

低層鉄骨造の損傷抑制用DIY制震補強に関する技術開発

-その10- 既存5層鉄骨造建物に対するDIY制震補強工法の施工実験

正会員 曾田五月也*1 花井勉*2
同 ○佐藤剛生*3 皆川隆之*4
三須基規*5 井上雄貴*6

低層鉄骨造
粘弾性ダンパ
DIY
振動測定実験
制震補強
時刻歴応答解析

1. はじめに

本報告では、初めに既存の5層鉄骨造建物のDIY補強実験を実施し、施工の手順と作業をして得られた知見について報告する。なお柱梁と取付け金物の接合には、前報告(その8、9)で力学性能について述べた接着剤Aを用いる。また補強前後に実施した振動測定実験の結果と、地震動に対する補強効果を時刻歴応答解析により検討した結果を述べる。

2. 対象建物の概要と補強方法

補強対象とした建物は、5階建ての鉄骨造建築物となっており、鉄骨軸組にスラブ及び内外壁が取り付けられている状態である。補強には図1に示す100kN級粘弾性ダンパを計4基使用し、Model1~3の3通りの設置方法で補強を行う。なお、躯体と取付け金物の接合には接着剤Aを用いた接着剤接合を採用する。図2には2種類の設置型式を示す。柱梁仕口部からの柱側取付け長さを1035[mm]とした型式を方杖型①、2355[mm]とした型式を方杖型②とする。図3~5には主要軸組図、主要階平面図を示し、ダンパ設置位置を各平面図に示す。表1には各Modelのダンパ4基の設置方法を、表2には主要部材断面を示す。施工実験はダンパメーカー、接着剤メーカー立会いの下実施した。

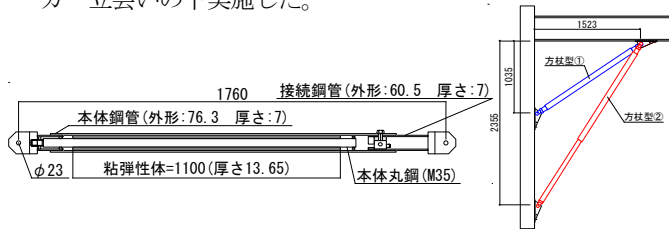


図1 ダンパ詳細図

図2 ダンパ設置型式

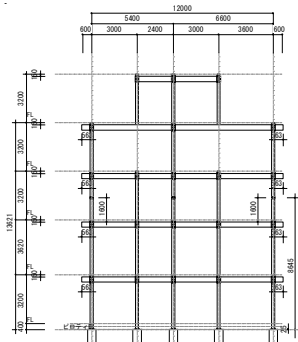


図3 Y5 構面軸組図

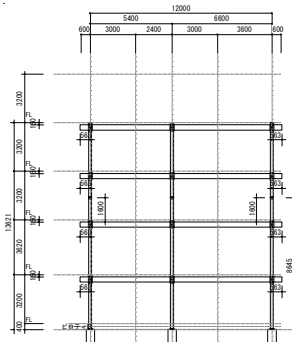
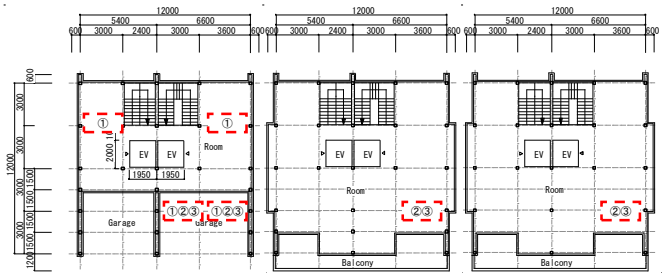


図4 Y2 構面軸組図



Model1でのダンパ配置位置

1階平面図 2階平面図 3階平面図
図5 主要階平面図

表1 ダンパ設置方法

設置型式	ダンパ設置基数[基]		
	1階	2階	3階
Model1	方杖型①	4	0
	方杖型②	0	0
Model2	方杖型①	2	1
	方杖型②	1	1
Model3	方杖型①	2	0
	方杖型②	0	1

表2 主要部材断面

部材	断面
大梁	H-350×175×7×11
小梁	H-250×125×6×9
柱	□-200×200×12

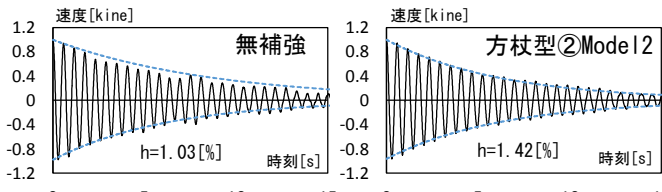
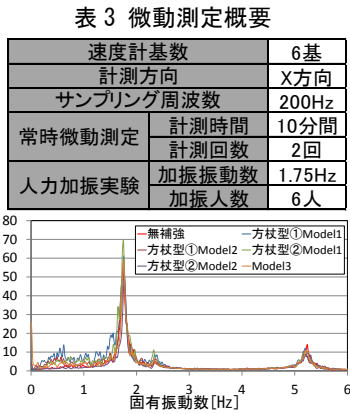
3. 施工手順と作業性の検証結果

