

サブストラクチャ共振振動装置を利用した鋼構造柱梁接合部の損傷指標の開発 Development of Damage Index for Steel Beam-Column Connection using Substructure Oscillation Apparatus

○倉田真宏・唐貞云・峰岸楓・鈴木明子・白涌滔

○Masahiro Kurata・Zenyung Tang・Kaede Minegishi・Akiko Suzuki・Yuntao Bai

This paper presents a novel testing method for extracting damage sensitive feature of building's substructures using a substructure oscillation apparatus that is composed of a resonance frame with heavy mass and a quasi-static loading system. The apparatus excites substructures with tremor vibration associate with the first vibration mode of mid-rise steel buildings. A series vibration test was conducted as seismic damage notably progresses with cyclic loading, while the quasi-static loading system was detached. Damage sensitive features were successfully extracted for various damage patterns including floor slab cracks and beam-end fracture.

1. はじめに

地震前後の常時微動下での応答の変化から鋼構造建物の局所的な損傷を定量化する手法について報告する。建物で常時観測できる1次固有モードに対応する微小応答を再現するためにサブストラクチャ共振振動装置(図1)を構築し、準静的載荷システムとの併用から、柱梁接合部の損傷指標を開発した。

2. 実験の概要と結果

4分の1縮尺の試験体の準静的繰返し載荷実験および振動試験を行った。共振フレームは仮想質量(鋼板)4トンを支えており、水平ジャッキとフレーム柱の接合を解いたのちに、小型加振器を用いて、10階建て鋼構造建物の1次固有周期(約1秒)で試験体を振動させることができる。

図2(a)はスラブ付柱梁接合部試験体の履歴性状で、横軸は降伏変位で正規化した層間変形角、縦軸は降伏耐力で正規化した水平耐力である。床スラブや鋼梁の損傷が顕著に変化した時点として、表1に示す10つの損傷ケースを定義した。各損傷

ケースで、振動試験を行い、梁の動ひずみ応答を計測した(図2(b))。図中、1.7Hz(実寸大に換算すると1Hz)に共振によるピークが確認できる。

1次モードに対応する動ひずみ応答の変化から求めた損傷指標を図2(c)と(d)に示す。上下フランジのひずみ比として求めた中立軸(梁せいで正規化)は、スラブの損傷が進行したCase1-2で大幅に変化した後、梁の損傷の進行とともに緩やかに減少した。無損傷時を1とした下フランジのひずみは、スラブの損傷で10%程度減少した後、梁端の延性亀裂から破断に至る過程で大幅に減少した。

表1 損傷ケースの定義

Case	1	2	3	4	5	6	7	8-10
Ductility	0.00	0.31	0.64	0.96	1.90	2.50	3.20	3.80

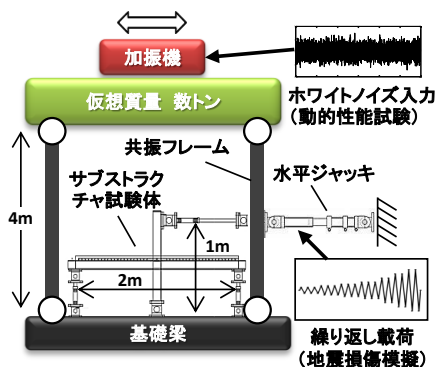


図1 サブストラクチャ実験

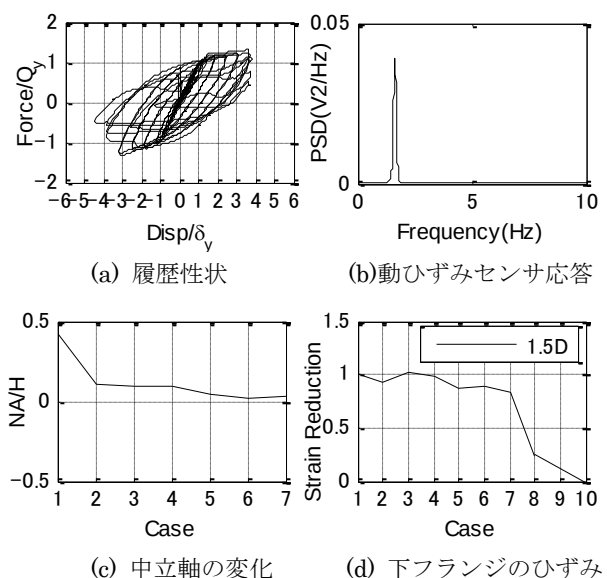


図2 実験結果