鋼構造骨組に設置された間柱型ダンパーの応力変動についての研究 間柱の配置・剛性が主架構および間柱の応力状態に与える影響の基礎的考察 A study on stress distribution of steel frames with stud-type damper Fundamental examination about influence of arrangement and stiffness

○松村 康司¹, 五十嵐 公一¹, 石鍋 雄一郎², 中島 肇² *Koji Matsumura¹, Koichi Ikarashi¹, Yuichiro Ishinabe², Hajime Nakajima²

Abstract: Stud-type shear panel damper is a kind of energy dissipation response controlled structure. The design method is prescribed in a design guideline "Recommended Provisions for Seismic Damping Systems applied to Steel Structures". But it is not decided definite presently how axial force influences plastic deformation capacity. In this study, focusing on 4-storey steel structure axial forces in studs installed into steel frames and stress distribution are examined.

1. はじめに

制振構造におけるせん断パネルの設計法に関しては, 鋼構造制振設計指針¹¹にまとめられているが,軸力が塑性 変形性能に与える影響はいまだ定量的に示されていない のが現状である.同指針においては過度と見なされる軸 力に対しては,実験及び解析によりその影響を検討する 必要があると記載されるに留まっている.

既往の研究では、一定軸力下のせん断パネルの挙動を 検討した実験・解析^[2]が多く、地震時の変動軸力を考慮し たものはほとんどない、本研究では、間柱を設置した鋼 構造骨組についての数値解析を行い、間柱に生じる軸力 や、主架構の応力変動などの構造性状を把握することを 目的としている.

2. 解析モデルと解析条件

解析モデルは、パッシブ制振構造設計・施工マニュア ル^[2]に掲載されているテーマストラクチャーのうち、4層 モデルを間柱無モデルとし、Figure 1.に示すように2パタ ーンの間柱配置を設定する.Y1 通り軸組図を Figure 2. に示す.間柱の配置は1層から4層まで同じ配置とする. 間柱は、パターン1とパターン2それぞれにおいて主架 構に対する間柱の剛性が概ね0.5倍及び1.0倍になるよう に間柱の断面を決定した.間柱の断面リストを Table 1.



1:日大理工・学部・建築 2:日大理工・教員・建築

に示す.

本解析は、3 次元解析モデルによる弾性応力解析で ある.水平荷重は、標準層せん断力係数を0.2 として Ai 分布で与えた.各層への水平荷重を Table 2.に示す.スラ ブによる梁の曲げ剛性増大率を片側スラブでは1.5倍、両 側スラブでは2.0倍に設定し、剛床仮定とした.基礎梁は 400×1500の RC 造(Fc24)とした.

Table 1. Cross section of studs

a) Pattern 1 (0.5 times stiffness)

層	寸法	断面2次モーメント(mm ²)
4	H-294X200X8X12	1.11X10 ⁸
3	H-350X175X7X11	1.35X10 ⁸
2	H-294X302X12X12	1.66X10 ⁸
1	H-344X348X10X16	3 28X10 ⁸

b) Pattern 1 (1.0 times stiffness)

	, , , ,	,
層	寸法	断面2次モーメント(mm ²)
4	H-344X348X10X16	3.28X10 ⁸
3	H-350X350X12X19	3.98X10 ⁸
2	H-440X300X18X13	5.47X10 ⁸
1	H-600X200X11X17	7.56X10 ⁸

c) Pattern 2 (0.5 times stiffness)

層	寸法	断面2次モーメント(mm ²)
4	H-298X149X5.5X8	6.32X10 ⁷
3	H-300X150X6.5X9	7.21X10 ⁷
2	H-250X250X9X14	1.07X10 ⁸
1	$H = 300 \times 305 \times 15 \times 15$	0.101108

d) Pattern 2 (1.0 times stiffness)

	, , ,	,
層	寸法	断面2次モーメント(mm ²)
4	H-294X302X12X12	1.66X10 ⁸
3	H-396X199X7X11	1.98X10 ⁸
2	H-400X200X8X13	2.35X10 ⁸
1	H-500X200X10X16	4.68X10 ⁸

Table 2. Distributions of horizontal load

	水平荷重P(kN)				
僧	間柱無	パターン1	パターン2		
4	1223	1233	1236		
3	500	508	511		
2	330	337	339		
1	178	184	185		

3. 解析結果

各層の層間変形角を Figure 3.に示す.間柱無では,層間変形角は 1/200 を超えている.間柱剛性 0.5 倍では 1/400 ~1/200 程度, 1.0 倍では 1/500~1/250 程度となっている. また層全体における間柱の剛性が同程度ならば,間柱の配置が異なっていても層間変形角にあまり差がない.

