alpha_{y1}$	T (sec)
0.000	5.89
0.005	5.28
0.010	5.04
0.020	4.81
0.030	4.70
0.040	4.63
0.060	4.56
0.080	4.52

Verification for Capacity Cross-shaped Brace Damper that receives long-period ground motion  
Part1. Selection of Input Earthquake Motion

NISHII Hiroyasu, UEKI Takuya  
YAMAZI Munetada, ISHII Takumi  
SATOU Daiki, KITAMURA Haruyuki

このとき、ダンパーの取り付け角度を $\theta$ とし、各層1方向に4本のダンパーが設置されているので、降伏軸力 ${}_sN_{yi}$ は次式で求め、ダンパーの降伏応力度 $\sigma_y (=205\text{N/mm}^2)$ を用いて、ダンパー1本分の断面積 ${}_sA_i$ を算出する。

$${}_sN_{yi} = \frac{{}_sQ_{yi}}{4 \cos \theta}, \quad {}_sA_i = \frac{{}_sN_{yi}}{\sigma_y} \quad (2), (3)$$

塑性化部長さは柱・梁芯間長さの1/3、パネルゾーンの長さは剛域とするため、パネルゾーン断面積は無量大とする。ダンパーの2次剛性比は1/60としている。以上よりダンパーの等価剛性を算出し、モデル化する。

### 3. 解析結果

#### 3.1 超高層制振建物の応答評価

第1層のダンパーの降伏せん断力係数 ${}_s\alpha_{y1}$ をパラメータに時刻歴応答解析を行う。図6に入力エネルギー量 $E_m$  (kNm)、ダンパーのエネルギー吸収率 $\Sigma_s W_p / E_m$ 、ダンパーの累積塑性変形倍率 ${}_s\eta$ 、層間変形角 $R_{max}$ の最大階の応答と ${}_s\alpha_{y1}$ の関係を示す。入力地震動は長周期地震動であるOSA NS波、WOS EW波に加えてEL Centro NS波とした。より、長周期地震動の入力エネルギー量は ${}_s\alpha_{y1}=0.02\sim 0.04$ で最も大きい値を持つ(図6(a))。これは ${}_s\alpha_{y1}=0.02\sim 0.04$ の固有周期のエネルギースペクトル $V_E$ の値が大きいためである。(図1, 表2)エネルギー吸収率は ${}_s\alpha_{y1}=0.02$ 付近で最も大きい値を持つ(図6(b))。ダンパーの累積塑性変形倍率 ${}_s\eta$ はエネルギー吸収率と同じ傾向を示し、 ${}_s\alpha_{y1}=0.02$ 付近で最も大きい値を持つ(図6(c))。このときダンパーの ${}_s\eta$ はOSA NS波の ${}_s\eta = 248.76$ 、WOS EW波の ${}_s\eta = 402.17$ でEL Centro NS波のそれぞれ166倍、268倍である。層間変形角は ${}_s\alpha_{y1}=0.01\sim 0.02$ 付近で最も小さくなる。図7に ${}_s\alpha_{y1}=0.02$ の高さ方向の層間変形角 $R$ 、ダンパーの累積塑性変形倍率 ${}_s\eta$ の分布を示す。

層間変形角 $R$ は5~7層で最も大きい値を取り、1/100程度の値を示している。ダンパーの ${}_s\eta$ は2層で最も大きい値を取り、低層から高層になるに従って、 ${}_s\eta$ の値が小さくなる傾向がある。WOS EW波を入力した場合、フレームのみの応答と比較するとフレームの最大層間変形角 $R$ は1/77、 ${}_s\alpha_{y1}=0.02$ では1/98となり、応答低減の効果が見られる(図6(d))。これより、ダンパーのエネルギー吸収による応答の低減効果が確認できた。

#### 3.2 時刻歴応答波形の算出

ダンパーの動の実験に使用する構造物の応答波を求める。動の実験には解析結果よりダンパーの降伏せん断力係数 ${}_s\alpha_{y1}=0.02$ 、7階のダンパーの時刻歴を使用する。ダンパーの変形荷重関係を図8に、ダンパーの軸方向変位の時刻歴を図9に示す。 $R$ 、 ${}_s\eta$ の最大値はOSA NS波が $R = 1/109$ 、 ${}_s\eta = 127$ 、WOS EW波が、 $R = 1/98$ 、 ${}_s\eta = 298$ となる。

