

論文 / 著書情報
Article / Book Information

論題(和文)	地震動の入力レベルが梁端部を半剛接合とした制振構造建物の応答および制振効果に与える影響
Title	
著者(和文)	有間雄太, 脇田直弥, 山口路夫, 綿貫雄太, 佐藤利昭, 渋谷政斗, 佐藤大樹, 北村春幸
Authors	Naoya WAKITA, Michio Yamaguchi, Yuta WATANUKI, Toshiaki Sato, Daiki Sato, Haruyuki Kitamura
出典 / Citation	日本建築学会大会学術講演梗概集, vol. B-2, , pp. 779-780
Citation(English)	, vol. B-2, , pp. 779-780
発行日 / Pub. date	2015, 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/110010005238

地震動の入力レベルが梁端部を半剛接合とした制振構造建物の応答および制振効果に与える影響

鋼構建造物 制振構造 半剛接合
物流施設 時刻歴応答解析

正会員 ○有間雄太*1 同 脇田直弥*2 同 山口路夫*2
同 綿貫雄太*2 同 佐藤利昭*1 同 渋谷政斗*3
同 佐藤大樹*4 同 北村春幸*1

1.はじめに

近年、大型物流施設の需要が拡大する中、高い耐震性を有する物流施設が注目されるようになり、制振構造を採用する事例も増加傾向にある¹⁾。そのため、物流施設に適した制振構造システムの開発が望まれている。物流施設は、積載荷重が大きく柱スパンが長いこと長期荷重が支配的となる。地震時に水平力が加わることで片方の梁端部に大きな応力が作用するため、他方の梁端部が余力を残したまま降伏に至ることになる。

本研究は、梁端部の固定度を下げ、主架構の剛性を小さくすることで合理的な制振構造の架構を計画する方法を試案したものである。この方法は、弾性限の拡大が見込めるため、ダンパーの応答低減効果を最大限発揮することが期待される。既報²⁾では、梁端部の回転剛性をパラメータとし、静的増分解析より、主架構の変形性能の変化を、時刻歴応答解析より、最大応答や主架構の損傷を検討した。さらに、レベル 2 を想定して擬似速度応答スペクトルを 100cm/s で基準化した地震波において各回転剛性に対して最大層間変形角が 1/100 以下となる最小のダンパー量を最適ダンパー量と定めた。本報では、擬似速度応答スペクトルを 100cm/s で基準化した地震波に対して定めた最適ダンパー量において入力地震動のレベルが梁端部を半剛接合とした制振構造建物の応答性状に与える影響を報告する。

2. 建物概要、および地震波概要

2.1 建物概要

検討対象建物は、物流施設を想定した地上 4 階、階高 6.7 m、高さ 26.8 m、長辺方向 11.0 m×8 スパン=88.0 m、短辺方向 10.0 m×3 スパン=30.0 m の鋼構建造物とする。図 1、2 に建物伏図および軸組図を示す。本論文の解析は長辺方向を対象とし、構造減衰は、主架構の 1 次固有周期 T_1 に対して減衰定数 $h=0.02$ となる剛性比例型とした。

制振構造には、履歴型の制振ブレースを用い、Y1・Y4 通りの X2 から X4 と X6 から X8 間に 1 層当たり 16 本配置する。1 層のダンパー降伏層せん断力係数 $s\alpha_{y1}$ が与えられた場合、1 層のダンパー降伏せん断力 sQ_{y1} は、以下の式で求める。

$$sQ_{y1} = s\alpha_{y1} \cdot W \quad (1)$$

ここに、 W ：建物の総重量である。 i 層のダンパー降伏層せん断力 sQ_{yi} は、1 層の降伏層せん断力に最適降伏層せん断力分布に基づく設計用せん断力比を乗じることで算出した³⁾。以降、 $s\alpha_{y1}$ をダンパー量と呼ぶ。ダンパーの降伏水平変位は全層で 9.4 mm とする。

2.2 梁端部の接合

半剛接合は、ダンパー非設置箇所の全ての梁端部とする。また、梁端部が先行降伏するものとし、半剛接合部は弾性とする。

回転剛性は、図 3 に示すように、長期荷重による梁端部と梁中央の曲げモーメントの比率 ($M_e:M_c$) に着目して決定する。検討対象建物は、剛接合時は、6.3:3.7 程度になるのに対して 5:5、4:6、2:8 となる回転剛性を採用する。各モデルにおける梁端の回転剛性を表 1 に示す。また、ダンパー設置箇所 (Y1, Y4 通りの X2-4 間と X6-8 間) の梁端部の接合方法を図 4 に示す。本報では、剛接合とピン接合の 2 パターンを考える。

