

圧効きオイルダンパを用いる木造住宅の耐震性能と耐震設計
—その4— 2層木造住宅の耐震補強設計例

圧効きオイルダンパ 耐震補強 壁強さ倍率
接合部設計

正会員 ○久保田雄大*¹ 同 曾田五月也*²
同 宮津 裕次*³

1. はじめに

圧効きオイルダンパ(以下、本ダンパ)は財団法人日本建築防災協会(以下、建防協)にて「コラボパワー制震工法」として住宅技術評価認定を取得している。本報ではその認定に則った耐震補強の設計例を、特徴的な事項を中心に示す。

2. 設計の考え方

建防協での A,B2 つの設置パターンでの性能評価値を表1に示す。この評価で用いられている壁強さ倍率の算定方法には小振幅時での減衰評価も含まれ、表1の壁強さ倍率は小さく評価されているため、本評価での耐震補強では多くの本数を設置することになる。本ダンパの最大負担荷重にて柱頭・柱脚の引抜力を算定することから、1本の柱に対して複数の本ダンパを設置する場合には柱頭・柱脚接合部の金物の耐力が不足することがある。大掛かりな接合部補強を避けるためにも、補強を行う際には柱頭・柱脚に引抜力が過大に集中しないよう、ダンパを分散してバランスよく配置することを心がける。

3. 設計方法

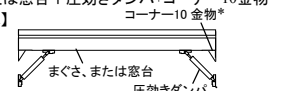
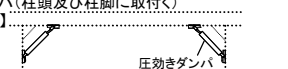
3.1 本ダンパの配置ルール

本ダンパは圧縮のみに効く片効きなので、向きの違う一対(右上り+左上り)で配置する。本ダンパの設置スパンは900mm以上3640mm以下とするが、一対は同一スパン内に設けなくても同一の構面内に配置されていれば良い(図1)。また、同一柱面に同じ向きで取り付くダンパは2本以下とする(図2)。尚、圧効きダンパは速度に比例して耐力を発揮するため、速度に比例しないで耐力を発揮する面材等の耐力の合計で0.7以上の評点を確保するものとする。

3.2 柱頭・柱脚接合部の設計方法

圧効きダンパを設置したスパンに水平力が作用した場合の応力状態は図3のようになる。本ダンパを設置する柱では、柱左右に設置した本ダンパからの柱頭の引抜力をそれぞれ計算して足し合せ、接合部金物を選択する。しかし、各接合部について計算を行うことは非常に煩雑な作業であるため、設置スパンにおける柱頭・柱脚引抜力簡易算定表(表2)を用意してある。表2を利用することで、計算なしに簡易に引抜力を算定することができる。またこれに、表3に示すN値計算に基づく鉛直荷重による押さえ込み荷重²⁾を考慮したものが表4のダンパ接合部設計用引抜力算定表である。同表はダンパのみを設置した場合の接合部設

表1 配置パターンと壁強さ倍率

構成	壁強さ倍率、壁基準耐力	壁基準剛性
まぐさ、または窓台+圧効きダンパ+コーナー10金物 【パターンA】 	1.0kN/一対	70kN/rad/一対
圧効きダンパ(柱頭及び柱脚に取付く) 【パターンB】 	0.7kN/一対	38kN/rad/一対

*引抜き耐力 10kN 以上を有する指定の接合部金物

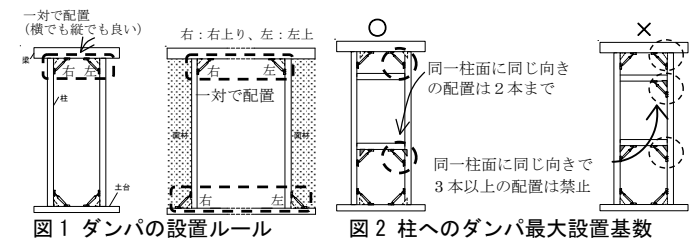


図1 ダンパの設置ルール

図2 柱へのダンパ最大設置基数

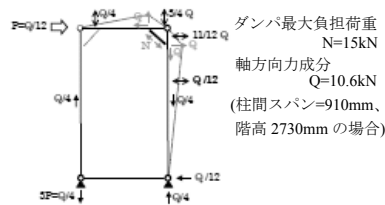


図3 柱頭・柱脚引抜力算定例

表2 設置スパンにおける柱頭・柱脚引抜力簡易算定表

柱への同じ向きのダンパ設置基数	引抜き検定値[kN]	
	1基	2基
ダンパあり柱頭	10.6	10.6
ダンパあり柱脚	10.6	13.25
ダンパなし柱頭	2.65	2.65
ダンパなし柱脚	2.65	5.3