各条件において間柱に生じる軸力を Table 3.に,パター ン1剛性0.5倍モデルのY1構面の軸力とせん断力を表し たモーメント図を Figure 4. に示す.全ての場合におい て,Xs1軸とXs4軸,およびXs2軸とXs3軸で生じる軸 力の絶対値が同一である.パターン2のY2構面以外の Xs1軸において,2層以上の間柱で,剛性1.0倍が剛性0.5 倍よりも大きい引張軸力になっている.これは,剛性1.0 倍は剛性0.5倍より剛性が高く,負担せん断力の割合が大 きくなったためと言える.また,パターン2のY2構面以 外の1層間柱軸力は,2層以上の間柱軸力と引張と圧縮が 反転している.これは,間柱頂部に接続する左右のせん 断力差に起因するものである.



Figure 3. Story deformation angles

4. まとめ

本研究では、4層の鋼構造骨組に設置する間柱の剛性・ 配置の違いが層間変形角および間柱に生じる軸力に与え る影響を把握した.4層モデルでは間柱に生じる軸力は比 較的小さいが、最下層の間柱軸力が最大となる傾向が確 認された. 今後より多層のモデルを解析し間柱の軸力へ の影響を確認する必要がある.また弾性解析だけでなく、 弾塑性解析を行う予定である.

5. 参考文献

- [1]日本建築学会:鋼構造制振設計指針, 2014.11
- [2]入江,石鍋ら:間柱型パネルダンパーの履歴特性に及ぼす圧縮軸力の影響(その1),(その2),日本建築学会大会学術講演梗概集,pp.859-860,2016.8
- [3]日本免震構造協会:パッシブ制振構造 設計・施工マ ニュアル 第3版, pp.341-352, 2013.1



Figure 4. Y1 plane's stress of pattern 1 (0.5 times stiffness)

b) Y3 plane of Pattern 1

Table 3. Axial forces of studs

	a) Y1 plane of Pattern 1						
	ם	副本に		軸力	(kN)		
,	冒	利]主K	Xs1	Xs2	Xs3	Xs4	
	4	0.5	5	0	0	-5	
	4	1.0	6	0	0	-6	
_	<u>^</u>	0.5	10	0	0	-10	
	3	1.0	13	0	0	-13	
_	^	0.5	10	0	0	-10	
2	1.0	14	0	0	-14		
	-	0.5	-10	0	0	10	
		1.0	-1	0	0	1	

軸力(kN) 層 剛性k 0.5 4 1.0 6 0 Ω 0.5 9 -9 3 13 1.0 -1 -13 0.5 -2 2 2 1.0 13 3 0.5 -19 1 10

	园	网山村工	軸力(kN)				
s4	眉	例]]±K	Xs1	Xs2	Xs3	Xs4	
-2	4	0.5	4	-1	1	-4	
-3	4	1.0	5	0	0	-5	
0	0	0.5	6	-1	1	-6	
-4	3	1.0	9	-1	1	-9	
9	0	0.5	2	-2	2	-2	
2	2	1.0	7	-2	2	-7	
46	1	0.5	-24	-4	4	24	
30	-	1.0	-13	-3	3	13	

e) V3 plane of Pattern 2

※+引張,一圧縮

c) Y1	plane of Pattern	2



d)	Y2 plane of Pattern 2
	動力(kN)

园	副学生		軸力	(kN)		囩	网山村山
眉	阿川王氏	Xs1	Xs2	Xs3	Xs4	眉	
4	0.5	2	-1	1	-2	4	0.5
4	1.0	3	-1	1	-3	4	1.0
2	0.5	0	-2	2	0	2	0.5
3	1.0	4	-2	2	-4	ა	1.0
2	0.5	-9	-5	5	9	2	0.5
2	1.0	-2	-4	4	2	2	1.0
1	0.5	-46	-7	7	46	1	0.5
	1.0	-30	-5	5	30		1.0