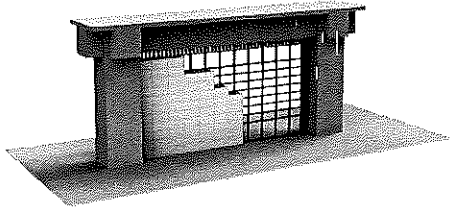


http://www.rm-taishin.jp 安震ブロック

## RM耐震補強工法 「安震ブロック」



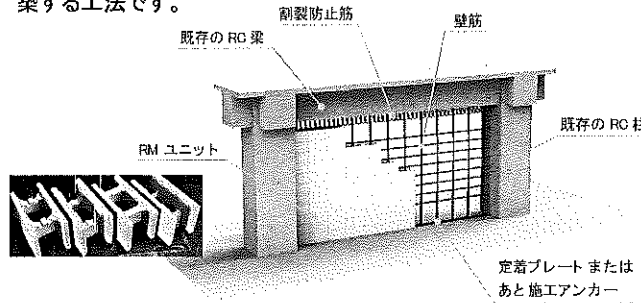
居ながら、執務しながら  
施工できる「接着工法」「増打ち壁」が可能に！

RM耐震補強工法協会 1

http://www.rm-taishin.jp 安震ブロック

## RM耐震補強工法とは

補強組積ブロック(RMユニット)を、既存の柱梁架構内に、配筋しながら積み上げて、高流動モルタルを充填し、増設耐震壁を構築する工法です。



RM耐震補強工法協会 2

http://www.rm-taishin.jp 安震ブロック

## 開発の履歴

- ①2003年3月4日 浅沼組、新井組、松村組で開発スタート  
**あと施工アンカーを用いたRM増設壁の耐震補強工法**
- ②2007年9月4日 **開口付き** のRM増設壁を適用範囲に追加
- ③2008年3月24日 構成会社: (浅沼組、新井組、松村組、太閤サーブ)  
**RM耐震補強工法協会設立**
- ④2010年8月9日 **接着工法、増打ち壁(アンカー)**を適用範囲に追加
- ⑤2014年11月20日 **増打ち壁(接着)、そで壁(アンカー) ドア開口(接着)** を適用範囲に追加

2015年7月31日 → BELCAにて発表

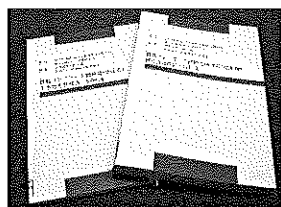
本日発表

RM耐震補強工法協会 3

http://www.rm-taishin.jp 安震ブロック

## RM造のおさらい

- ・RM造は1984年度から5年間実施された、**日米大型耐震実験研究**における実験的・解析的研究の成果に基づき開発された。
- ・2003年に**国土交通省告示第463号**として技術基準の告示が制定され一般基準化された。
- ・「**鉄筋コンクリート組積造(RM造)建築物の構造設計指針・同解説**」および「**鉄筋コンクリート組積造(RM造)工事標準仕様書・同解説**」は、設計指針および標準仕様書として整備したものです。
- ・RM造の標準仕様書としては、JASS7 **メンソリー工事2009の3節鉄筋コンクリート組積造工事**にも記載されています。



RM耐震補強工法協会 4

**RMユニットおよび目地** <http://www.rm-taishin.jp> 安震ブロック

**市販されているRMユニット**

種類	厚さ		長さ		高さ
	製品寸法	モジュール呼び寸法	製品寸法	モジュール呼び寸法	製品寸法
打込み目地構法用RMユニット	197	400	400	200	200
	240				
薄目地構法用RMユニット	150	400	390	200	190
	180				
	210				
	240				
	300				

半割ユニット

**RM造の特徴** <http://www.rm-taishin.jp> 安震ブロック

- 壁式鉄筋コンクリート造と同程度の高い耐震性を有する。
- 5階建ての建物が計画できる。
- 壁量の低減、RC造など他の構造との併用が可能。
- RMユニット内での鉄筋の重ね継手が可能である。
- 「打込み目地構法」が採用できる。

RM耐震補強工法協会 6

**工法概要** <http://www.rm-taishin.jp> 安震ブロック

接合方式

接着工法 (接着剤、接着プレート、工法キリ埋め)

アンカー工法 (アンカー)

補強形式

- 増設法 (増設)
  - 柱 → 柱 (増設)
- 増打当壁 (既存壁の増打)
  - 柱 → 柱 (増打)
- モデ製の増設
  - 柱 → 柱 (モデ製)

RM耐震補強工法協会 7

**アンカー工法の概要** <http://www.rm-taishin.jp> 安震ブロック

- ① 既存躯体の仕上げ撤去等
- ② アンカー筋の施工
- ③ RMユニット組積・壁筋配筋
- ④ 充填モルタル打設
- ⑤ 上部充填モルタルの型枠
- ⑥ 上部充填モルタル打設

RM耐震補強工法協会 8

**接着工法の概要** <http://www.rm-taishin.jp> 安震ブロック

既存梁 スパイラル筋  
エポキシ樹脂  
定着プレート  
接合鋼板  
异形筋スタッド  
既存柱  
RMユニット

RM耐震補強工法協会 9

**接着工法** <http://www.rm-taishin.jp> 安震ブロック

①既存躯体の仕上げ撤去等  
②定着プレート取り付け  
③RMユニット組積・壁筋配筋  
④充填モルタル打設  
⑤上部充填モルタルの型枠  
⑥上部充填モルタル打設

RM耐震補強工法協会 10

**開口の適用範囲** <http://www.rm-taishin.jp> 安震ブロック

開口条件	増設壁		増打ち壁	
	アンカー工法	接着工法	アンカー工法	接着工法
無開口	○	○	○	○
柱に接する開口	×	×	×	×
梁に接する開口	○	○	○	○
柱、梁に接しない開口	○	○	○	△※

