6. 近年の制震ブレース工法の適用例

Application to Seismic Retrofit Method by Means of Damping Braces in Recent Years

上田英明*　滝口純一**

－概要－

本工法は、変形性能の劣る鉄筋コンクリート系建物を対象に開発した耐震補強工法である。建物の外壁面に摩擦ダンパーを組み込んだブレース材(制震ブレース)を取付けて耐震性能の向上を図るものであり、建物を使用しながらの施工が可能である。

開発当初は、地震時の防災拠点となる学校建築に対する適用例が多く、短期間での施工が可能であることから実績を積み上げている。一方、共同住宅に対しても初期の段階から適用を試みていたが、補強に要する費用の住民負担が大きいなどの理由から、実施に至らない傾向にあった。しかしながら、近年、特に東京都においては耐震改修促進計画が設けられ、耐震補強に対する助成制度の拡充が図られており、共同住宅などの補強工事における住民負担が軽減される状況にある。このような状況の下、本工法の適用例も近年では共同住宅が大きな割合を占めるように推移している。

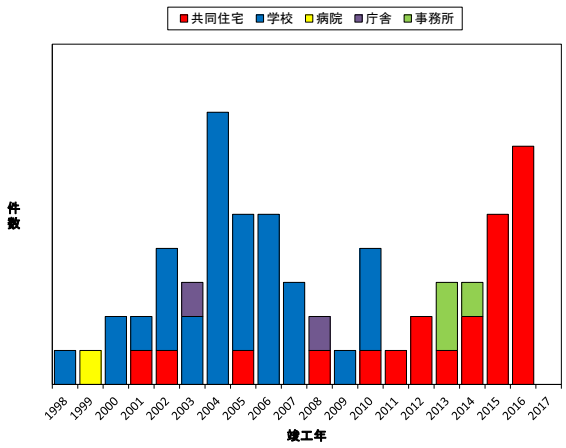


図　制震補強実施件数の推移

民間共同住宅への適用例

UR 都市再生機構共同住宅への適用例

民間共同住宅への適用例

民間共同住宅への適用例

*技術研究所建築研究室　**東京建築本店設計部

近年の制震ブレース工法の適用例
Application to Seismic Retrofit Method by Means of Damping Braces in Recent Years

○上田　英明*　滝口　純一**
Hideaki AGETA　Junichi TAKIGUCHI

ABSTRACT　This paper has the retrofit on seismic retrofitting by means of exterior brace absorbing seismic energy. An existing apartment buildings were retrofitted with the brace installing friction damper. This paper described abstract of the retrofit design and work in recent years.

Keywords：耐震補強，制震ブレース，摩擦ダンパー，学校建築，集合住宅
Seismic Retrofit, Damping Braces, Friction Damper, School Building, Apartment Building

1. はじめに

本制震補強工法は、変形性能の劣る鉄筋コンクリート系建物を対象に開発した耐震補強工法である。建物の外壁面に摩擦ダンパーを組み込んだブレース材(制震ブレース)を取付けて耐震性能の向上を図るものであり、建物を使用しながらの施工が可能である。

開発当初は、地震時の防災拠点となる学校建築に対する適用例が多く、短期間での施工が可能であることから実績を積み上げている。一方、共同住宅に対しても初期の段階から適用を試みていたが、補強に要する費用の住民負担が大きいなどの理由から、実施に至らない傾向にあった。しかしながら、近年、特に東京都においては耐震改修促進計画 [1)]が設けられ、耐震補強に対する助成金制度の拡充が図られており、共同住宅などの補強工事における住民負担が軽減される状況にある。このような状況の下、本工法の適用例も近年では共同住宅が大きな割合を占めるように推移している(図 1)。

