

論文 / 著書情報
Article / Book Information

論題(和文)	座屈拘束十字ブレースダンパーのランダム応答波形に対する疲労損傷評価
Title	
著者(和文)	植木卓也, 加村久哉, 山路宗忠, 北村春幸, 佐藤大樹, 西井宏安
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-3, , pp. 853-854
Citation(English)	, Vol. C-3, , pp. 853-854
発行日 / Pub. date	2011, 8
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/110009519555

座屈拘束十字ブレースダンパーのランダム応答波形に対する疲労損傷度評価

長周期地震動 座屈拘束ブレース 低降伏点鋼
疲労特性 ランダム波形

正会員 ○植木 卓也*¹ 同 加村 久哉*¹
同 山路 宗忠*² 同 北村 春幸*³
同 佐藤 大樹*³ 同 西井 宏安*⁴

1. はじめに

座屈拘束十字ブレースダンパーは、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。本ダンパーの長周期地震動に対する疲労特性は、ランダム応答波形をエネルギー等価でかつ平均歪を振幅とする定振幅応答波形に置き換えることで、概ね推定できることを確認した¹⁾。

本報では、①平均振幅が異なる波形の載荷順序による影響評価、②大振幅かつ継続時間の短い直下型地震に対する応答評価を行い、提案する疲労損傷度推定法の適用可能性を検証することを目的とした。

2. 地震動加力実験

既報²⁾では、40層鉄骨造試設計モデルの時刻歴応答解析により得られた OSA NS 波に対する水平変位応答波形(以下、1.0倍波と表記)を10回入力した後、水平変位を1.5倍に拡大した波形(以下、1.5倍波と表記)に対し、3回目の入力で破断した。そこで、今回は載荷順序を入れ替えて1.5倍波を2回入力した後、1.0倍波にて繰返し入力を実施し、疲労特性比較を行った。また、大振幅のパルス波が加わる直下型地震(兵庫県南部地震: JMA KOBE 波)に対する8層鉄骨造モデルの時刻歴応答解析

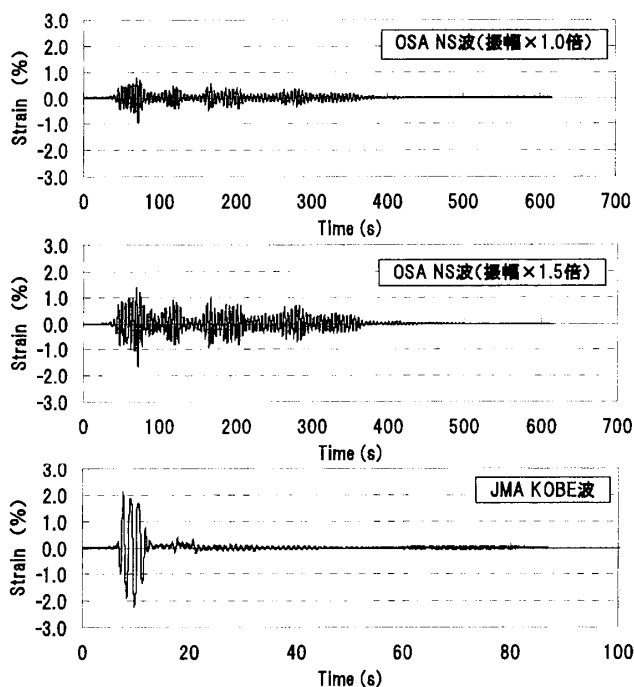


図1 ダンパー軸歪応答波形

および加力試験を実施し、疲労損傷度推定を行った。各入力地震波に対するダンパー軸歪の時刻歴応答波形を図1に示す。なお、解析上の最大層間変形角は OSA NS の1.0倍波で約1/100、1.5倍波および JMA KOBE 波で約1/75に相当する。載荷装置(図2)、試験体形状および軸力材塑性化部に用いた低降伏点鋼の機械的性質は既報と同じである。