※ 梁に接する開口をして算定

RM耐震補強工法協会 11

**性能証明取得に関して行った実験** <http://www.rm-taishin.jp> 安震ブロック

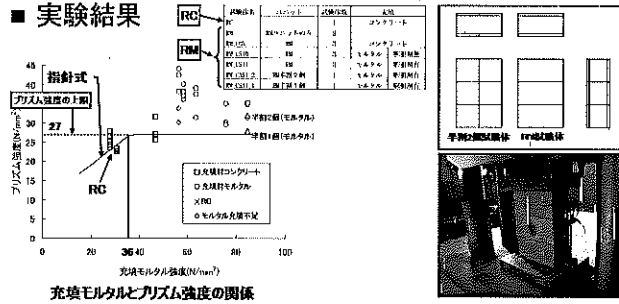
- 組積体の設計基準強度に関する実験
- 組積体のせん断強度に関する実験
- 既存躯体とRM組積体との接合強度に関する実験
- RM増設壁の実験
  - シリーズⅠ
  - シリーズⅡ
- 増設壁の施工性能に関する実験
  - 施工方法
  - 充填モルタルの流動性
  - 充填モルタルの収縮
  - 充填モルタルの充填性
- 接着工法に関する実験
  - 接着工法による増設壁の実験
  - 接合部接着強度に関する要素実験
- 増打ち耐震壁の実験
- そで壁補強柱の実験

RM耐震補強工法協会 12

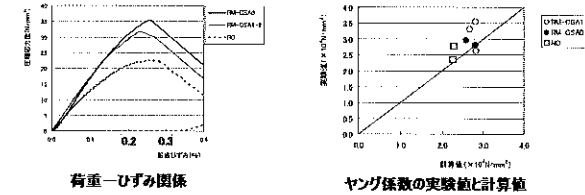
■ 実験目的

RMユニットのプリズム強度式の適合性を確認する。

■ 実験結果



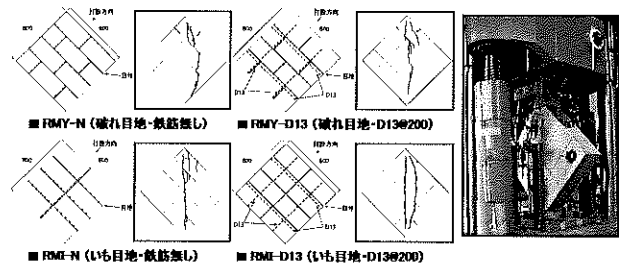
■ 実験結果



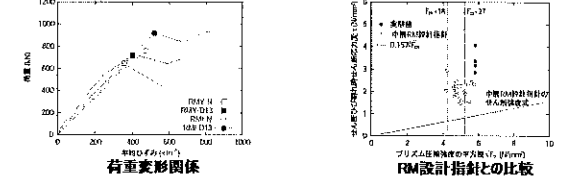
- 充填モルタルの膨張剤の有無、ユニットの割り方法がプリズム強度に及ぼす影響は小さい。
- プリズム強度は、充填モルタルの強度が36 N/mm<sup>2</sup>以下の場合には指針式により評価することができる。
- 充填モルタルの強度が36 N/mm<sup>2</sup>を超える場合は、プリズム強度に27 N/mm<sup>2</sup>と上限を設けることにより安全側に評価できる。

■ 実験目的

RMユニットをいも積みとした場合のせん断耐力への影響を確認する。



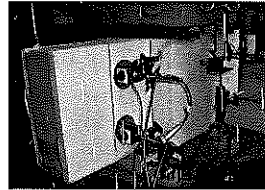
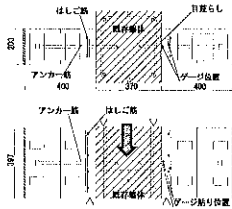
■ 実験結果



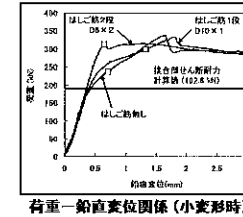
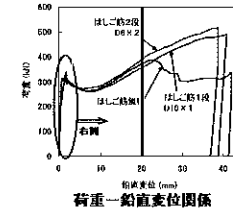
- いも積みの試験体の耐力は、いずれも破れ積みの試験体の耐力を上回った。
- 鉄筋を配した試験体は、鉄筋のない試験体の耐力を上回ったほか、変形状の向上が見られた。
- 試験体はRM設計指針によるせん断強度より高い強度を示した。

■ 実験目的

押し抜きせん断実験により、既存躯体とRM組積体との接合部に、割裂防止筋を配筋しないことに対する妥当性を確認する。



■ 実験結果



- 割裂防止筋を省略した試験体は、割裂防止筋を配筋した試験体と比較して、鉛直変位が約20mmまでは差が見られなかった。
- 接合部のせん断耐力は、割裂防止筋の有無にかかわらずRC耐震改修指針式で安全に評価できる。