本報では、近年実施した集合住宅に対する制震補強適用例の概要を紹介する。

2. UR 都市再生機構共同住宅への適用例

2.1 建物概要

本補強工事は、広大な敷地に点在する計 11 棟の集合住宅(図 2)が対象であり、各々の建物はT字型の平面形状を持つ 11 階建てである。構造形式は各棟共通で、1,2 階が鉄骨鉄筋コンクリート(SRC)造、3～11 階が鉄筋コンクリート(RC)造で

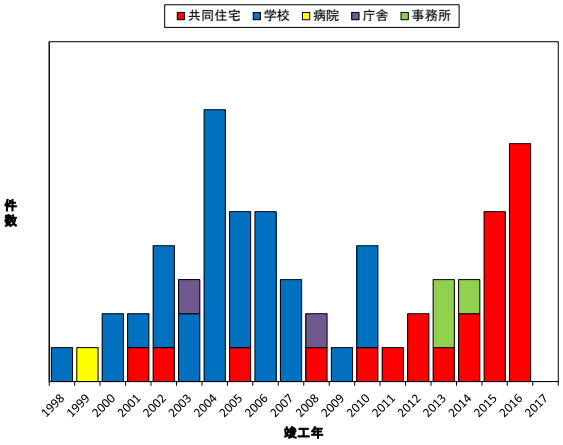


図 1　制震補強実施件数の推移

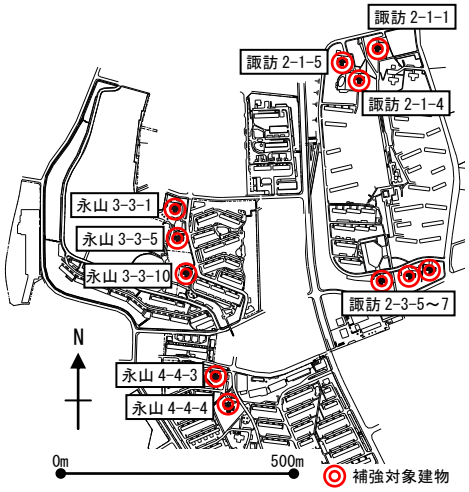


図 2　耐震補強対象建物の全体配置

*技術研究所　建築研究室　　**東京建築本店　設計部

写真 1　UR 都市再生機構共同住宅への適用例

ある。補強設計前に行った耐震診断では、すべての建物の構造耐震指標(Is)が 0.6 を下回り、耐震性に疑問ありとの判定であり、補強工事に多大なコストおよび工期を要する状況であった。

2.2 耐震補強計画

補強計画に際して、発注者より居住者が移転すること無く工事を行える計画とすること、また、補強部材の配置は建物の北面および東西面とすること等の要望が挙げられていた。また、在来補強と比較して、コストや工期を低減する必要があった。

このような状況のもと、合理的な補強法として、制震補強を採用し、補強部材(外付け鉄骨フレームおよび制震ブレース)を建物北面の外部、および、東西のバルコニー先端部に設置することとした。その結果、建物の外観および採光に対する影響を極力小さくするとともに、補強工事中の住戸への立ち入りをなくす計画が可能となった。

