T2R2 東京工業大学リサーチリポジトリ
Tokyo Tech Research Repository

論文 / 著書情報
Article / Book Information

論題(和文)	変形増幅機構を有する制振フレーム試験体の動的加振試験 その4 制振フレーム試験体における部材変形の影響
Title(English)	Dynamic Vibration Test for Response Control Frame Specimen with Deformation Amplification Mechanism Part:4 Infuluence of Member Deformation on Vibration Damping Frame Specimen
著者(和文)	小川晋平, 松田頼征, 佐藤大樹, 岩崎雄一, 石井正人, 佐々木和彦, 北村春幸, 吉江慶祐
Authors(English)	Shinpei Ogawa, Yoriyuki MATSUDA, Daiki Sato, IWASAKI Yuichi, Masato Ishii, Kazuhiko SASAKI, Haruyuki Kitamura, Keisuke Yoshie
出典(和文)	日本建築学会大会学術講演梗概集, vol. B-2, , pp. 727-728
Citation(English)	, vol. B-2, , pp. 727-728
発行日 / Pub. date	2017, 8
権利情報	一般社団法人 日本建築学会

Powered by T2R2 (Tokyo Institute Research Repository)

日本建築学会大会学術講演梗概集
（中国） 2017 年 8 月

変形増幅機構を有する制振フレーム試験体の動的加振試験
その 4 制振フレーム試験体における部材変形の影響

正会員○小川 晋平[*1] 同 松田 頼征[*1] 同 佐藤 大樹[*2]
同 岩崎 雄一[*3] 同 石井 正人[*4] 同 佐々木 和彦[*3]
同 北村 春幸[*1] 同 吉江 慶祐[*4]

制振構造 粘性制震壁 実効変形
変形増幅機構 動的加振試験

1. はじめに

本報その 2 では [1]，左寄せフレームの方が僅かではあるが，実効変形比の低下が見られた。左寄せフレームの実効変形比が低下する要因として，跳ね出し梁やパネルゾーンの変形における影響が挙げられる。本報では，部材変形が実効変形比の低下に及ぼす影響を分析する。

2. 左寄せフレームにおける実効変形比の低下要因

図 1 に左寄せフレームの部材を剛と仮定した場合の変形図と回転角の定義を示す。フレームの層間変形角 θ_A，中央梁の回転角 θ_C，右跳ね出し梁の回転角 θ_R ，左跳ね出し梁の回転角 θ_L とする。部材を剛と仮定した場合，θ_C，θ_R，θ_L と θ_A は一致する。梁の回転角はパネルゾーンの中心とピン接合部の相対変位によって求めた。各部材の回転角は時計回りを正とする。また，跳ね出し梁に働くせん断力 Q_b を左柱下より入力される加振力 F より式(1)によって算出する。図 2 にフレームの力定義を示す。

$$Q_b = \frac{h}{2l}F \tag{1}$$

左寄せフレームで実効変形比が低下する要因として，右跳ね出し梁の変形の影響があげられる。左寄せフレームにおける右跳ね出し梁の変形は長さが長い為，せん断力や曲げによる影響を大きく受けたと考えられる。そこで，図 3 に左寄せフレームの右跳ね出し梁における回転角の成分分離を示す。実験値による跳ね出し梁の回転角 θ_R は梁の回転による回転角 θ_R'とせん断力や曲げによる回転角 θ_b，パネルゾーンの変形が梁の鉛直変位に及ぼす回転角 θ_{pz}^*に分けられる。梁の回転による回転角 θ_R'は θ_R と θ_b, θ_{pz}^*を足し合わせることによって算出される。また，せん断力と曲げによる回転角 θ_b はせん断力による回転角 θ_{bs} と曲げによる回転角 θ_{bm} の足し合わせによって算出した。θ_{bs} と θ_{bm} は片持ち梁の公式を基にした。図 4 にパネルゾーンの変形を示す。θ_{bs} と θ_{bm}，θ_b の算出式を式(2)～(4)に示す。また，パネルゾーンの変形角 θ_{pz}[3] と θ_{pz}^*[4]の算出式を式 (5) ～(6)に示す。

$$\theta_{bs} = \frac{Q_b}{GA} \times \frac{l_b}{L_b} \tag{2}$$

$$\theta_{bm} = \frac{Q_b l^2}{3EI} \times \frac{l_b}{L_b} \tag{3}$$

$$\theta_b = \theta_{bs} + \theta_{bm} \tag{4}$$

$$\theta_{pz} = \frac{M_p}{K_p} \times \frac{l_b}{L_b} \tag{5}$$

$$\theta_{pz}^* = \theta_{pz}\left\{1 - \left(\frac{d_c}{2L_b} + \frac{d_b}{2L_c}\right)\right\} \tag{6}$$