施工手順を写真1に示す。まず、メジャー等を用いてダンパの納まる空間が確保されていることを確認する。次にダンパ、取付け金物を発注し、それぞれの接合及び養生に必要な材料、工具を準備する。接着剤に関しては2液混合型接着剤であることから、取付け箇所ごとに小分けにしておくことで容易に施工を行うことができた。また、矩形の容器では角部に接着剤が残るおそれがあるため、円形の容器にて混合することが望ましいという知見が得られた。次に金物設置位置の墨出しを行い、ベルトサンダー、有機溶剤を用いて接合箇所の表面処理を行う。その後、取付け金物に接着剤を塗布し、取付け金物の柱梁への接着、養生を行う。1週間の養生の後、ダンパの設置を行う。まず梁側のピンを通し、次に柱側のピンを通し、最後にダンパ接続部の高力ボルトをトルクレンチで締めつけて設置完了となる。使用した接着剤Aは現場での施工性が良く、本工法に適用可能であることが分かった。また、ダンパは延長鋼管を用いる仕様としたことで、現場で取付け長さを容易に微調整することができ、DIY工法に適したダンパであると言える。



4. 微動測定実験

ダンパが建築物に与える補強効果の検証を目的として微動測定実験を行う。表 3 に実験概要を示す。図 6 には 5 階で計測したデータのフーリエ振幅を地動で計測したデータのフーリエ振幅で除した伝達関数を示す。ダンパ 4 基による補強では固有振動数の大きな変化は見られなかった。図 7 には方杖型②Model2 での補強前後の人力加振実験での自由振動波形と RD 法より算出した減衰定数及び減衰曲線を示す。波形はいずれもピーク値を 1 に規準化した。補強後には減衰定数が増加していることが見て取れるが、より補強効果の高い設置基数にて地震動に対する補強効果を解析的に検討する。



5. 時刻歴応答解析

対象建物を 5 質点系せん断モデルに置換し時刻歴応答解析を行う。図 8 には解析モデル図を、表 4 には建築物諸元を、図 9、表 5 には粘弾性ダンパを模擬した 3 本の

Maxwell Model と粘性率、弾性率を示す。質量は固定荷重及び積算荷重から算定し、主構造の剛性、耐力は微動測定実験の結果より得られた振動数を元に Ai 分布から決定し BL モデルで模擬した。表 6 には入力地震動を示す。

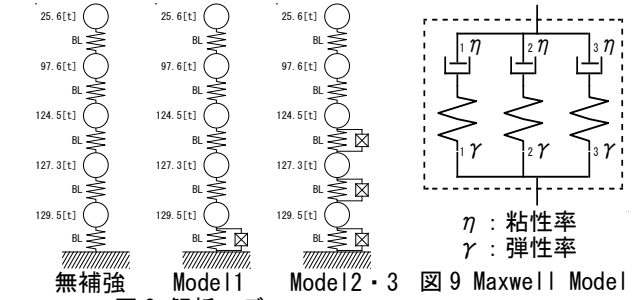


表 4 建築物諸元

階	質量 [t]	階高 [mm]	初期剛性 [kN/m]	降伏耐力 [kN]
5	25.6	3200	10088	214.3
4	97.6	3200	48548	633.6
3	124.5	3200	97698	1015
2	127.3	3620	147772	1296
1	129.5	3200	198803	1483

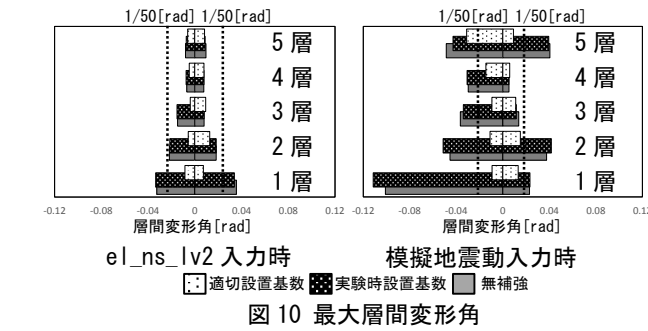
表 5 粘弾性ダンパ諸元

$1\eta = 40[kNs/m^2]$
$2\eta = 370[kNs/m^2]$
$3\eta = 11[kNs/m^2]$
$1\gamma = 150[kN/m^2]$
$2\gamma = 130[kN/m^2]$
$3\gamma = 2060[kN/m^2]$

表 6 入力地震動

入力地震波名	略称	最大加速度 [gal]	最大速度 [kine]
1940年Imperial Valley地震El centro観測波 NS成分の最大速度を50kineに規準化した地震動	el_ns_lv2	507.0	50.0
第2種地盤の安全限界検証用 スペクトルに対応する模擬地震動	模擬地震動	542.1	88.1

表 7 にはダンパ設置基数を、図 10 には補強前後の最大層間変形角を示す。適切設置基数とは模擬地震動 50 波に対して最大層間変形角を本工法の設計クライテリアである 1/50[rad]程度に低減できるダンパ設置基数を示す。適切なダンパ設置基数を設置することで全層の最大層間変形角を概ね 1/50[rad]に低減できており、十分な補強効果が見込める。



6. まとめ

施工実験より、非専門業者でも 5 層鉄骨建築物に対して簡易に DIY 制振補強工法を行えることを示した。また、微動測定実験及び時刻歴応答解析により本工法の制振効果を示した。

*1 早稲田大学創造理工学部建築学科教授 工博
*2 えびす建築研究所代表取締役 博士(工学)
*3 早稲田大学創造理工学研究科建築学専攻 (現 三菱地所設計)
*4 えびす建築研究所
*5 昭和電線デバイステクノロジー
*6 早稲田大学創造理工学研究科建築学専攻 (現 清水建設)

*1 Prof., Dept. of Architecture, Waseda Univ., Dr. Eng.
*2 President, Ebisu Building Laboratory Co., Dr. Eng.
*3 Graduate Student, Waseda Univ.
*4 Ebisu Building Laboratory Co
*5 SWCC Showa Device Technology Co., Ltd.
*6 Graduate Student, Waseda Univ.