写真 1 に補強建物外観を、図 3 に建物の基準階平面図(各棟共通)を、図 4 に北側立面図の例を、表 1 に棟毎の補強量一覧を示す。

2.3 補強設計の概要

補強設計の概要を以下に記す。

・建物の X,Y 両方向とも、外部に制震ブレースを設置することによって、地震時の変形を制御し、最大層間変形角を 1/150 程度におさまることを確認した。

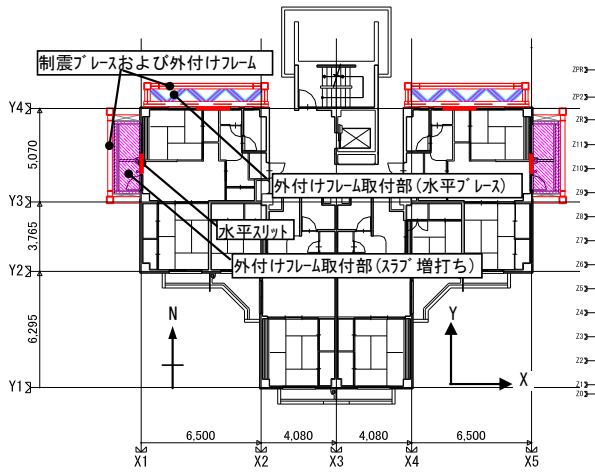
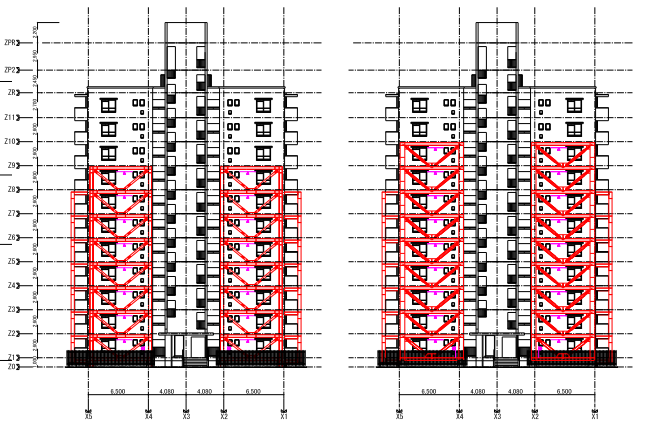


図 3　基準階平面図



(a) 摩擦ダンパー使用　　(b) ブレース型鋼材ダンパー使用

図 4　補強建物立面図

・外付けフレーム設置による建築面積の増加をなくし、かつ、補強部材による採光への影響を極力小さくする取付部を採用した。具体的には、北面の鉄骨フレームと既存躯体との取付部には水平ブレースを採用し、東西面のフレーム取付部は既存バルコニー部のみにスラブを増打ちすることにより対応している。図 5 に通常の鉄骨フレーム取付部と建築面積増にならないと判断される取付部の考え方を示す。

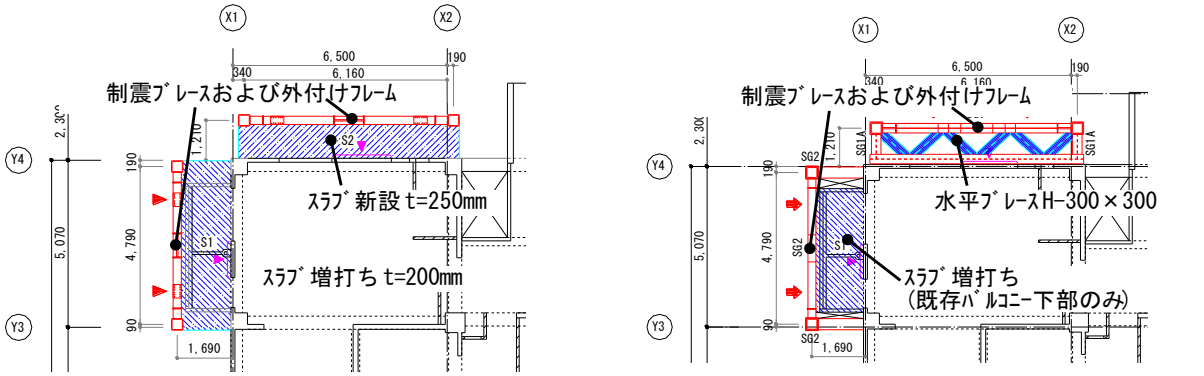
・制震ブレースを設置する箇所の既存躯体の梁のせん断破壊を防止するため、方立壁には水平スリットを設けた。

