

## 摩擦抵抗型乾式組積構造体の制振効果：接合部の水平載荷実験と実構造物に関する解析的検討

尾崎, 景  
九州大学大学院人間環境学府空間システム専攻修士課程

山口, 謙太郎  
九州大学大学院人間環境学研究院都市・建築学部門

本村, 直知  
九州大学大学院人間環境学府空間システム専攻修士課程

奥村, 卓也  
九州大学大学院人間環境学府空間システム専攻修士課程

他

<https://doi.org/10.15017/19111>

---

出版情報：都市・建築学研究. 13, pp.107-114, 2008-01-15. Faculty of Human-Environment Studies, Kyushu University

バージョン：

権利関係：

摩擦抵抗型乾式組積構造体の制振効果  
—接合部の水平載荷実験と実構造物に関する解析的検討—

Damping Effect of Friction-Resistant Type Dry-Masonry Structure  
—Horizontal Loading Test on the Connection and Analysis of a Real Building—

尾崎 景\*, 山口謙太郎\*\*, 本村直知\*, 奥村卓也\*, 松藤泰典\*\*\*

Kei OSAKI, Kentaro YAMAGUCHI, Naoharu MOTOMURA, Takuya OKUMURA  
and Yasunori MATSUFUJI

The SRB-DUP (Steel Reinforced Brick based on Distributed Unbond Prestress theory) structure can be used not only as the main load bearing structural member of a building, but also as a friction damper for controlling vibration of the building with other main structural system. In this study, high-speed horizontal loading tests were performed on the proposed connections between the SRB-DUP walls and steel frames. The horizontal load-displacement relationship of the connection between the SRB-DUP wall and steel frame was applied to static load incremental analysis and time history response analysis of a real building (Satellite Communications Laboratory, Kyushu University, Fukuoka, Japan).

As a result of the experiments and analyses, the frictional damping effect of the SRB-DUP wall is high, even the case where low prestress is given to the structure at each connecting point between wall and frame.

**Keywords :** Dry masonry, Earthquake resilient construction, Brick,

Friction damper, Loading test, Time history response analysis

乾式組積造, 凌震構造, れんが, 摩擦ダンパー, 載荷実験, 時刻歴応答解析

## 1. 序

本研究は、循環型の建築構造システムとして提案している摩擦抵抗型乾式組積構造・SRB-DUP (Steel Reinforced Brick structure based on Distributed Unbond Prestress theory) を制振壁として鉄骨造などの建築物に組み合わせたときの構造性能を検証したものである。制振壁として利用する SRB-DUP 構造体と他の構造による躯体との接合部について、比較的高速な水平載荷実験を行って復元力特性を調べ、それを基に九州大学伊都キャンパスに建設された衛星通信実験棟の時刻歴応答解析を行い、SRB-DUP 構造体の制振効果について考察を行った。

## 2. SRB-DUP 構造体の制振効果

これまでは SRB-DUP 構造体を主体構造として用いてきたが、同構造体の高い剛性を生かし、他の主体構造に制振壁として組み合わせることを提案する。SRB-DUP 構造体は、制振壁として用いるとき、木造や鉄骨造など比較的剛性の低い建物に有効である。図1は、建物の主体構造である鉄骨ラーメンの梁位置で SRB-DUP 構造体を接合しているものである。接合には鋼材を用い、ボルト接合とするが、SRB-DUP 構造体を接合する接合用鋼材のボルト穴は接合用鋼材の長手方向に長穴としておく。SRB-DUP 構造体の自重以外の固定荷重および積載荷重、ならびに地震による慣性力等は鉄骨ラーメンに作用するが、鉄骨ラーメンだけでは比較的剛性が低いため、水平力はより剛性の高い SRB-DUP 構造体に多く伝達される。その水平力が接合用鋼材と SRB-DUP 構造体のボルト接

\* 空間システム専攻修士課程

\*\* 都市・建築学部門

\*\*\* 北九州市立大学国際環境工学部

合による摩擦抵抗に達したとき、滑りが発生し、以降、鉄骨ラーメンと接合用鋼材は長穴の範囲で動摩擦抵抗を保持したまま滑り、外力のエネルギーを吸収する。SRB-DUP 構造体には滑り発生時の水平力を超える水平力は入力されないため、その損傷を最小限に抑えることができる。

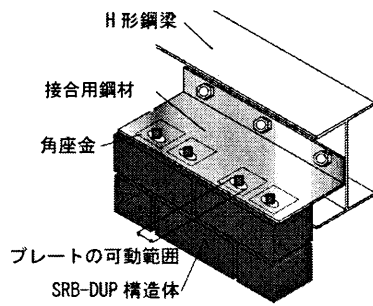


図1 接合部の概要

### 3. SRB-DUP 構造部材の力学特性

SRB-DUP 壁体・梁の設計式を以下の①, ②, ③式にそれぞれ示す。①は SRB-DUP 構造体を主体構造とするときの壁体の設計式<sup>1)</sup>であり, ②は制振壁として用いるときの設計式で, 接合部の性能を含む。

$$Q_{AS} = \frac{7 \cdot d \cdot \mu \cdot \sum N_p}{8 \cdot L} \quad \dots \textcircled{1}$$

$Q_{AS}$ : 壁体の損傷限界耐力 (kN)

$d$ : 壁体圧縮部短部より引張端部までの距離 (cm)

$N_p$ : SRB-DUP 壁体に与えているボルト 1 本あたりのプレストレス力 (kN/本)

$\mu$ : 摩擦係数

$L$ : 壁体の長さ (cm)

$$Q_p = \sum_i \mu \cdot N_p' \quad \dots \textcircled{2}$$

$Q_p$ : SRB-DUP 壁体が負担するせん断力 (kN)