以上より、本報における採用モデルを表 1、最適ダンパー量²⁾を表 2 に示す。

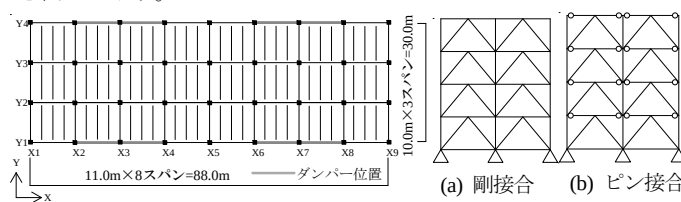


図 1 建物伏図

図 4 ダンパー設置箇所梁端

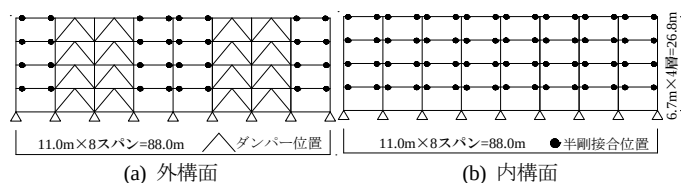


図 2 軸組図

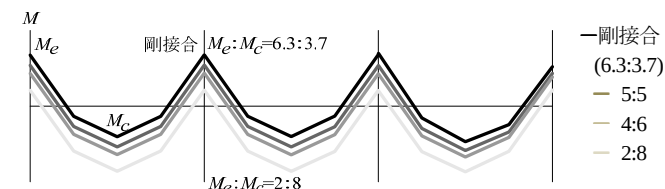


図 3 長期曲げ応力図

表 1 採用モデルと呼称

		ダンパー設置箇所	
		剛接合	ピン接合
梁端剛性	剛接合	rig	-
	5:5	55-r	55-p
	4:6	46-r	46-p
	2:8	-	28-p

表 2 最適ダンパー量²⁾

モデル名	ダンパー量 $s\alpha_{y1}$	
	ART HACHI	ART KOBE
rig	0.06	0.08
55-r	0.06	0.08
55-p	0.06	0.10
46-r	0.06	0.08
46-p	0.08	0.10
28-p	0.06	0.10

The Influence of Level of Earthquake on the Response and Damping
Effect of the Vibration Control Structure Building with Semi-rigid
Connection of the Beam Edge

Yuta Arima, Naoya Wakita, Michio Yamaguchi
Yuta Watanuki, Toshiaki Sato, Masato Shibuya
Daiki Sato, Haruyuki Kitamura

3.地震波概要

解析に用いる入力地震動は、コーナー周期 $T_c = 0.64\text{s}$ 以降で、擬似速度応答スペクトル $\rho S_v = 25, 100, 150\text{ cm/s}$ ($h=0.05$) となる、位相特性が HACHINOHE 1968 EW および KOBE 1995 NS の模擬地震動を用いる。以降では、それぞれを ARTHACHI25,100,150, ARTKOBE25,100,150 と呼ぶ。図 5(a),(b) に各入力地震動の擬似速度応答スペクトル ρS_v とエネルギースペクトル V_E をそれぞれ示す。

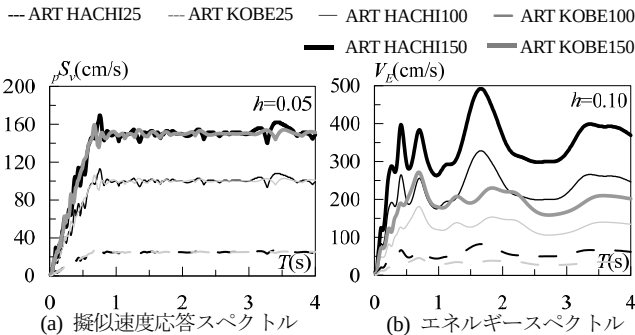


図5 擬似速度応答スペクトルとエネルギースペクトル

4.解析結果

図6に最適ダンパー量を決定した地震動レベル ($\rho S_v = 100\text{ cm/s}$) における応答を示す。最適ダンパー量を決定した地震動レベル時は、半剛接合とすることで、せん断力が低減出来ることがわかる。図7に最大せん断力 Q および最大層間変形角 R の高さ方向分布を、図8に ARTHACHI 150 および ARTKOBE 150 における、入力エネルギーに対する主架構のエネルギー吸収率 $\rho W_p / E$ を示す。図7(a), (c)より $\rho S_v = 25\text{ cm/s}$ の場合、剛接合と半剛接合の応答に大きな差は生じなかった。これは、 $\rho S_v = 100\text{ cm/s}$ 時と比較して最大層間変形角が小さくなることによりダンパーのエネルギー吸収効率の差も小さくなったためであると考えられる。また、

図7(b), (d), 図8より $\rho S_v = 150\text{ cm/s}$ においては、半剛接合とすることで剛接合時より最大層間変形角が大きくなってしまいが、最大せん断力および主架構の損傷を低減できることがわかった。

5.まとめ

入力地震動のレベルが梁端部を半剛接合とした制振構造建物の応答に与える影響を検討した。入力地震動のレベルが最適ダンパー量を決定した地震動レベルより小さい場合は、梁端部を半剛接合としても剛接合時と応答に大きな差は見られなかった。一方、地震動のレベルが大きな場合は、梁端部を半剛接合とすると剛接合時よりせん断力および主架構の損傷が低減できることを示した。

謝辞

本研究は、新日鉄住金エンジニアリング株式会社、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エネルギー法研究会の成果の一部である。