■ 実験目的

- アンカー筋量がせん断耐力に及ぼす影響の把握する。
- RM増設壁の耐力と変形性状、破壊性状を把握する。

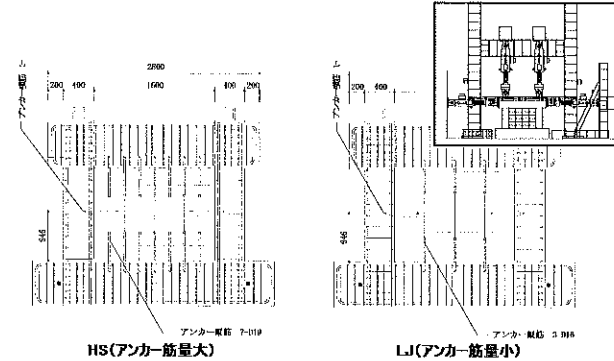
■ 試験体概要

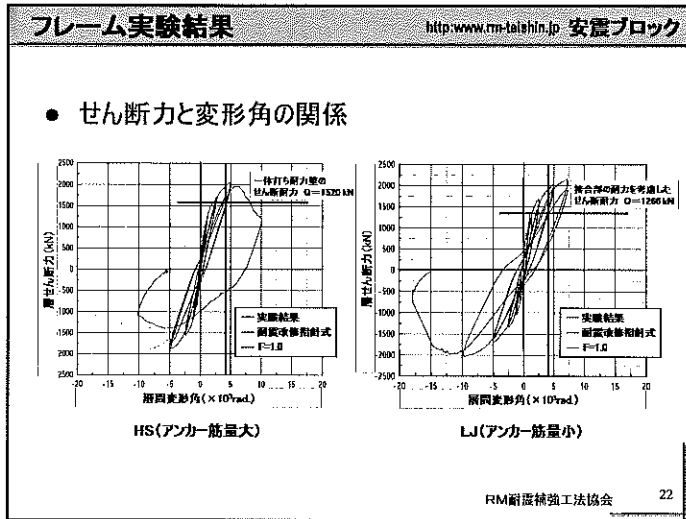
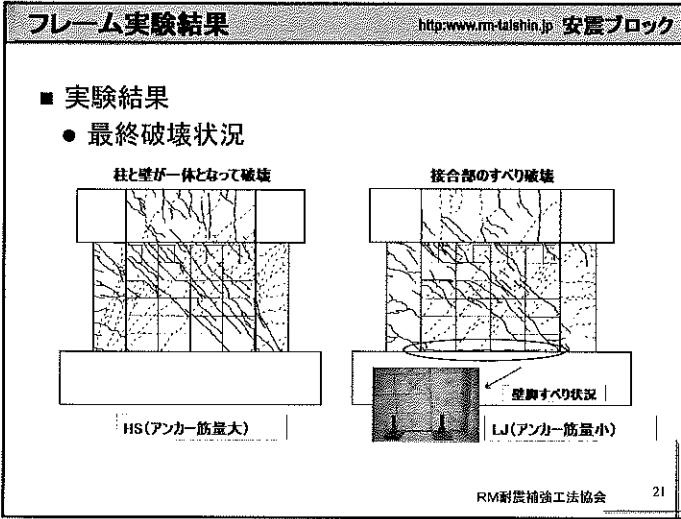
● 実験因子

アンカー-タテ筋量 HS ..... 7-D19( $p_s=0.75\%$ )  
 LJ ..... 3-D16( $p_s=0.19\%$ )

試験体	柱				梁				増設壁		アンカー	
	断面	主筋	HOOP	断面	主筋	SIP	壁厚	縦筋	横筋	縦筋	横筋	
HS	400	6-D22	2-D10	350	上下	2-D13	200	1-D16	1-D13	7-D19	1-D16	
	x	$p_c=0.72\%$	$\phi 151$	x	4-D22	$\phi 111$		$\phi 400$	$\phi 200$			
LJ	400		$p_c=1.94\%$	600		$p_c=0.81\%$		$p_r=0.75\%$	$p_r=0.32\%$		3-D16	

■ 試験体詳細





実験結果一覧 <http://www.rm-talshin.jp> 安震ブロック

■ 実験結果一覧

試験体	初期剛性 (10 <sup>2</sup> kN/mm)			曲げひび割れ (kN)			せん断ひび割れ (kN)		
	①	②	①/②	①	②	①/②	①	②	①/②
HS	1.65	2.07	0.80	864	549	1.54	930	845	1.10
LJ	1.76	2.07	0.85	510	549	0.93	701	845	0.83

試験体	破壊モード	最大耐力 (kN)			最大耐力時 層間変形角	限界変形角
		①	②	①/②		
HS	壁一体型 せん断破壊	2053	1520 (1.41)	1664 (1.23)	1.41	1/202
LJ	接合部すべり +せん断破壊	2147	1520 (1.35)	1266 (1.70)	1.70	1/138

①: 実験値 ②: 計算値  
 ②a: 一体打ち壁としての終局せん断耐力計算値 ②b: 接合部の耐力を考慮した終局せん断耐力計算値

RM耐震補強工法協会 23

実験結果まとめ <http://www.rm-talshin.jp> 安震ブロック

■ 実験結果まとめ

- 初期剛性、曲げひび割れ、せん断ひび割れの実験値は、計算式により評価出来た。
- RMユニットのひずみ、壁のすべり変位、アンカー筋のひずみの傾向は、要素実験結果と一致していた。
- アンカー筋量による最大耐力の差はみられなかったが、破壊モードは異なった。アンカー筋の少ない試験体は、接合部のすべりをともなうせん断破壊、アンカー筋の多い試験体は壁一体のせん断破壊であり、設計式による破壊モードと一致していた。
- アンカー筋の少ない試験体の限界変形量は、接合部のすべり変位が大きいため、アンカー筋量の多い試験体のもより大きかった。

RM耐震補強工法協会 24

■ 実験目的

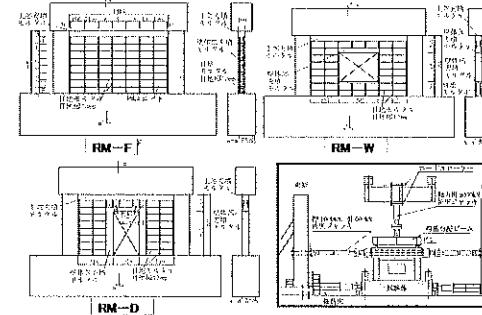
- 開口を有するRM増設壁の耐力と変形性状、破壊性状を把握する。

■ 試験体概要

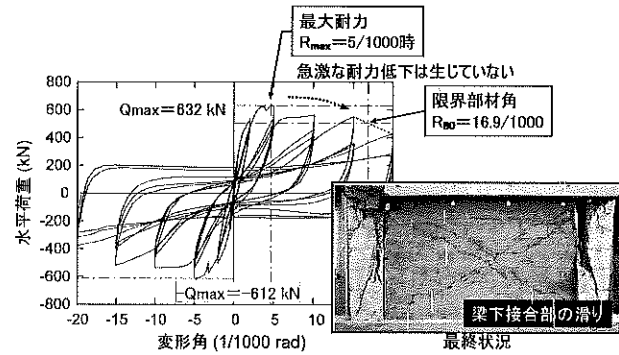
- 実験因子 開口形状

試験体	形状	開口			開口補強筋	
		開口による低減率			鉛直	水平
		$E_n/L$	$\eta$	$\gamma$		
RM-F	無開口					
RM-W	窓開口	0.34	0.36	0.64	1-D13	1-D13
RM-D	ドア開口	0.23	0.37	0.63		