$\mu$ : 摩擦係数

$i$ : ボルトの本数

$N_p'$ : SRB-DUP 壁体と接合用鋼材の接合部に与えているボルト 1 本あたりのプレストレス力 (kN/本)

SRB-DUP 梁は曲げを受けたとき, 材軸方向に生じる曲げ引張力に対して梁の構成要素である長尺の水平補強プレート (以下, 長尺プレートと示す) で抵抗する。また, 壁体と梁の接合部では梁の長尺プレートを壁体の中に挿入して定着させる。

SRB-DUP 梁は曲げ弾塑性の性状を示すものとし, その損傷限界耐力は SRB-DUP 壁体との接合部における長尺プレートの滑り出しで決定する。梁の復元力特性は式③による  $M_y$  を第一折れ点とするバイリニアモデルで与え, 第一剛性および第二剛性は静的載荷実験結果<sup>2)</sup>によった。

$$M_y = \sum_i (\mu \cdot \sum N_p \cdot L_i) \quad \dots \textcircled{3}$$

$M_y$ : 梁の損傷限界曲げ耐力 (kNcm)

$\mu$ : 摩擦係数

$L_i$ : 中立軸から曲げ引張側の各長尺プレートまでの

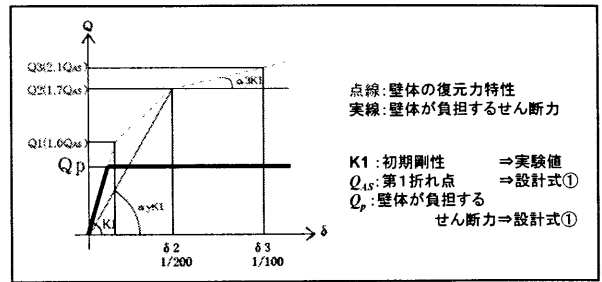


図2 SRB-DUP 壁体の復元力特性

距離 (cm)

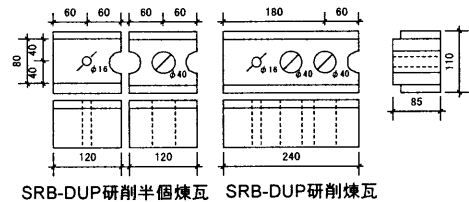
なお,  $N_p$  について総和をとる範囲は, 壁体に挿入した梁の長尺プレートの定着長さの範囲として, DUP ボルト 4 本分とした。

本研究では接合部の性能を含む SRB-DUP 壁体の復元力特性が実際に②式で表現できるかどうか検証するための実験を行った。

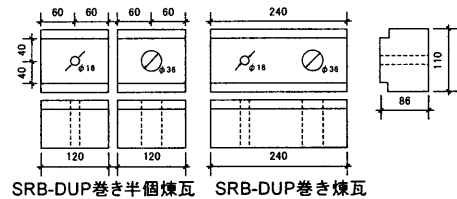
### 4. 実験概要

#### 4.1 試験体および構成要素

試験体の構成要素を図3に示す。固体要素は2種類で, 一方は本工法用に製造した有孔粘土煉瓦の上下面を平行かつ平滑に, また寸法のばらつきが小さくなるよう研削したものである。もう一方は一般的な建築用有孔粘土煉瓦の上下面と小口面に石炭灰スラリーモルタルを付けて高精度化した巻き煉瓦を使用した。水平補強要素は厚さ

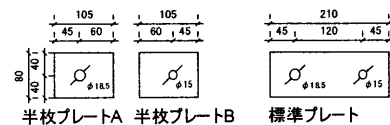


SRB-DUP 研削半個煉瓦 SRB-DUP 研削煉瓦

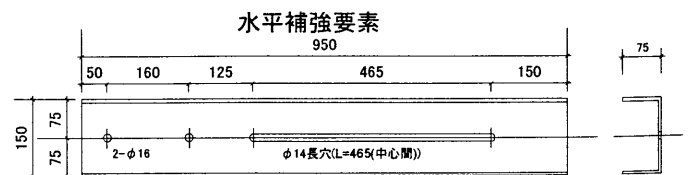


SRB-DUP 巻き半個煉瓦 SRB-DUP 巻き煉瓦

#### 固体要素 (煉瓦)



半枚プレートA 半枚プレートB 標準プレート



接合用鋼材 (SS400薄型鋼H150×B75×tw6.5×tf10)

図3 試験体の構成要素 (単位:mm)

表 1 試験体の種類

試験体名	煉瓦種類	鋼材種類	プレストレス(kN/本)
BGD	研削煉瓦	溶融亜鉛メッキ	4.0, 8.0, 16
BGE		電気亜鉛メッキ	4.0, 8.0, 12, 16
BCD	巻き煉瓦	溶融亜鉛メッキ	4.0, 8.0, 12
BCE		電気亜鉛メッキ	4.0, 8.0, 12

2.3mmの鋼製プレートを使用し、鉛直補強要素としてのボルト、高さ40mmの高ナット、丸座金及びばね座金はいずれも鋼製でM12のものを使用した。

接合用鋼材は2種類で、SS400の溝形鋼に溶融亜鉛メッキもしくは電気亜鉛メッキを施したものを使用した。また、端部のバリを除去し溶融亜鉛メッキを施した角座金を使用した。

試験体はSRB-DUP工法を用いて作製した長さ480mm、幅110mm、高さ170mmの煉瓦壁で、その上部に接合用鋼材を取り付けた。接合用鋼材上面および角座金下面にはテフロンシートを貼り付け、さらにテフロンシートにグリースを塗布して相互を接触させ、ロードセル、丸座金及びばね座金を介してナットで締め付け、プレストレスを与えた。プレストレスは締め付けトルクで制御し、各試験体に表1に示すプレストレスを与えた。