参考文献

- 1) 脇田直弥, 松蔭知明, 樋口公平, 中村秀司: エネルギー法による建物の構造設計～優れた耐震性と経済性を両立した設計手法の確立～, 新日鉄エンジニアリング技報, 第3号, pp.48-56, 2012.1
- 2) 有間雄太, 脇田直弥, 山口路夫, 綿貫雄太, 佐藤利昭, 渋谷政斗, 佐藤大樹, 北村春幸: 梁端部を半剛接合とした制振構造建物の応答評価, 日本建築学会関東支部研究報告集, 2015.3
- 3) 秋山宏: エネルギーの釣合に基づく建築物の耐震設計, 技法堂出版, 1999.11

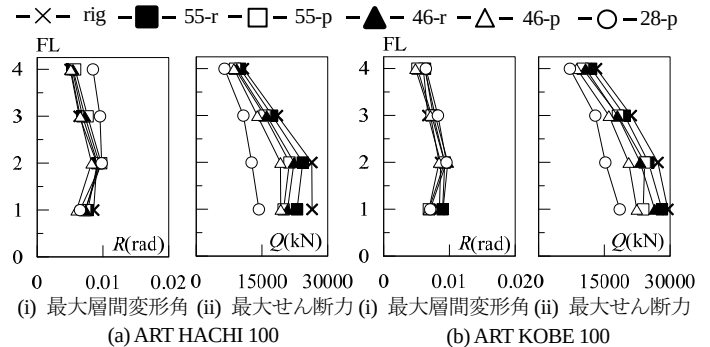


図6 レベル2を想定した地震動レベルにおける最大応答

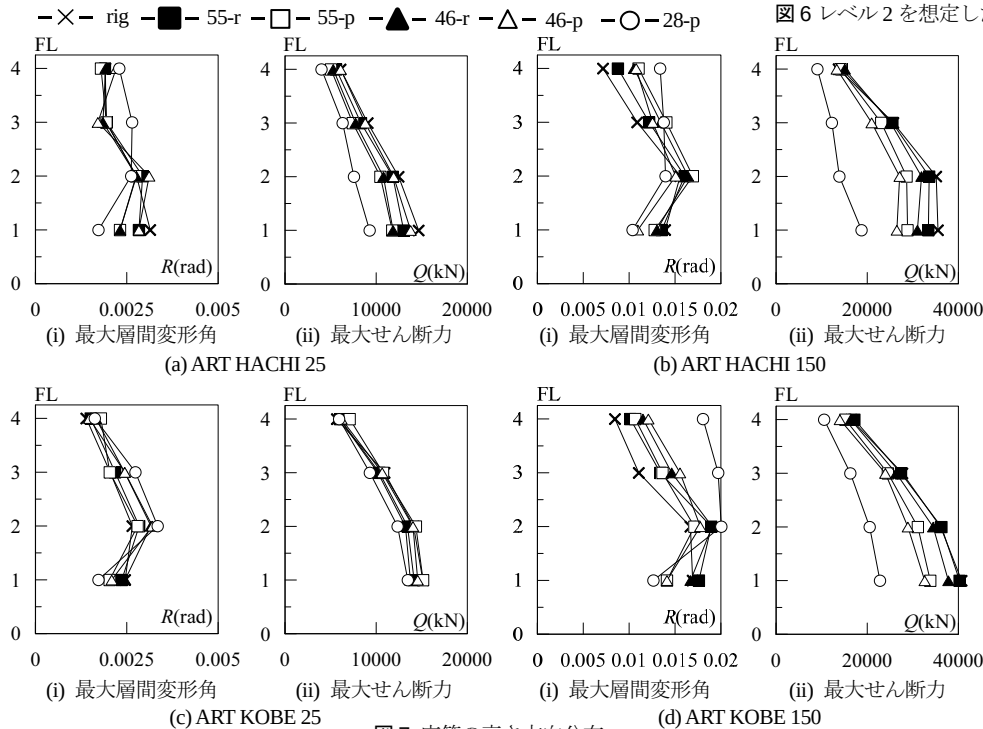


図7 応答の高さ方向分布

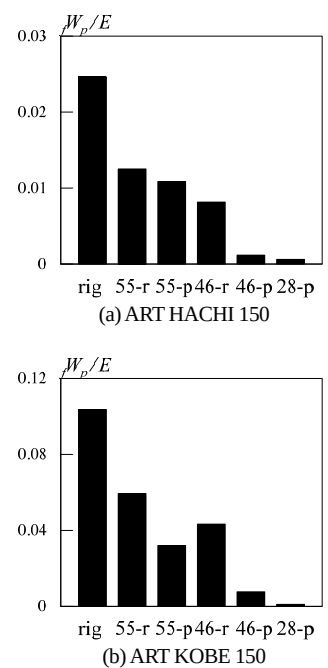


図8 主架構のエネルギー吸収率

*1 東京理科大学

*2 新日鉄住金エンジニアリング

*3 大建設計 (元東京理科大学) *4 東京工業大学

*1 Tokyo University of Science

*2 Nippon Steel & Sumikin Engineering Co., Ltd

*3 Daiken Sekkei Inc *4 Tokyo Institute of Technology