### 4. まとめ

長周期地震動であるOSA NS波、WOS EW波に対して、ダンパーの応答低減効果を確認した。その2の動の実験で使用するダンパーの時刻歴波形を算出した。

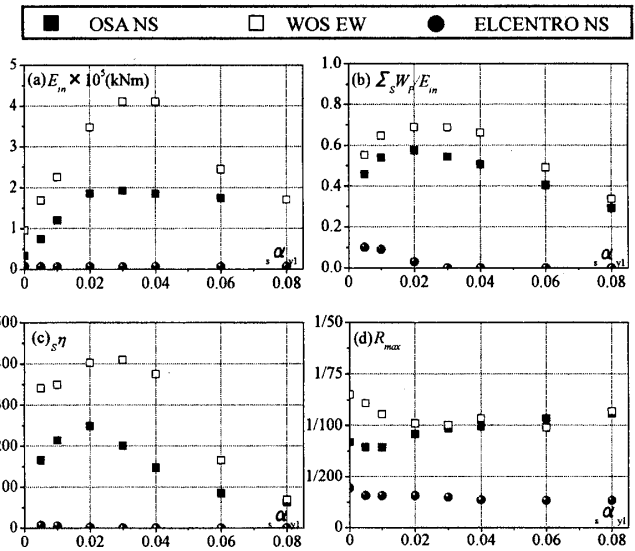


図6 応答値- ${}_s\alpha_{y1}$ 関係

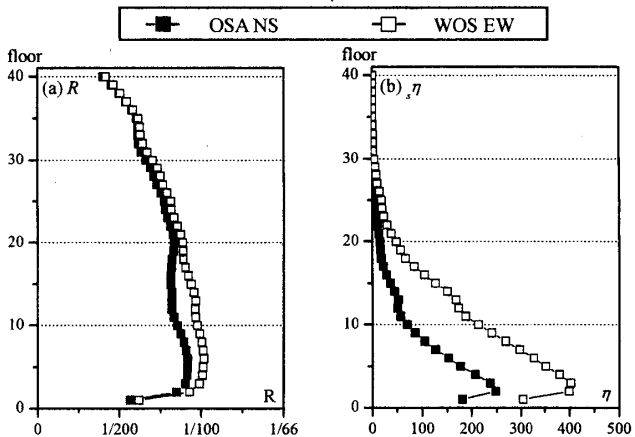


図7 高さ方向の応答分布

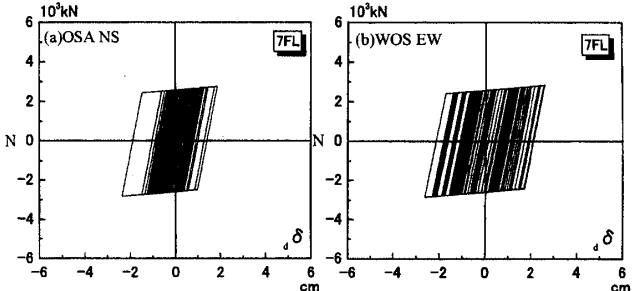


図8 ダンパー変形荷重関係 (7階)

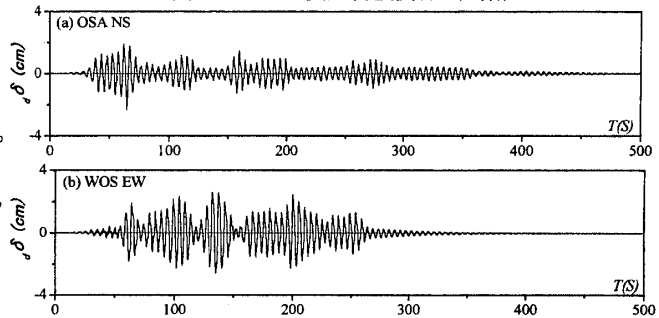


図9 ダンパー軸方向変位の時刻歴 (7階)

\*1 東京理科大学  
\*2 JFE スチール株式会社  
\*3 JFE エンジニアリング株式会社

\*1 Tokyo University of Science  
\*2 JFE Steel Corporation.  
\*3 JFE Engineering Corporation.