表3 N値計算に基づく鉛直荷重による柱の押さえ込み荷重表

階数	押さえ込み荷重[kN]	
	端部柱	内部柱
最上階	2.12	3.18
3階建ての2階及び2階建ての1階	5.29	8.47
3階建ての1階	8.47	13.76

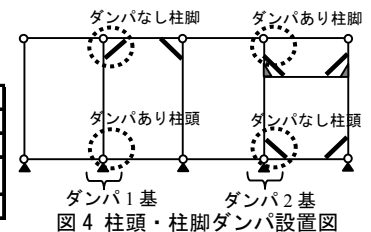


図4 柱頭・柱脚ダンパ設置図

表4 ダンパ接合部設計用引抜力算定表

ダンパ設置基数	仕口部のダンパ有無	取り付く柱の位置	検討する仕口部	建物階数					
				3階建て		2階建て		平屋建て	
				3階	2階	1階	2階	1階	1階
2基	あり	端部柱	柱頭	8.48	5.31	2.13	8.48	5.31	8.48
			柱脚	11.13	7.96	4.78	11.13	7.96	11.13
			内部柱	7.42	2.13	(3.16)	7.42	2.13	7.42
	なし	端部柱	柱頭	10.07	4.78	(0.51)	10.07	4.78	10.07
			柱脚	0.53	(2.64)	(5.82)	0.53	(2.64)	0.53
			内部柱	3.18	0.01	(3.17)	3.18	0.01	3.18
1基	あり	端部柱	柱頭	2.12	(3.17)	(8.46)	2.12	(3.17)	2.12
			柱脚	8.48	5.31	2.13	8.48	5.31	8.48
			内部柱	7.42	2.13	(3.16)	7.42	2.13	7.42
	なし	端部柱	柱頭	7.42	2.13	(3.16)	7.42	2.13	7.42
			柱脚	0.53	(2.64)	(5.82)	0.53	(2.64)	0.53
			内部柱	0.53	(2.64)	(5.82)	0.53	(2.64)	0.53
				(0.53)	(5.82)	(11.11)	(0.53)	(5.82)	(0.53)
				(0.53)	(5.82)	(11.11)	(0.53)	(5.82)	(0.53)

計を想定しているが筋かいや耐力壁との併用した場合はそれぞれの引抜力を別途に計算し、足し合わせて接合部金物を選択する事になる。

4. 設計例

モデルプランを用いて図5のフローに合わせて耐震補強設計例を示す。

4.1 モデルプラン概要

図6にモデルプラン1階平面図を示す。建物条件は木造2階建て、重い屋根の建物としている。外壁、内壁は土塗壁厚55mmとし、他の耐力要素としては3ツ割筋かいが設置されている。

4.2 補強前上部構造評定の算定

建防協の一般診断法方法¹⁾に則り補強前上部構造評点を算定する。表5に示すように、このプランでは1階の上部構造評点が不足していることが分かる。また、1階のX方向に偏心が見られ、建物保有耐力に低減がかかっている。

4.3 必要ダンパ対数の算定

必要耐力から4.2項で求めた建物保有耐力を差し引き、その値を本ダンパの壁強さ倍率で除した値が圧効き必要ダンパ対数となる(表6)。このとき、壁強さ倍率が小さいパターンBを基準として計算する(補強後に評点到過が見られる場合は、ダンパの設置対数を調整する)。

4.4 本ダンパの配置

本ダンパの設置位置は、開口部や壁内部に設置できることが特徴である。このプランでは1階X方向において偏心が見られるが、ダンパを耐力の不足領域(北側)に重点的に配置することで偏心を解消することができる。これにより偏心によって低減された分の評点を相対的に上げることとなる。また、開口部の上下に積極的に配置することで居住空間を大きく変更することなしに耐震補強を行うこととする。図7にモデルプラン補強案1階平面図を示す。