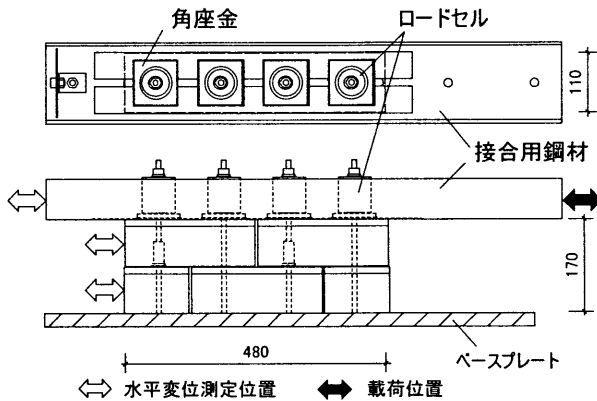


図 4 試験体の形状 (単位:mm)

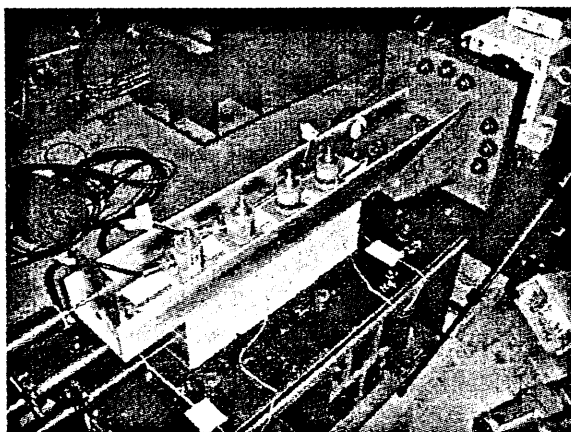


写真 1 実験の状況

表 2 ボルト張力の緩和

試験体	プレストレス (kN/本)	載荷前プレストレスの総和 $\Sigma N_{pb}$ (kN)	載荷後プレストレスの総和 $\Sigma N_{pb}$ (kN)	$\Sigma N_{pb} - \Sigma N_{pb} / \Sigma N_{pb}$ (%)
BGD	4.0	15.94	7.20	54.8
	8.0	32.14	10.60	67.0
BGE	4.0	16.80	8.75	47.9
	8.0	32.85	15.19	53.8
BCD	4.0	16.82	12.49	25.7
	8.0	32.61	14.60	55.2
BCE	4.0	16.75	10.12	39.6
	8.0	32.66	16.59	49.2

4.2 載荷方法

試験体の形状及び載荷位置、並びに測定位置を図4に示す。実験は、動的サーボアクチュエータを反力フレームに固定し、試験体の接合用鋼材端部と動的サーボアクチュエータの先端に取り付けた治具をボルトで接合して水平載荷を行った。実験の状況を写真1に示す。加力は片振幅10mm, 20mm, 30mm, 20mm, 10mmの順に強制変位を与え、振動数がそれぞれ1.0Hz, 0.5Hz, 0.33Hz, 0.5Hz, 1.0Hzの正弦波を各5サイクルとした。1回の加力での総摺動距離は1800mmに及ぶ。

5. 実験結果および考察

試験体に与えた水平変位とそのときかかった水平荷重の関係を図5に、載荷によるボルト張力の緩和状況を表2に示す。

履歴曲線を見ると、プレストレスが大きくなれば水平抵抗力も増すことが確認できる。各試験体の水平抵抗力が段階的に変化しているのは、接合用鋼材と2層目の煉瓦の間だけでなく、2層目の煉瓦と1層目の煉瓦の間、また1層目の煉瓦とベースプレートの間でもすべりが発生したことが原因と思われる。この現象はプレストレスが大きいほど顕著に現れた。また、研削煉瓦よりも巻き煉瓦、溶融亜鉛メッキよりも電気亜鉛メッキの方がより履歴曲線の段階的な変化が小さくなることが確認された。今回の実験では、想定した摩擦面以外でのせん断滑りや、ボルトが接合用鋼材の水平変位に追随することで生じる変形(こじれ)が確認された。これらの現象の発生を抑えて、より矩形に近い接合部の復元力特性を得ると共に、ボルト張力の緩和を小さくすることが今後の課題である。

6. 解析概要

6.1 解析の流れ

解析手順を図6に示す。

解析では、まず対象とする建築物のモデル化を行うと共に、部材の復元力特性を決定し、それらを基に静的荷重増分解析を行って層せん断力と層間変位の関係を求めた。次に、荷重増分解析の結果を用いて建物の復元力特性をトリリニア型のスケルトンカーブにモデル化し、時刻歴応答解析を行って、入力地震動に対する建築物の応答を調べた。