ここで，G はせん断弾性係数，A は断面積，E はヤング係数，I は断面 2 次モーメント，l_b は梁の長さ，L_b はパネルゾーン中心と梁のピン接合部の長さ，L_c は柱

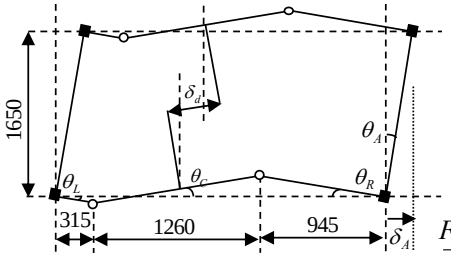


図 1 左寄せフレームの幾何学的変形図および回転角の定義(mm)

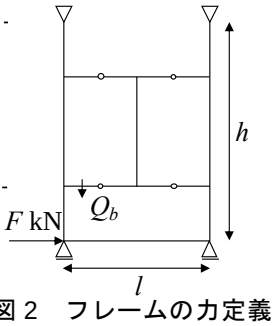


図 2 フレームの力定義

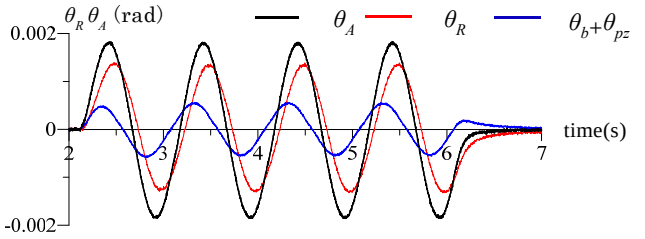


図 5 θ_A と θ_R の比較（振動数 1.0Hz 最大振幅 3.3mm）

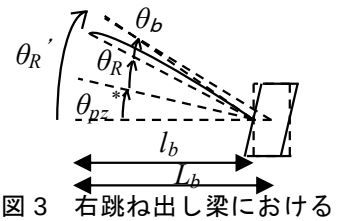


図 3 右跳ね出し梁における回転角の成分分離

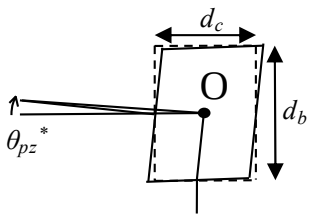


図 4 パネルゾーンの変形

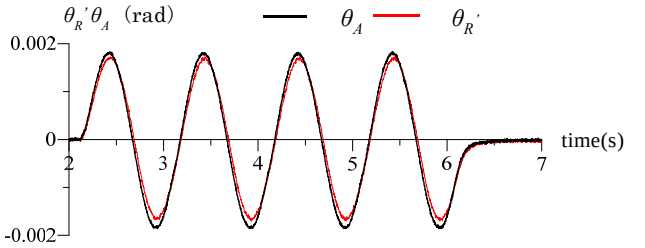


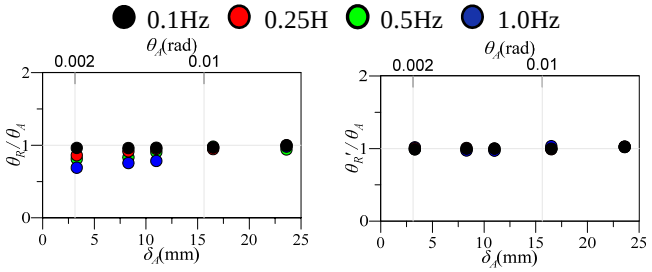
図 6 θ_A と θ_R'の比較（振動数 1.0Hz 最大振幅 3.3mm）

Dynamic Vibration Test for Response Control Frame Specimen with Deformation Amplification Mechanism Part4: Infuluence of Member Deformation on Vibration Damping Frame Specimen

OGAWA Shinpei, MATSUDA Yoriyuki, SATO Daiki
IWASAKI Yuichi, ISHII Masato, SASAKI Kazuhiko
KITAMURA Haruyuki, YOSHIE Keisuke

の高さ， M_pは接合部パネルモーメント，K_pはパネルゾーンの弾性剛性を示す。図 5 に左寄せフレームで最も実効変形比が低下した振動数 1.0Hz，層間変形の最大振幅 3.3mm の条件で，θ_R と θ_A との時刻歴波形の比較を示す。同様に，図 6 に θ_R’と θ_A との時刻歴波形の比較を示す。図 5 より θ_R と θ_A で位相差が生じていることが確認できる。また，図 6 より右跳ね出し梁の変形とパネルゾーンの変形を考慮することによって，θ_R’と θ_A とが概ね一致することが確認され，右跳ね出し梁の曲げ変形とせん断変形，パネルゾーンの変形によって位相差が生じていることが分かる。