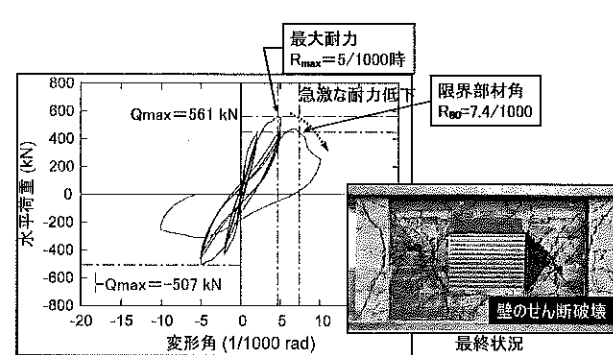
■ 試験体詳細



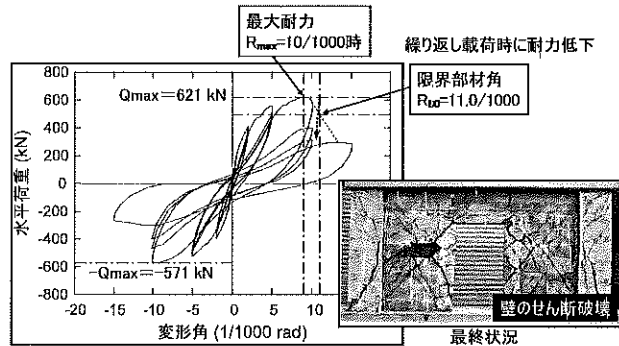
■ 荷重変形関係(RM-F)



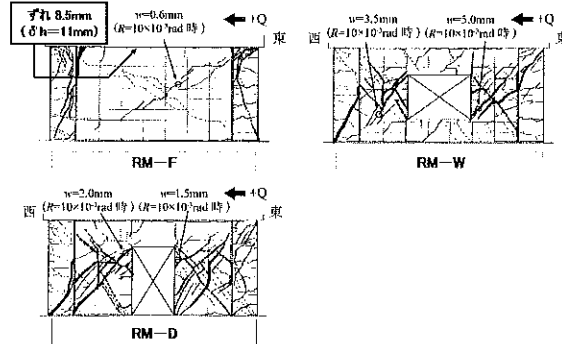
■ 荷重変形関係(RM-W)



■ 荷重変形関係(RM-D)



■ ひび割れ状況



■ 終局せん断耐力

試験体	種別	等価開口周比	終局耐力計算値 Q <sub>0.0</sub>				実験結果			
			wQ <sub>0.01</sub>	sQ <sub>0.02</sub>	aQ <sub>0.03</sub>	sQ <sub>0.04</sub> /wQ <sub>0.01</sub>	Q <sub>max</sub> (kN)	R <sub>m</sub> (10 <sup>-3</sup> rad)	Q <sub>max</sub> /wQ <sub>0.01</sub>	Q <sub>max</sub> /sQ <sub>0.02</sub>
RM-F	無開口	—	559	365	590	1.05	632	4.7	1.13	1.07
RM-W	窓開口	0.36	355	331	467	1.31	561	4.7	1.58	1.20
RM-D	ドア開口	0.37	353	331	465	1.32	621	9.4	1.76	1.33

- wQ<sub>0.01</sub>: RM耐震補強工法による一体打ち壁としての終局せん断耐力計算値(①式)
- sQ<sub>0.02</sub>: RC耐震改修指針による接合部の耐力を考慮した終局せん断耐力計算値
- aQ<sub>0.03</sub>: RM耐震補強工法による接合部の耐力を考慮した終局せん断耐力計算値(②式)
- sQ<sub>0.04</sub>: 最大せん断耐力実験値
- R<sub>m</sub>: 最大耐力時の履歴変形角

$$wQ_{0.01} = r \left\{ \frac{0.053 p_c^{0.22} (18 + f_c)}{M (2 \cdot c) + 0.12} + 0.85 \sqrt{f_c} \cdot \sigma_{sp} + 0.1 \sigma_{sp} \right\} \cdot b_w \cdot l_v \quad \text{--- ①式}$$

$$sQ_{0.02} = Q_j + 4Q_{0.01} + \alpha \cdot Q_c \quad \text{--- ②式}$$

■ 初期剛性

種別	試験体	形状	接線剛性	計算値	K <sub>0.01</sub> /K <sub>0.03</sub>
			K <sub>0.01</sub> (MN/rad)	K <sub>0.03</sub> (MN/rad)	
RC増設壁	FW-3	無開口	879	1817	0.48
	FW-L-1	窓開口	452	1000	0.45
	FW-DG	ドア開口	532	1001	0.53
RM増設壁	RM-F	無開口	839	1417	0.59 (1.22)*
	RM-W	窓開口	615	887	0.69 (1.53)*
	RM-D	ドア開口	542	871	0.62 (1.17)*