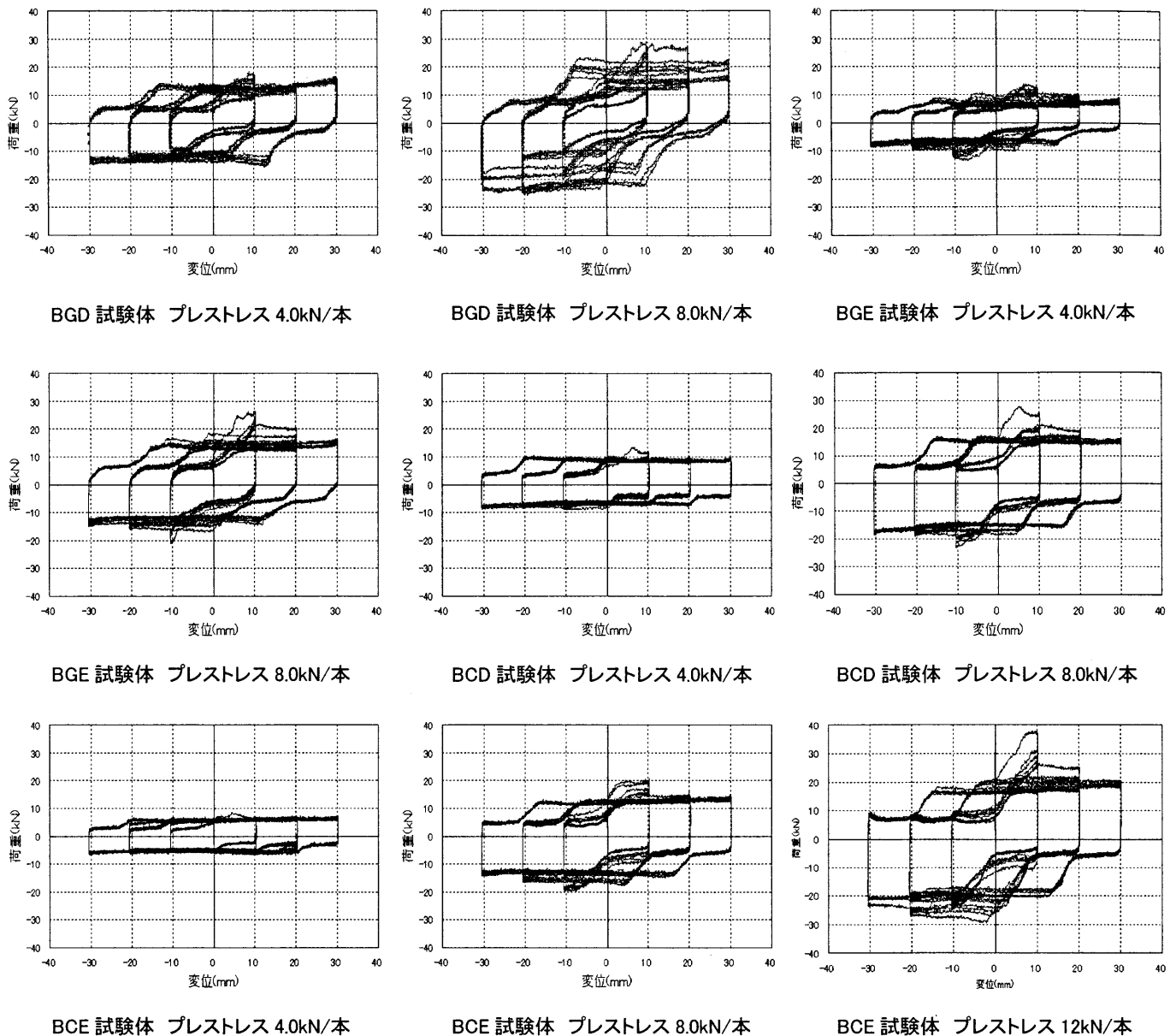


図5 水平荷重—水平変位関係

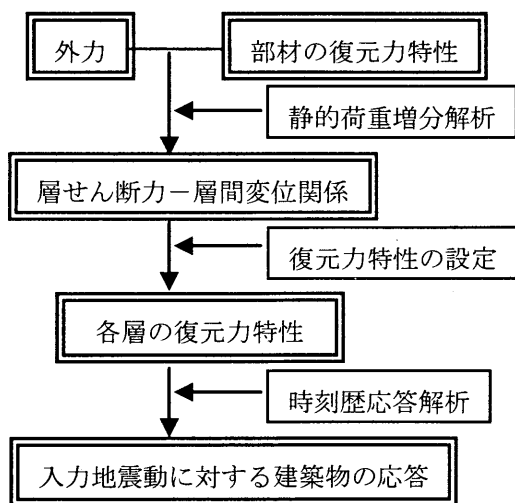


図6 解析手順



写真2 解析対象建築物の外観  
(九州大学衛星通信実験棟)

## 6.2 解析対象建築物

本研究で解析対象とした建築物は九州大学伊都キャンパスに建設された地上1階、高さ3.97mの衛星通信実

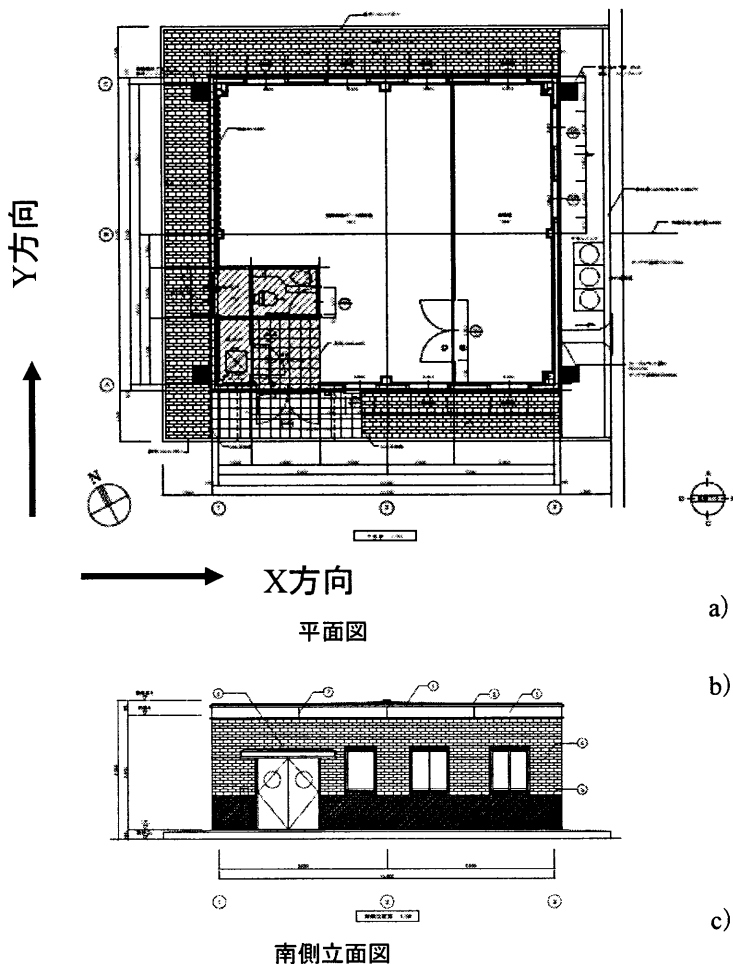


図7 解析対象建築物

験棟である。外観を写真2に、平面図と南側立面図を図7に示す。この建物の主体構造は鉄骨ラーメン構造である。比較モデルとして制振壁として用いるSRB-DUP構造壁体の代わりに非耐力壁としてALCパネルを用いた場合、またSRB-DUP構造体を非耐力壁として用いた場合について同様に解析を行った。