ダンパー軸歪のランダム応答波形を、振幅法に基づき

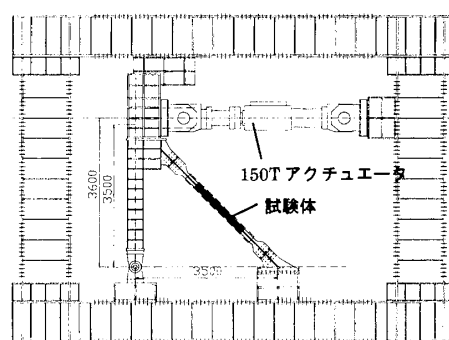


図2 載荷装置

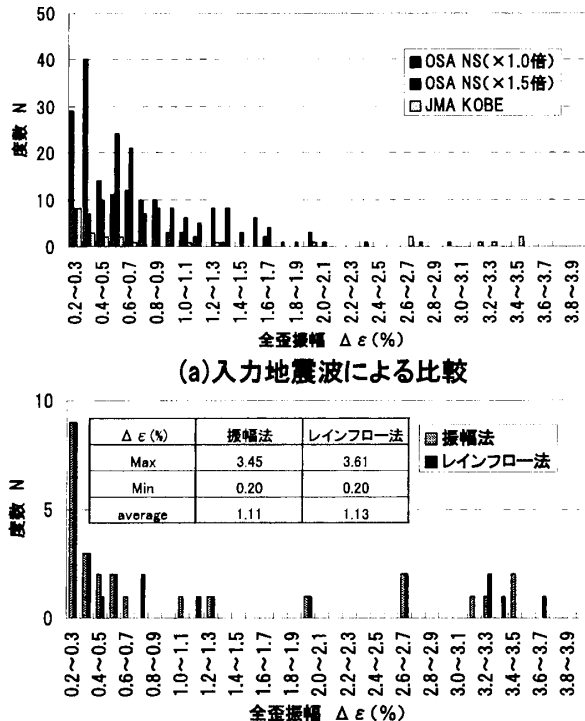


図3 全歪度数分布

Evaluating Fatigue Damage of Cross-shaped Brace Damper for Random response wave

UEKI Takuya, KAMURA Hisaya, YAMAJI Munetada, KITAMURA Haruyuki, SATO Daiki, NISHII Hiroyasu

極大-極小値間を定振幅半波長として分解し、得られた半波長の歪振幅 $\Delta \epsilon$ に対する度数分布を図3(a)に示す。なお、歪振幅が弾性歪範囲 ($\Delta \epsilon \leq 2\epsilon_y \approx 0.2\%$) のものは除いている。また、JMA KOBE 波は正負歪のばらつきがあるため、振幅法とレインフロー法による波形分解の影響を検討した。図3(b)に各手法による歪振幅の度数分布を示す。レインフロー法の場合、歪振幅が若干大きく評価される傾向にあるが、平均歪で2%程度の差であったことから、設計上簡易な振幅法を用いることとした。

3. 実験結果

平均歪振幅による疲労損傷度評価法(簡易法)に基づき算定した全歪振幅と推定繰り返し回数の関係を図4に、ダンパー塑性化部の応力-歪関係を図5に示す。OSA NS波については、1.5倍波を2回入力後、1.0倍波19回目の入力で破断に至った。破断までの疲労損傷度(表1)は、1.0倍波を先に入力した場合に $R \approx 0.7$ であったのに対し、今回は $R \approx 1.0$ とほぼ疲労曲線式と一致している。実験結果の履歴を比較すると、1.5倍波は载荷順序に関わらずほぼ同等であるが、1.0倍波は大振幅後の耐力上昇が小さい。これは軸材の面外変形による残留歪の影響と考えられる。また、十字型軸材の短幅側縁端部を起点とする疲労亀裂

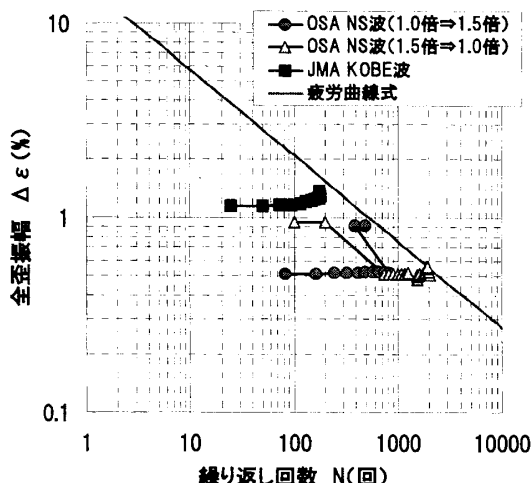


図4 推定繰り返し回数の推移

が複数位置に生じていたことから、先に大振幅を受けることで軸材歪が長さ全体に分散し、結果として小振幅時の繰り返し回数が増加したと考えられる。このように、過去に受けた振幅に応じて面外変形の進行度や局部集中の度合いが変化し、その後の疲労特性にも影響を及ぼすことが想定される。