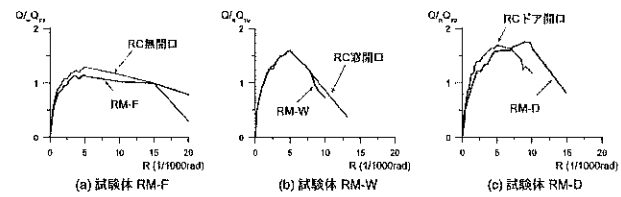
\* RC増設壁のK<sub>0.01</sub>/K<sub>0.03</sub>に対するRM増設壁のK<sub>0.01</sub>/K<sub>0.03</sub>の比

- 初期剛性の計算値に対する実験値の比を比較すると、無開口、窓開口、ドア開口のいずれもRM増設壁がRC増設壁を若干上回っているが、RM増設壁の初期剛性はRC増設壁とほぼ同等であると考えられる。



■  $Q_w/Q_{su}-R$  関係

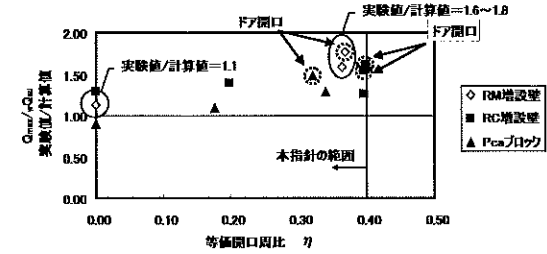
- RC増設壁試験体(ほぼ同形状)との比較をした。
- 一体打ち壁としてのせん断耐力計算値 $wQ_{su}$ による正規化をした。



- RM増設壁はRC増設壁とほぼ同様の履歴性状を示す。

■ 等価開口周比と安全率

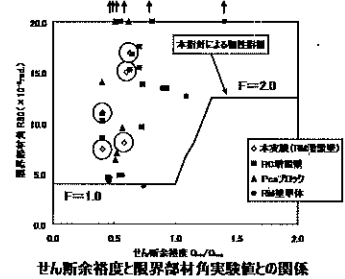
- 一体打ち壁としてのせん断耐力計算値 $wQ_{su}$ による正規化をした。



- 開口付きの試験体では余裕(実験値/計算値)が大きい。

■ 靱性指標の評価方法の妥当性の検討

- RC(SRC)耐震診断基準に準拠し、曲げ終局時せん断力に対する終局せん断耐力の余裕度に基づいて定める。



せん断余裕度と靱性部材角実験値との関係

■ 実験結果まとめ

- 無開口RM増設壁試験体は、上部梁と上部充填モルタル間に著しいずれ変形が生じたが、壁板の損傷は小さく、急激な耐力低下は生じなかった。
- 有開口RM増設壁試験体の破壊形式は、窓開口およびドア開口ともに、壁板のせん断破壊型であった。
- 無開口RMおよび有開口RM増設壁試験体の初期剛性は、RC増設壁試験体とほぼ同等となった。
- RM増設壁の荷重変形関係は、開口の有無や形状によらず、RC増設壁とほぼ同様の履歴性状を示す。
- RM増設壁の終局せん断耐力は、壁板の圧縮ストラットの効果を考慮したせん断耐力式によって安全側に評価できる。

接着工法による増設壁の実験 <http://www.rm-taishin.jp> 安震ブロック

■ 実験概要

- 1層1スパンのRM増打ち壁補強試験体
- 壁厚100mm(1/3縮小ブロック:ブロック厚さ100mm)
- 柱軸力比0.15
- 正負交番荷重、 $R=5 \times 10^{-3}$ まで3回、 $10 \times 10^{-3}$ を1回
- プリズム圧縮強度(ブロックとモルタルの複合体の圧縮強度):44.0N/mm<sup>2</sup>
- 柱せん断強度<曲げ強度として計画

RMユニット

RM耐震補強工法協会 37

接着工法による増設壁の実験 <http://www.rm-taishin.jp> 安震ブロック

■ 既存フレーム

柱			
b×D	主筋	帯筋	内法長さ
250×250	12-D13	D6@100	1440

RM壁		
壁厚	壁横筋	壁縦筋
100	D6@100	D10@200

単位: (mm)

RM耐震補強工法協会 38

接着工法による増設壁の実験 <http://www.rm-taishin.jp> 安震ブロック

■ RM増設壁部

上部充填モルタル

スパイラル筋φ3, 外径75, 835

エポキシ樹脂

接合鋼板 PL6

異形筋スタッド D13 埋め込み長20d

縦筋D13@200

横筋D10@100

縮小RMユニット 200×100×97

根付モルタル 3mm

RM耐震補強工法協会 39

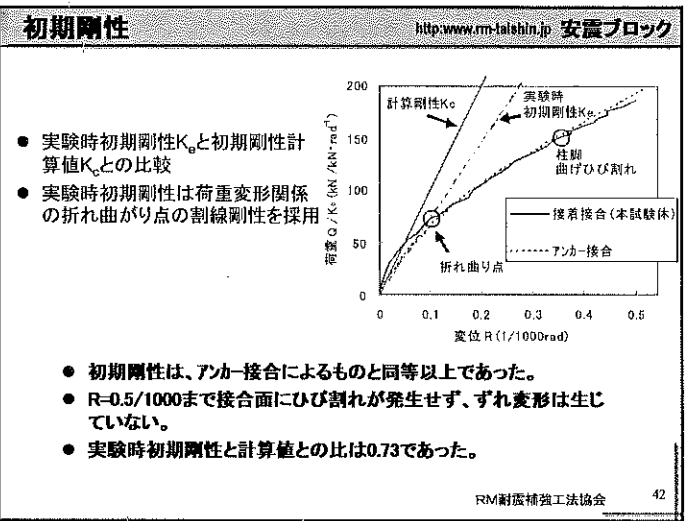
荷重変形関係 <http://www.rm-taishin.jp> 安震ブロック

- $R=2 \times 10^{-3}$  (1/500)で壁にせん断ひび割れ発生
- $R=5 \times 10^{-3}$  (1/200)までに柱頭ハンギンギひび割れ発生した後最大荷重
- 梁とエポキシ樹脂界面にひび割れなし
- 限界層間変形角 $R_{90}=7.9 \times 10^{-3}$  (1/127)