### 6.3 解析において想定した材料

鉄骨構造部分の使用鋼材を表3、SRB-DUP構造体の構

表3 使用鋼材 (単位:mm)

	鋼材種別	断面寸法	厚さ
柱	BCR295	□-220×220	9×9
		□-250×250	9×9
梁	SS400	H-194×150	6×9
		H-244×175	7×11

表4 SRB-DUP構造体構成要素の材料定数  
(単位:N/mm<sup>2</sup>)

	ヤング係数	せん断弾性係数
水平補強プレート	$1.95 \times 10^5$	-
DUPボルト	$2.08 \times 10^5$	-
SRB-DUP乾式材料組織体	$6.61 \times 10^3$	$6.72 \times 10^2$

成要素の材料定数を表4に示す。

本解析においてSRB-DUP構造体の各ボルトに与えたプレストレスは $N_p=7.0\text{kN/本}$ とし、接合はSRB-DUP構造体と接合用鋼材の試験体と同様に行うものとした。

### 6.4 接合部の復元力特性

図5に示した実験結果のうち、BCE試験体に4.0kN/本のプレストレスを与えたときの履歴曲線について、特に矩形に近い復元力特性が得られた片振幅10mmから片振幅20mmまでの载荷に対する挙動のデータをモデル化し、解析に用いた。

### 6.5 荷重増分解析

6.4節に示した接合部の性能を含むSRB-DUP壁体および梁部材の復元力特性を用いて静的荷重増分解析を行った。その解析条件を以下に示す。

- 架構は、各層床レベルを剛床仮定とした立体骨組モデルとする。
- 図8に示す壁、梁の部材モデルはその両端を剛域とした材端剛塑性バネモデルとする。材端剛塑性バネモデルとは曲げに対する弾性挙動を弾性線材とその両端に設けた剛塑性回転バネで表し、せん断変形については材中央部に設けたせん断バネで表したものである。
- 壁、梁の降伏ヒンジ位置はフェイス位置(開口部縁端)とする。モデルの概念図を図8に示す。
- 外力分布を設計用地震層せん断力分布とし、X・Y方向の荷重増分解析を行う。その際、SRB-DUP乾式組積構造体に関しては面内方向の煉瓦壁と煉瓦梁が耐力を負担するものとする。
- SRB-DUP乾式組積構造体に関しては壁部材では曲げ・せん断・軸方向変形、梁部材では曲げ・せん断変形を考慮するものとする。SRB-DUP梁部材の軸方向変形は計測が難しく、解析に適用できるデータが現状では得られていない。解析の精度向上のために計測を今後の課題とする。
- べた基礎のため、支点は図8に示す壁脚部分を剛とする。

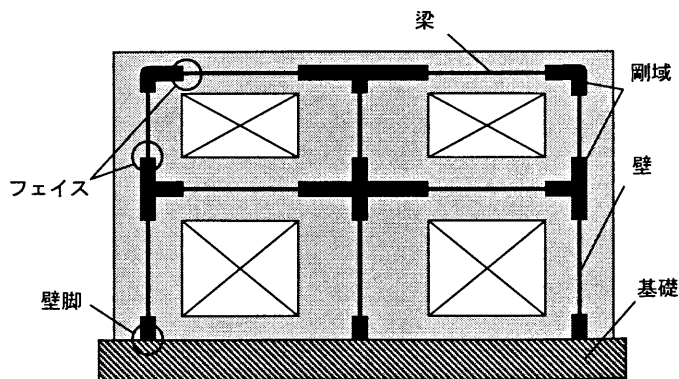


図8 モデルの概念図

g) SRB-DUP 乾式組積構造体の壁はせん断弾塑性、梁は曲げ弾塑性の性状を示すものとし、両部材の他の性状は弾性とする。

静的荷重増分解析にあたって(株)構造計画研究所製・静的立体弾塑性プログラム RESP-F3 を使用した。

各解析モデルにおいて、鉄骨ラーメン及び SRB-DUP 構造体のいずれかの部材が降伏するときの層せん断力を

以下、限界せん断力と記す。本解析により得られた各モデルにおける限界せん断力を表 5 に示す。同表中の塑性率は鉄骨ラーメンのいずれかの部材が降伏するときの層間変位を 1 として示した値である。

各解析モデルのうち、「鉄骨+ALC (非構造壁)」と示しているものは、構造体ではない ALC の外壁が主体構造の純鉄骨フレームに取り付けられているものを示している。ALC の外壁の重量は主体構造の純鉄骨フレームが支持するものとしている。「鉄骨+SRB-DUP (非構造壁)」と示しているものは、構造体ではない SRB-DUP の外壁が主体構造の純鉄骨フレームに取り付けられているものを示している。SRB-DUP の外壁の重量は主体構造の純鉄骨フレームが支持するものとしている。従ってこの解析モデルは「鉄骨+ALC (非構造壁)」モデルよりも純鉄骨フレームにかかる負担が大きい。「鉄骨+SRB-DUP (制振壁)」と示しているものは、SRB-DUP の外壁を主体構造の純鉄骨フレームに本研究で提案する方法で接合したものを示している。SRB-DUP の外壁は常時荷重時に自立はするが、主体構造の純鉄骨フレームが支持している小屋組部分などの鉛直荷重を分担しないものとしている。