・地盤条件により入力地震動(告示波)が大きくなる建物に対して、ブレース型鋼材ダンパーを採用し、エネルギー吸収性能に加えて強度を付加する設計とした。

表 1　建物毎の補強量一覧

建物名称	諏訪2-1-1他7棟		*諏訪2-3-7、永山4-4-4		**永山3-3-1	
階	X方向	Y方向	X方向	Y方向	X方向	Y方向
11						
10					2	
9			2		2	
8	2		2		2	2
7	2	2	2	2	2	2
6	2	2	2	2	2	2
5	2	2	2	2	2	2
4	2	2	2	2	2	2
3	2	2	2	2	2	3
2	2	2	2	2	2	3
1	2	2	2	2	2	3
計	16	14	18	14	20	19
	30		32		39	

注意:
表中の数値はブレースセット数を示す(1セット:ブレース2本使用)
*諏訪2-3-7および永山4-4-4のX方向はﾌﾞﾚｰｽ型鋼材ﾀﾞﾝﾊﾟｰを使用
**永山3-3-1はX、Y方向ともﾌﾞﾚｰｽ型鋼材ﾀﾞﾝﾊﾟｰを使用



(a)通常の取付部　　(b)改良取付部

図 5　外付け鉄骨フレーム取付部に対する建築面積増加の考え方

3. 民間分譲共同住宅への適用例

1 章にも示したように、民間の分譲共同住宅に対する耐震補強は、補強設計及び工事に要する住民負担が大きいなどの理由から、実施に至らない傾向にあった。しかしながら、東京都においては、首都直下地震の危険性を重要視し、建築物の耐震化に積極的に取組み、計画的かつ総合的に耐震化を促進するため、「東京都耐震改修促進計画」[1)]が策定(平成 28 年改訂)され、助成金制度の拡充が図られている。

このような状況の下、民間分譲共同住宅に対する制震補強事例も増加している。ここでは、民間分譲住宅に対する適用例を概説する。

3.1 建物概要

対象建物は、東京都の特定緊急輸送道路である環状 7 号線に面した分譲マンションである。建物は L 字形の平面形状であり、エキスパンションジョイントにて 3 棟(A,B,C 棟)に分割されている。A,B 棟は 12 階建ての鉄骨鉄筋コンクリート(SRC)造であり、C 棟は 10 階建てで 1～4 階が

SRC 造､5～10 階が鉄筋コンクリート造である。各棟とも、1 階は店舗や事務所となっており、2 階以上が共同住宅である。

補強設計前に行った耐震診断では、A 棟の 1 階および 3～8 階で、B 棟の 1～10 階で、また、C 棟の 1 号棟の 5～9 階で、構造耐震指標(Is)が 0.6 を下回り、耐震性に疑問ありとの判定であった。

3.2 耐震補強計画

補強計画に際して、2 章に示した発注者要望と同じく、住民が移転することなく、住まいながら補強工事が行えることとの要望があげられていた。この要望を受けて、住戸の外側に鉄骨フレームを設置し、A,B 棟には制震ブレースを、C 棟には鉄骨ブレースを組み込む補強工法を採用した。また、1 階の店舗･事務所には、主に耐震壁増し打ちを施すこととした。

写真 2 に補強建物外観を、図 6,7 に建物の基準階および 1 階平面図を、図 8 に補強構面の立面図を、表 2 に各棟の補強量一覧を示す。

3.3 補強設計の概要

補強設計の概要を以下に記す。

・A,B 棟とも、住戸部にはバルコニー先端に鉄骨フレームを設置し、この中に摩擦ダンパーを用いた制震ブレースを組み込み、地震時の変形を制御する制震補強工法とした。目標とする変形レベルは､地震時の各階の最大層間変形角を 1/125 以下としたことに加え､地震時に A,B 棟が衝突しないように､各階の変位が既存のエキスパンションジョイントのクリアランス(最大 230mm)以下と設定した。なお、各階の柱にはせん断破壊を防止し､変形性能を向上させるようにスリットを設けている。