荷重 Q (kN)

変形角 R (1/1000rad)

RM耐震補強工法協会 40



**耐力** <http://www.rm-taishin.jp> 安震ブロック

RC耐震改修指針(一体打ち壁として評価)

$$wQ_{su} = \left\{ \frac{0.053P_e^{0.23}(18 + P_e)}{M/(Q \cdot t) + 0.12} + 0.85\sqrt{P_e \cdot \sigma_{wy}} + 0.1\sigma_{cr} \right\} \cdot b_e \cdot j_c$$

RC耐震改修指針(接合部破壊時の終局せん断耐力)

$$aQ = \underline{Q}_j + aQ_s + \alpha Q_c$$

梁下下面の接合材のせん断耐力の和  $Q_j = 0.08\sigma_{ca} \cdot A_b$

計算値					実験結果				
$wQ_{su}$ (kN)	$Q_j$ (kN)	$aQ_s$ (kN)	$\alpha Q_c$ (kN)	$aQ_{su}$ (kN)	$wQ_{su}$ (kN)	$Q_{max}$ (kN)	$Q_{max}$ / $wQ_{su}$	$Q_{max}$ / $aQ_{su}$	$Q_{max}$ / $aQ_{su}$
834	355	329	115	799	1225	1009	1.2	1.3	0.8

$wQ_{su}$ : 一体打ち壁としてのせん断強度、 $Q_j$ : 梁下下面の接合材のせん断耐力の和、 $aQ_s$ : 圧縮側柱のパンチング耐力、 $\alpha Q_c$ : 柱のせん断強度( $\alpha = 1.0$ )、 $aQ_{su}$ : 接合部を考慮したせん断強度、 $wQ_{su}$ : 一体打ち壁としての曲げ降伏時のせん断強度、 $Q_{max}$ : 実験時最大荷重

- 試験体は、計算値でせん断余裕度 $aQ_{su}/wQ_{su}$ は0.65のせん断破壊型
- 実験時最大せん断力 $Q_{max}$ は終局せん断耐力計算値 $aQ_{su}$ の1.3倍

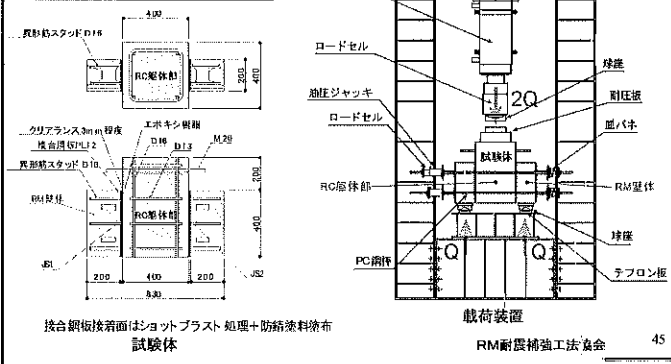
RM耐震補強工法協会 43

- 接着工法による増設壁実験のまとめ** <http://www.rm-taishin.jp> 安震ブロック
- 実験結果まとめ
- 接着工法によるRM増設耐震壁のせん断強度は、接着強度を $0.08\sigma_B$ として安全側に評価できた。
  - 打ち継ぎのみの柱壁の接合部破壊によるせん断強度は、打ち継ぎ部のせん断強度を0として、安全側に評価できた。
  - 初期剛性は、アンカー接合によるものと同等以上であった。
  - 限界部材角は7.9/1000であり、耐震診断基準の靱性指標で想定される変形性能を有していた。
- RM耐震補強工法協会 44

### 接合部接着強度に関する実験

http://www.rm-taishin.jp 安震ブロック

試験体名	コンクリート強度 $\sigma_c$ (N/mm <sup>2</sup> )	面圧 $\sigma_b$ (N/mm <sup>2</sup> )
No.1	24	0.6
No.2	2.0	2.0
No.3	0.5	0.5
No.4	12	2.0



接合部接着面はショットブラスト処理+防錆塗料塗布  
試験体

RM耐震補強工法協会 45

### 実験結果

http://www.rm-taishin.jp 安震ブロック

試験体	$\sigma_B$ (N/mm <sup>2</sup> )	外部拘束力 P (kN)	最大荷重 $Q_{max}$ (kN)	せん断強度時荷重 $Q_p$ (kN)	有効面積比 k	$\sigma_{OT}^*1$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\sigma_{B1}^*2$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\sigma_{B2}^*2$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\sigma_{B1}^*4$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\sigma_{B2}^*4$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\sigma_{B1}^*2/\sigma_{OT}$	$\sigma_{B2}^*2/\sigma_{OT}$
No.1	33.7	40	162	148	0.65	0.90	3.34	3.15	4.33	1.06	0.77	
No.2	33.7	160	293	286	0.57	3.50	6.25	4.44	5.62	1.41	1.11	
No.3	19.2	40	111	111	0.64	0.93	2.57	2.00	2.67	1.29	0.96	
No.4	19.2	160	265	265	1.00	2.00	3.31	2.54	3.21	1.31	1.03	

\*1  $\sigma_{OT} = P/k A_b$  ( $A_b$ : 接合部面積)

\*2  $\sigma_{B1} = Q_p/k A_b$

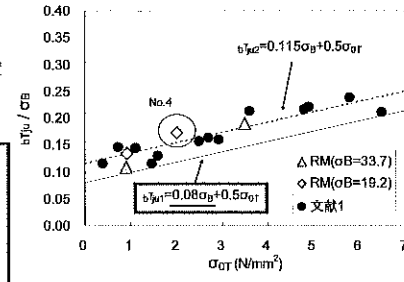
\*3  $\sigma_{B1} = 0.08 \sigma_B + 0.5 \sigma_{OT}$