図 7 (a) に θ_R / θ_A，(b)に θ_R' / θ_A の各パラメーターでの値を示し，曲げ変形とせん断変形，パネルゾーンの変形による影響を考慮したことで位相差が無くなることを確認する。ここで，θ_R / θ_A と θ_R' / θ_A は 3 波目における層間変形の最大変形時での値より算出した。図 7 (a)では θ_R / θ_A の値は，振動数が高いほど 1 より小さくなる傾向になり，位相差の影響が大きいことが確認できる。図 7 (b)では θ_R' / θ_A の値が(a)に比べ，1 に収束していることが確認できる。よって，左寄せフレームでは右跳ね出し梁の曲げ変形とせん断力変形，パネルゾーンの変形が位相差に影響していると考えられる。



(a) θ_R / θ_A　　(b) θ_R' / θ_A

図 7　位相差の確認

3.　右跳ね出し梁の変形が実効変形比に及ぼす影響

今までの一連の検討によって，左寄せフレームにおいて右跳ね出し梁の変形とパネルゾーンの変形が実効変形比に影響を与えていることが考えられる。そこで，位相差の要因である右跳ね出し梁の変形とパネルゾーンの変形の影響を無くした θ_R’と θ_L より位相差を考慮した中央梁の回転角 θ_C’を算出する。θ_C’は式(7)により求める。

$$\theta_C' = \frac{315 \times \theta_L + 945 \times \theta_R'}{1260} \tag{7}$$

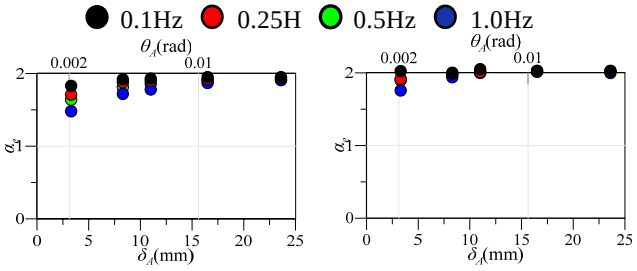
θ_C’より位相差の要因である右跳ね出し梁の変形とパネルゾーンの変形の影響を考慮したダンパーの実効変形 δ_d’は式(8)によって示される。

$$\delta_d' = \delta_A + \theta_C' \times 1650 \tag{8}$$

図 8 (a) に右跳ね出し梁の変形とパネルゾーンの変形の考慮をしない場合の実効変形比と(b) に考慮した場合の実効変形比 α_e をそれぞれ比較する。実効変形比 α_e は式(9)で表される。

$$\alpha_e = \frac{\delta_d}{\delta_A} \tag{9}$$

図 8 より，右跳ね出し梁の変形とパネルゾーンの変形の影響を考慮することで，実効変形比の低下が解消されたことが確認できる。図 8 (b) にて実効変形比が理論値である 2 を超えてしまう理由は，小振幅の加振条件ではノイズの影響が顕著であることが考えられる。



(a) 実験に基づく実効変形比 (b)　θ_R’に基づく実効変形比

図 8　実効変形比の比較

4.　まとめ

本論文では，動的加振試験の結果より左寄せフレームにおいて部材変形が実効変形比に及ぼす影響について検討を行った。以下に得られた知見を示す。

(1) 実験より得られた右跳ね出し梁の回転角から曲げ変形とせん断変形，パネルゾーンの変形の影響による回転角を足した値が層間変形角と一致することを確認した。

(2)右跳ね出し梁の変形とパネルゾーンの変形の影響を考慮することで，左寄せフレームの実効変形比は理論値である 2 に近づいた。

謝辞

本研究は，株式会社日建設計，オイレス工業株式会社，東京理科大学北村研究室，東京工業大学佐藤研究室による共同研究の成果の一部である。

参考文献

1) 小川晋平，岩崎雄一，佐々木和彦，石井正人，佐藤利昭，佐藤大樹，北村春幸，後上和也：変形増幅機構を有する制振フレーム試験体の動的加振試験 (その 2 動的加振試験の結果と実効変形比の分析),日本建築学会大会学術講演,2016.8
2) 小川晋平，岩崎雄一，石井正人，佐々木和彦，佐藤大樹，北村春幸，佐藤利昭，松田頼征，吉江慶祐：変形増幅機構を有する制振フレーム試験体の動的加振試験，日本建築学会構造系論文集，vol.63B，pp285-293，2017
3) 鋼構造接合部設計指針・第 1 版，（社）日本建築学会,2001.11
4) 向出静司，桑原進：鋼構造ラーメン骨組の梁と接合部パネルに要求される変形性能,日本建築学会構造系論文集,pp163-170，2002

*1 東京理科大学　　*2 東京工業大学　　*1 Tokyo Univ. of Science　　*2 Tokyo Inst. of Technology
*3 オイレス工業㈱　　*4 ㈱日建設計　　*3 Oiles Corporation　　*4 NIKKEN SEKKEI