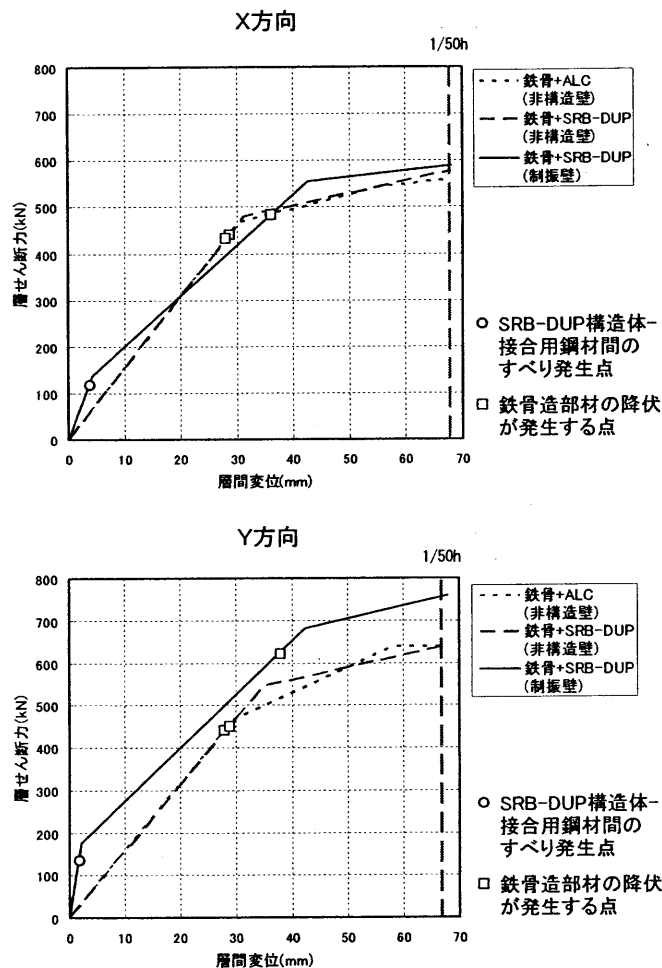


図 9 層せん断力—層間変位関係

表 5 モデル別限界せん断力

X方向							
単位	層間変位 mm	層間変形角 rad	限界せん断力 kN	ベースシア係数	塑性率	階高 mm	
鉄骨+ALC (非構造壁)	26.58	1/127	399.7	2.205	1.00	3393	
鉄骨+SRB-DUP (非構造壁)	26.47	1/128	398.1	1.798	1.00	3393	
鉄骨+SRB-DUP (制振壁)	2.66	1/1276	83.4	0.380	0.09	3393	

Y方向							
単位	層間変位 mm	層間変形角 rad	限界せん断力 kN	ベースシア係数	塑性率	階高 mm	
鉄骨+ALC (非構造壁)	29.06	1/116	436.1	2.405	1.00	3393	
鉄骨+SRB-DUP (非構造壁)	29.50	1/115	442.4	1.997	1.00	3393	
鉄骨+SRB-DUP (制振壁)	1.67	1/2035	136.1	0.620	0.05	3393	

## 6.6 建物の復元力特性

荷重増分解析の結果を用いて各階の復元力特性をトリリニア型のスケルトンカーブにモデル化した。その結果を図 9 に示す。モデル化の方法としては、第一折れ点と第三点(層間変位が階高 h の 1/50 となる点で図 9 中に破線で示している)を指定した後、包絡面積が等しくなるように第二折れ点を指定した。モデル化は(株)構造計画研究所製・復元力特性モデル化プログラム RESP-QDM を用いて行った。

## 6.7 時刻歴応答解析結果及び考察

時刻歴応答解析の基本方針として、稀に発生する地震

表 6 動的設計のクライテリア

地震波の入力レベル	レベル1	レベル2
入力地震動	既往標準観測波 最大地動速度25cm/s	既往標準観測波 最大地動速度50cm/s
層間変形角	1/200rad以下	1/100rad以下
部材応力度(鋼材)	短期許容応力度以下	材料強度以下
層塑性率	1.0以下	2.0以下

表 7 入力地震波一覧

	レベル1			レベル2		
	最大 加速度 (cm/sec <sup>2</sup> )	最大 速度 (cm/s)	継続 時間 (sec)	最大 加速度 (cm/sec <sup>2</sup> )	最大 速度 (cm/s)	継続 時間 (sec)
EL CENTRO 1940 NS	204	25	50	408	50	50
TAFT 1940 NS	198	25	50	396	50	50
HACHINOHE 1940 NS	132	25	50	264	50	50