\*4  $\sigma_{B2} = 0.115 \sigma_B + 0.5 \sigma_{OT}$

$\sigma_B$ : 既存躯体コンクリート強度

$\sigma_{OT}$ : 等価拘束応力度

- 最終破壊形式は既存コンクリートもしくはエッチングプライマーの剥離
- 接着接合部のせん断強度は、既存の設計式で安全側に評価できた。



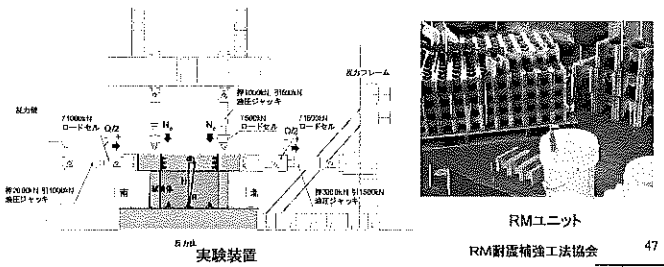
RM耐震補強工法協会 46

### 増打ち耐震壁の実験

http://www.rm-taishin.jp 安震ブロック

#### ■ 実験概要

- 1層1スパンのRM増打ち壁補強試験体
- 既存壁厚60mm、増打ち壁厚100mm(1/2縮小ブロック:ブロック厚さ100mm)
- 柱軸力比0.15
- 正負交番載荷、R=15 x 10<sup>-3</sup>まで3回、20 x 10<sup>-3</sup>を1回
- コンクリート強度:31.7N/mm<sup>2</sup>
- プリズム圧縮強度(ブロックとモルタルの複合体の圧縮強度):44.0N/mm<sup>2</sup>
- せん断強度<曲げ強度として計画



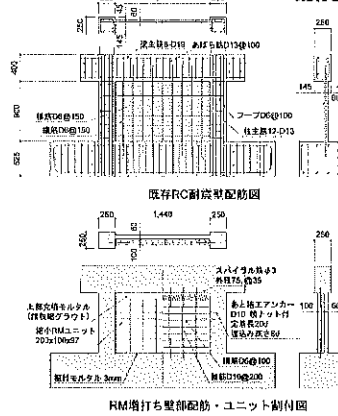
RM耐震補強工法協会 47

### 増打ち耐震壁の実験

http://www.rm-taishin.jp 安震ブロック

#### ■ 試験体詳細

- 既存柱梁とはあと施工アンカーで接合
- 既存壁とは接合しない



試験体諸元

種別	柱	梁	内法長さ	厚さ	寸法
Dx1	250x250	12-D13	D6@100	1440	60
Dx2	250x250	12-D13	D6@100	1440	60

単位: (mm)

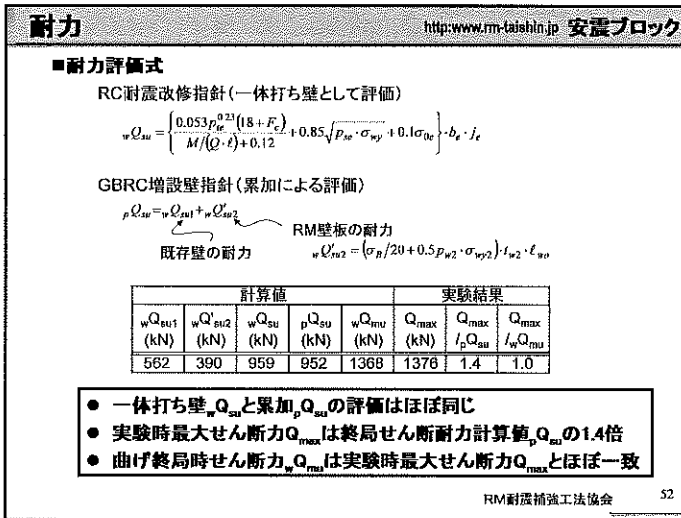
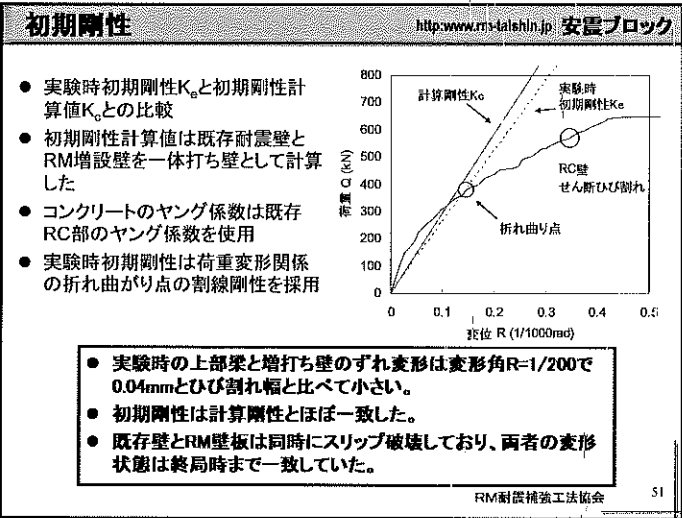
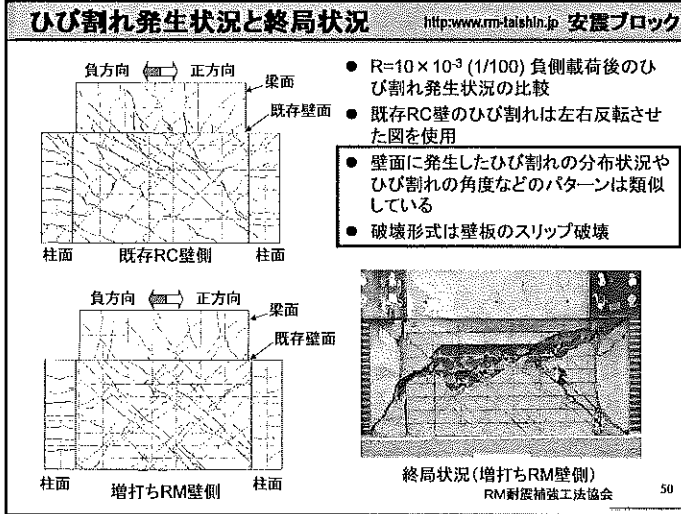
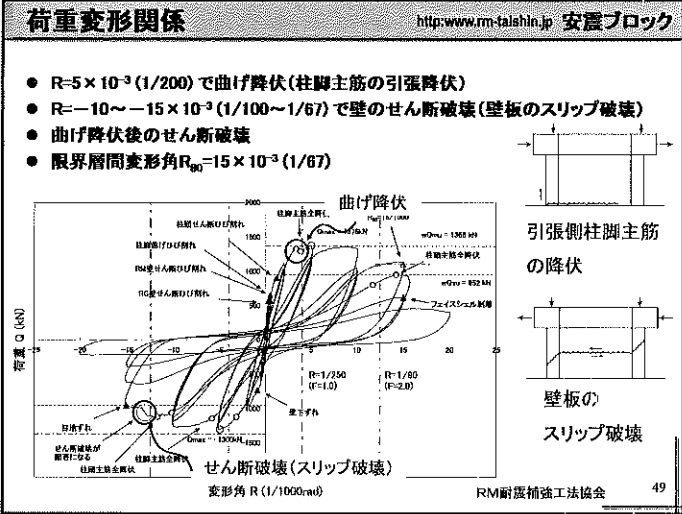
材料試験結果