JMA KOBE 波は12回目の入力で破断に至ったものの、破断時の疲労損傷度は $R \approx 0.7$ と疲労曲線式に達していない。しかしながら、分解した半波長ごとに疲労損傷度を算定(詳細法)すると $R \approx 1.3$ となっており、実際の疲労特性としては十分な性能を有していると考えられる。評価法の違いによるばらつきの主な要因としては、繰り返しによる耐力低下(図5(c))の影響が挙げられる。簡易法では、歪振幅に対する1波長あたりの累積塑性変形倍率は一律の値としている。しかし、実際には繰り返し入力による耐力低下に伴い、1波長あたりの累積塑性変形倍率も低下し、同じ総エネルギー吸収量に対し、推定繰り返し回数を過小に(安全側に)算定したと考えられる。

5. まとめ

振幅の異なる地震動の载荷順序による影響、および直下型地震に対する疲労評価を目的に、地震動加力実験を行った。結果として、ばらつきには複数の要因が考えられるが、現時点では、安全率として1.5倍程度を想定しておけば概ね適用可能と判断できる。

<参考文献>

- 1.) 植木卓也ほか; "長周期地震動を受ける座屈拘束十字ブレースダンパーの性能評価(その3:ランダム波形に対する疲労性能評価)", 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.949-950, 2010.8
- 2.) 加村久哉ほか; "長周期地震動を受ける座屈拘束十字ブレースダンパーの性能評価(その2:動的載荷試験)", 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.947-948, 2010.8

表1 評価法による疲労損傷度比較

評価法	疲労損傷度算定に用いる歪振幅	OSA NS波 (1.0倍⇒1.5倍)	OSA NS波 (1.5倍⇒1.0倍)	JMA KOBE波
簡易法	分解した半波長の単純平均	0.67	1.01	0.64
詳細法	分解した個々の半波長ごと	0.71	1.12	1.31
<参考>	分解した半波長の最大	1.92	2.92	1.87

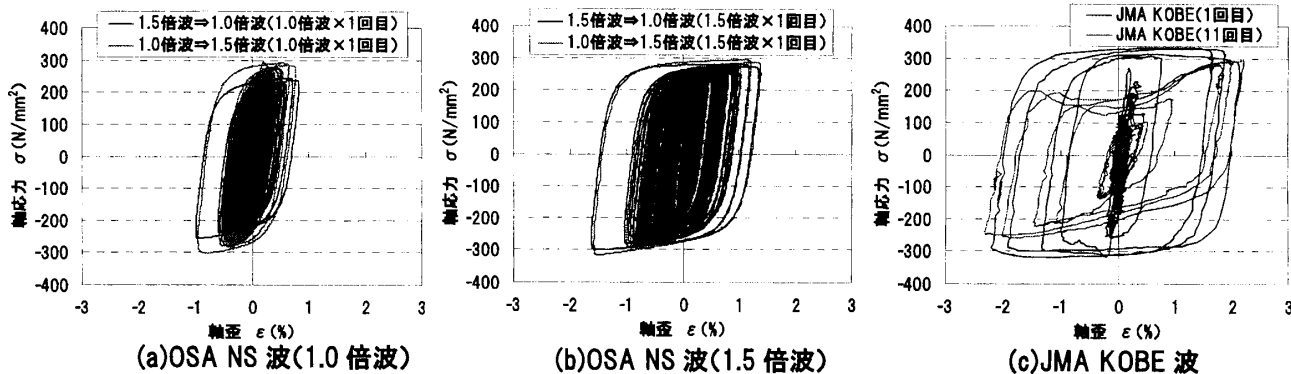


図5 応力-歪関係

*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
 *4 元東京理科大学大学院生 (現 NTT ファシリティーズ)

*1 JFE Steel Corporation.
 *2 JFE Engineering Corporation.
 *3 Tokyo University of Science.
 *4 Former Graduate Student, Tokyo Univ. of Science. (NTT FACILITIES, INC.)