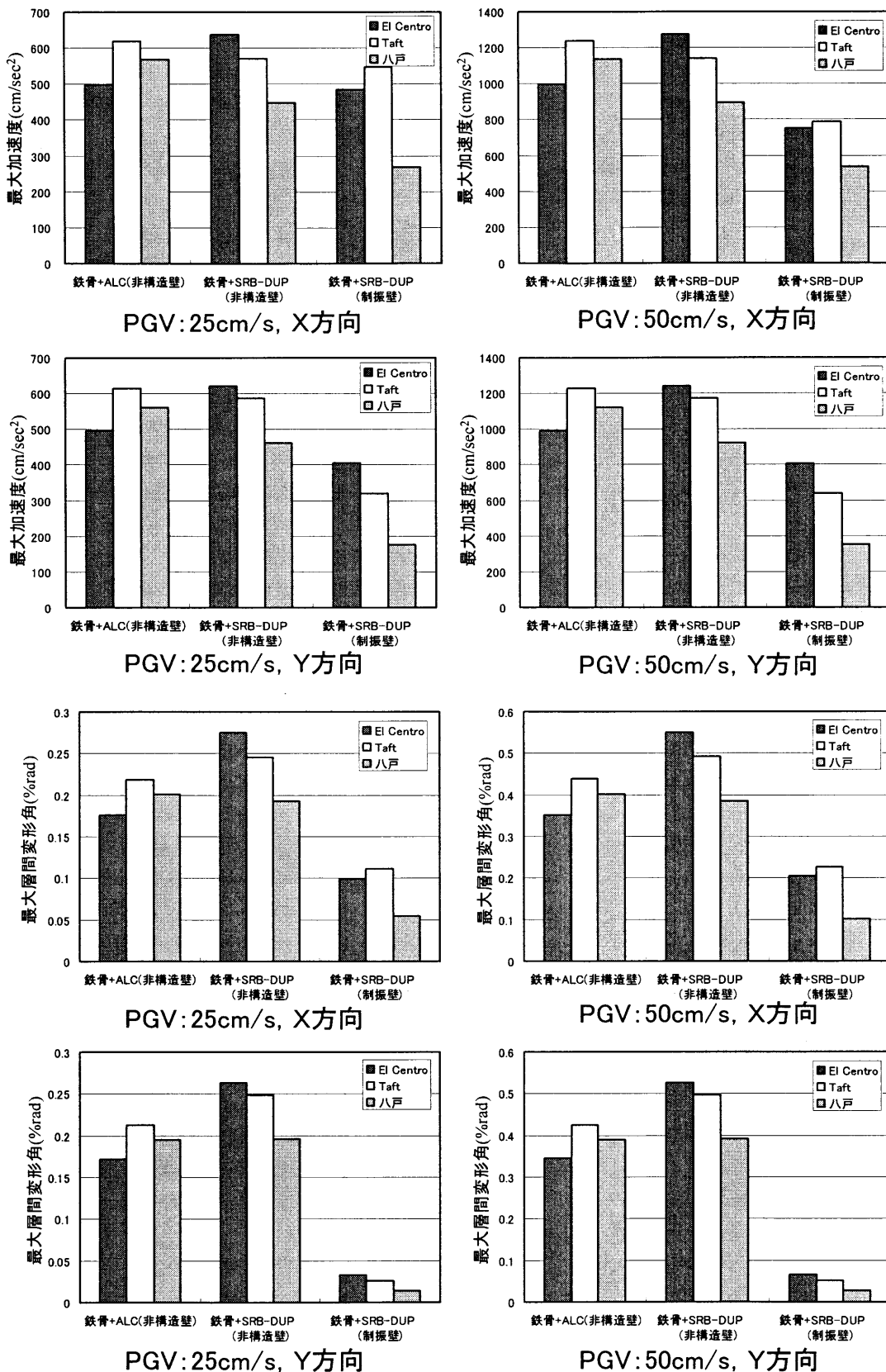


図 10 時刻歴応答解析結果

動（気象庁震度階 5 強程度）に対して主要構造部材に損傷が生じないこと，また極めて稀に発生する地震動（気象庁震度階 6 強～7 程度）に対して建物が倒壊しないこ

減衰は内部粘性減衰として評価し，減衰タイプとしては一般に広く利用されている剛性比例減衰を用いた．減衰定数は 0.05 とする．

とを目標とした．動的設計のクライテリアを層間変形角，部材の応力，層塑性率について定めたものを表 6 に示す．

地震波データは，日本建築センターで配布されている標準的な観測地震波形のうち EL CENTRO 波，TAFT 波，HACHINOHE 波の 3 波を使用した．観測波の最大地動速度はレベル 1 で 25cm/s，レベル 2 で 50cm/s に基準化した．表 7 に使用した地震波の一覧を示す．解析には（株）構造計画研究所製・質点系振動解析プログラム RESP-M2 を使用した．解析条件を以下に示す．

- a) 振動形モデルは建築全体の塔状比（建物と高さの幅の比）が小さく，せん断で抵抗することが予想されるため等価せん断モデルとする．
- b) 履歴特性は標準型トリリニアモデルとする．
- c) 解析方法はニューマーク  $\beta$  法 ( $\beta = 0.25$ ) による直接積分法とし，解析方向は X, Y の 2 方向を検討する．



時刻歴応答解析の結果を図 10, 表 8 に示す. 本解析では PGV=50cm/s の入力地震動に対して, 最も大きく変形したモデルでも塑性率は最大 0.70 にとどまっております. 鉄骨フレームは塑性化していないことが分かる. ここでは各解析モデルの最大応答層間変形角に着目することで, SRB-DUP 構造体の制振効果について考察する. 本解析は SRB-DUP 構造体と他の構造による躯体との接合部に比

表 8 最大応答

X方向		レベル1 (PGV: 25cm/s)					
解析	応答	加速度	変形角	せん断力	ベースシア係数	塑性率	
モデル	単位	cm/sec <sup>2</sup>	rad	kN	—	—	
鉄骨+ALC (非構造壁)	El Centro	499	1/568	91.9	0.507	0.22	
	Taft	619	1/457	114.0	0.629	0.28	
	八戸	568	1/498	104.6	0.577	0.26	
鉄骨+SRB-DUP (非構造壁)	El Centro	637	1/364	143.3	0.647	0.35	
	Taft	569	1/407	128.1	0.579	0.31	
	八戸	447	1/518	100.6	0.454	0.25	
鉄骨+SRB-DUP (制振壁)	El Centro	485	1/1011	108.1	0.493	0.11	
	Taft	548	1/895	122.2	0.557	0.12	
	八戸	269	1/1816	60.2	0.274	0.06	
入力地震動		レベル2 (PGV: 50cm/s)					
解析	応答	加速度	変形角	せん断力	ベースシア係数	塑性率	
モデル	単位	cm/sec <sup>2</sup>	rad	kN	—	—	
鉄骨+ALC (非構造壁)	El Centro	998	1/284	183.7	1.013	0.45	
	Taft	1239	1/228	228.1	1.258	0.56	
	八戸	1135	1/249	209.3	1.154	0.51	
鉄骨+SRB-DUP (非構造壁)	El Centro	1274	1/182	286.7	1.294	0.70	
	Taft	1139	1/203	256.3	1.157	0.63	
	八戸	894	1/259	201.2	0.908	0.49	
鉄骨+SRB-DUP (制振壁)	El Centro	750	1/491	166.2	0.757	0.22	
	Taft	786	1/440	174.8	0.796	0.25	
	八戸	539	1/980	120.5	0.549	0.12	