写真 2　建物外観

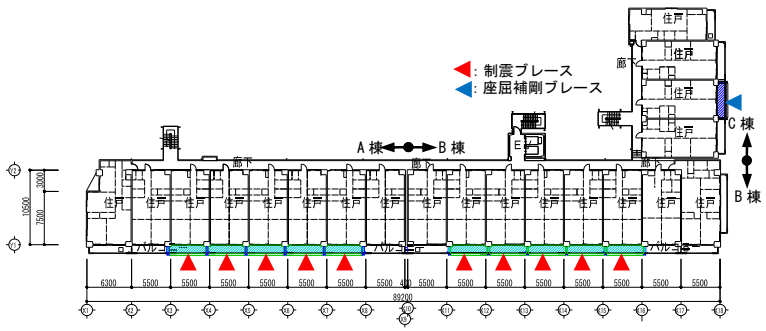


図 6　基準階平面図(5 階)

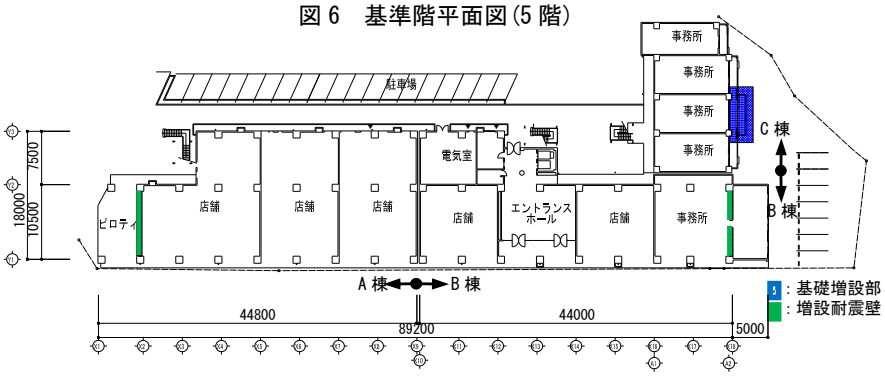


図 7　1 階平面図

(a) A, B 棟南側立面　　(b) C 棟東側立面

図 8　補強後立面図

・A,B 棟の 1 階は耐震壁の増打を行い、偏心率を改善し、形状指標(S_D)の向上を図り、両棟とも構造耐震指標(Is)0.6 以上を確保した。

・C 棟には、中層から上層の柱に付く腰壁にスリットを設け、せん断破壊の防止及び変形性能の向上を図り、耐力の不足する 5,6 階に二重鋼管座屈補剛ブレースを建物外部に取り付けた。耐震性能は耐震診断により行い、構造耐震指標(Is)0.6 以上となることを確認した。

なお、本補強設計は第三者機関による耐震判定を取得しており、補強設計および工事に対する助成金を取得している。

表 2　補強量一覧

棟名称	A棟			B棟			C棟	
階	制震ブレース［セット］	耐震壁［ヵ所］	スリット［ヵ所］	制震ブレース［セット］	耐震壁［ヵ所］	スリット［ヵ所］	座屈補剛ブレース［セット］	スリット［ヵ所］
12	2	0	0	2	0	0		
11	2	0	0	2	0	0		
10	3	0	0	3	0	0	0	1
9	5	0	0	5	0	0	0	2
8	5	0	0	5	0	0	0	3
7	5	0	0	5	0	0	0	3
6	5	0	0	5	0	0	1	3
5	5	0	0	5	0	0	1	3
4	2	0	0	3	0	0	0	0
3	2	0	7	2	0	6	0	0
2	0	0	7	1	0	6	0	0
1	0	1	1	0	1	2	0	0
計	36	1	15	38	1	14	2	15

注意：制震および座屈補剛ブレース 1 セットはブレース 2 本使用

4. まとめ

以上、これまでの制震補強実績の推移を示し、近年増加している共同住宅への適用例を示した。

なお、参考として、本報で紹介した以外の分譲集合住宅への補強事例の外観を写真 3 に示す。

[引用文献]

1)東京都，東京都耐震改修促進計画，2016.3

写真 3　分譲集合住宅への制震補強適用例