4.5 柱頭・柱脚接合部の設計

モデルプランでは圧効きダンパの設置は1階だけなので、表4から建物階数が「2階建て」かつ「1階」の該当部分を参照して圧効きダンパを設置した柱頭・柱脚の引抜力をそれぞれ算定する。引抜力が3kN以下の場合には既設の金物のままとし、3kNを超え10kN以下の場合には引抜耐力10kNの金物を各接合部に設置することとした。これにより、本ダンパを設置した柱位置での接合部低減は考えなくて良い。

4.6 補強後上部構造評定の算定

本ダンパを考慮した建物保有耐力を算定し、4.2項と同様に上部構造評点を算出する(表7)。今回は1階X方向の偏心による低減を解消することで、4.3項で求めたダンパ必要組数より少ないダンパ組数で目標評点を達成することができた。最終ダンパ補強組数を表8に示す。

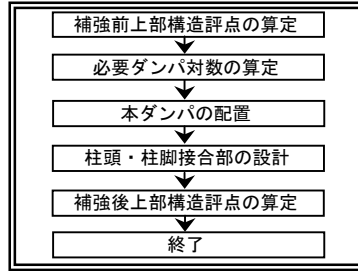


図5 耐震補強設計フロー

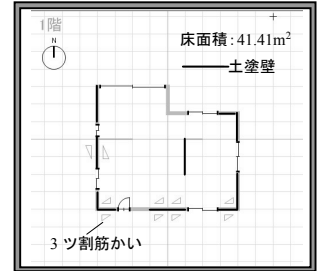


図6 モデルプラン1階平面図

表5 補強前上部構造評点

階	方向	強さ P(kN)	配置などによる低減係数E	劣化度 D	建物保有耐力 Pd=P×E×D	必要耐力 Qr(kN)	上部構造評点 Pd/Qr
2	X	21.85	1.00	1.00	21.85	19.31	1.13
	Y	20.85	1.00	1.00	20.85	19.31	1.08
1	X	36.45	0.75	1.00	27.34	43.89	0.62
	Y	37.54	1.00	1.00	37.54	43.89	0.86

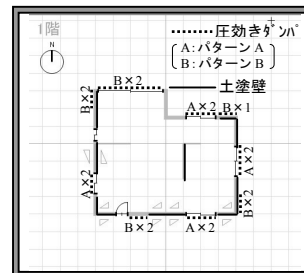


図7 モデルプラン補強案1階平面図

表6 必要ダンパ対数の算定

階	方向	必要耐力	建物保有耐力	差分必要耐力	必要ダンパ対数
2	X	19.31	21.85	(2.54)	-
	Y	19.31	20.85	(1.54)	-
1	X	43.89	27.34	16.55	24
	Y	43.89	37.54	6.35	9

差分必要耐力: 必要耐力-建物保有耐力
必要ダンパ対数: 差分必要耐力/0.7

表7 補強後上部構造評点

階	方向	強さ P(kN)	配置などによる低減係数E	劣化度 D	建物保有耐力 Pd=P×E×D	必要耐力 Qr(kN)	上部構造評点 Pd/Qr
2	X	21.85	1.00	1.00	21.85	19.31	1.13
	Y	20.85	1.00	1.00	20.85	19.31	1.08
1	X	43.95	1.00	1.00	43.95	43.89	1.00
	Y	44.34	1.00	1.00	44.34	43.89	1.01

表8 ダンパ最終補強対数

階	方向	ダンパ必要対数		ダンパ最終補強対数	
		パターンA	パターンB	パターンA	パターンB
2	X	-	-	-	-
	Y	-	-	-	-
1	X	-	24	4	5
	Y	-	9	4	4

5. まとめ

本報告では本ダンパを用いた耐震補強設計の考え方を示し、これに合わせた補強設計例を示した。圧効きダンパは開口壁への設置も可能であり、偏心率の改善にも有効である。

参考文献:

- 1) 日本建築防災協会: 木造住宅の耐震診断と補強方法 木造住宅の耐震精密診断と補強方法(改訂版), 2006.6
- 2) 建築知識 2007 06 No.621

*1 えびす建築研究所

*2 早稲田大学創造理工学部建築学科教授 工博

*3 早稲田大学創造理工学部建築学科助手 博士(工学)

*1 Ebisu Building Laboratory Co.

*2 Prof., Dept. of Architecture, Waseda Univ., Dr. Eng.

*3 Research Assoc., Dept. of Architecture, Waseda Univ., Dr. Eng.