固有周期	1次
鉄骨+ALC(非構造壁)	0.218s
鉄骨+SRB-DUP(非構造壁)	0.241s
鉄骨+SRB-DUP(制振壁)	0.168s

Y方向		レベル1 (PGV: 25cm/s)					
解析	応答	加速度	変形角	せん断力	ベースシア係数	塑性率	
モデル	単位	cm/sec <sup>2</sup>	rad	kN	—	—	
鉄骨+ALC (非構造壁)	El Centro	496	1/581	91.4	0.504	0.20	
	Taft	614	1/470	113.2	0.624	0.25	
	八戸	561	1/514	103.5	0.571	0.23	
鉄骨+SRB-DUP (非構造壁)	El Centro	621	1/380	139.7	0.631	0.30	
	Taft	587	1/402	132.1	0.596	0.29	
	八戸	462	1/511	104.1	0.470	0.23	
鉄骨+SRB-DUP (制振壁)	El Centro	407	1/3053	90.8	0.414	0.03	
	Taft	320	1/3874	71.6	0.326	0.03	
	八戸	175	1/7063	39.3	0.179	0.01	
入力地震動		レベル2 (PGV: 50cm/s)					
解析	応答	加速度	変形角	せん断力	ベースシア係数	塑性率	
モデル	単位	cm/sec <sup>2</sup>	rad	kN	—	—	
鉄骨+ALC (非構造壁)	El Centro	993	1/290	182.9	1.009	0.40	
	Taft	1228	1/235	226.3	1.248	0.50	
	八戸	1123	1/257	207.0	1.142	0.45	
鉄骨+SRB-DUP (非構造壁)	El Centro	1242	1/190	279.4	1.262	0.60	
	Taft	1174	1/201	264.2	1.193	0.57	
	八戸	925	1/255	208.2	0.940	0.45	
鉄骨+SRB-DUP (制振壁)	El Centro	806	1/1526	176.7	0.805	0.07	
	Taft	640	1/1937	143.1	0.652	0.05	
	八戸	351	1/3531	78.5	0.358	0.03	

固有周期	1次
鉄骨+ALC(非構造壁)	0.216s
鉄骨+SRB-DUP(非構造壁)	0.239s
鉄骨+SRB-DUP(制振壁)	0.104s

較的低いプレストレス (ボルト 1 本あたり 4.0kN) を与えた場合のものであるが, SRB-DUP 構造体を制振壁とみなしたモデルの最大層間変形角は他のモデルの解析結果に比べて小さくなっており, SRB-DUP 構造体による制振効果が明瞭に確認された.

本研究で提案する SRB-DUP 構造体を利用した制振壁の考え方は, 乾式工法によるコンクリート系の非構造壁などにも展開可能である. これらの技術は建物の耐震性向上と建築材料のリユース性向上の両面に寄与するものといえる.

## 7. まとめ

本研究では, 制振壁として利用する SRB-DUP 構造体と他の構造による躯体との接合部について, 比較的高速な水平載荷実験を行って復元力特性を調べ, それを基に九州大学伊都キャンパスに建設された衛星通信実験棟の時刻歴応答解析を行い, SRB-DUP 構造体の制振効果について考察を行った. 得られた知見を以下に示す.

- ① SRB-DUP 構造体と他の構造による躯体との接合部に比較的低いプレストレスを与えた場合でも, SRB-DUP 構造体の制振効果が明瞭に確認された.
- ② 実験では想定した摩擦面以外でのせん断滑りや, ボルトが接合用鋼材の水平変位に追随することで生じる変形が確認された. これらの現象の発生を抑えて, より矩形に近い接合部の復元力特性を得ると共に, ボルト張力の緩和を小さくすることが今後の課題である.

## 謝辞

本研究の遂行にあたり, 九州大学大学院人間環境学研究院 平成 18 年度「萌芽的学祭研究に対する研究助成」(研究者代表: 山口謙太郎) を受けた. また, 本研究の水平載荷実験は, 九州大学大学院芸術工学研究院 吉岡智和准教授の協力を得て, 同研究院環境実験棟の載荷試験装置を利用して行った. 解析は 2 1 世紀 COE プログラム「循環型住空間システムの構築」で整備したソフトウェアで行った. 末尾ながら記して謝意を示す.

## 参考文献

- 1) 山口謙太郎, 松藤泰典, 小山智幸, 小山田英弘: 摩擦抵抗型乾式組積造壁体のせん断耐力評価, 日本建築学会構造系論文集, 第 589 号, pp.173-180, 2005 年 3 月.
- 2) 津平公彦 他 4 名: 凌震構造の力学特性 その 5, 日本建築学会大会学術講演梗概集, C-2, pp993-994, 2004 年 8 月.
- 3) 本村直知 他 3: 摩擦抵抗型乾式組積造による建築物の耐震補強に関する研究 その 1, 日本建築学会大会学術講演梗概集, C-2, pp.783-784, 2006 年 8 月.
- 4) 日本建築センター: 「時刻歴応答解析建築物性能評価業務方法書」

(受理: 平成 19 年 12 月 6 日)