種別	圧縮強度 $\sigma_B$ (N/mm <sup>2</sup> )	ヤング係数 $E_c$ (N/mm <sup>2</sup> )
柱・梁・既存壁	31.7	20.7
マスコン	32.3	27.0
電機部充填モルタル	65.6	25.0
上部充填モルタル	71.8	22.6

種別	圧縮強度 $\sigma_B$ (N/mm <sup>2</sup> )	ヤング係数 $E_c$ (N/mm <sup>2</sup> )
RMユニット	32.5	29.0
プリズム圧縮強度	44.0	29.0

使用材料	呼び (規格)	既設の強度 $\sigma_B$ (N/mm <sup>2</sup> )	引張強度 $\sigma_t$ (N/mm <sup>2</sup> )	伸び (%)
鉄筋筋、既存壁筋	D6	310	532	20.8
RM壁筋	(SD295A)	307	506	17.8
アンカー筋	(SD295A)	307	503	17.0
柱主筋	(SD295A)	307	503	17.0

RM耐震補強工法協会 48



**増打ち耐震壁実験のまとめ** <http://www.rm-taishin.jp> 安震ブロック

■ 実験結果まとめ

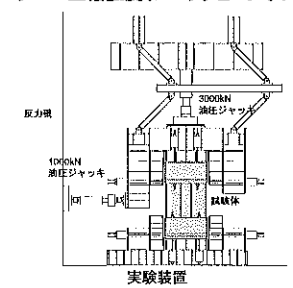
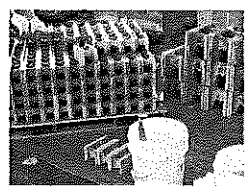
- 終局せん断強度は累加による強度式で安全側に評価できる。
- 初期剛性は一体打ちの計算剛性に近い。変形初期段階のずれ変形は微小である。
- 破壊性状は既存壁、増打ち壁ともにスリップ破壊。両者の変形状態は一致していた。

RM耐震補強工法協会 53

**そで壁補強柱の実験** <http://www.rm-taishin.jp> 安震ブロック

■ 実験概要

- 1層のRMそで壁補強柱強試験体
- 壁厚100mm(1/3縮小ブロック:ブロック厚さ100mm)
- 柱軸力比0.20
- 正負交番載荷、 $R=5 \times 10^{-3}$ まで3回、 $10 \times 10^{-3}$ を2回
- プリズム圧縮強度(ブロックとモルタルの複合体の圧縮強度):26.5N/mm<sup>2</sup>

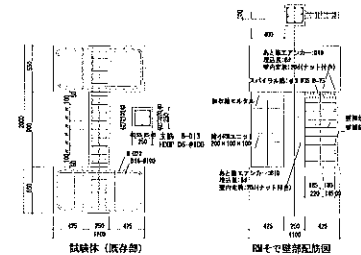
RMユニット

実験装置

RM耐震補強工法協会 54

**そで壁補強柱の実験** <http://www.rm-taishin.jp> 安震ブロック

■ 試験体詳細



部位	呼び (鋼種)	異次元強度 $\sigma_y$ (N/mm <sup>2</sup> )	引張強度 $\sigma_t$ (N/mm <sup>2</sup> )
柱筋筋	D8 (SD295A)	301	431
壁筋筋	D4C (SD295A)	270	374
柱主筋、受筋筋	D12 (SD295A)	302	432

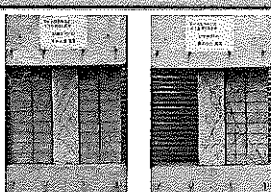
部位	圧縮強度 $\sigma_c$ (N/mm <sup>2</sup> )	弾性係数 $E_c$ (10 <sup>4</sup> N/mm <sup>2</sup> )
既設筋筋	18.4	2.50
躯体部コンクリート	70.8	
躯体部グラウト	67.7	
片角モルタル	63.9	
プリズム圧縮強度	26.5	2.71

試験体	寸法 (mm)	主筋	巻筋	壁厚 (mm)	壁長 (mm)	異次元強度 $\sigma_y$ (N/mm <sup>2</sup> )	引張強度 $\sigma_t$ (N/mm <sup>2</sup> )
RMS2	230x230	12-D13	□-D4@100	100	2410	301	431
RMS1	230x230	12-D13	□-D4@100	100	2410	270	374

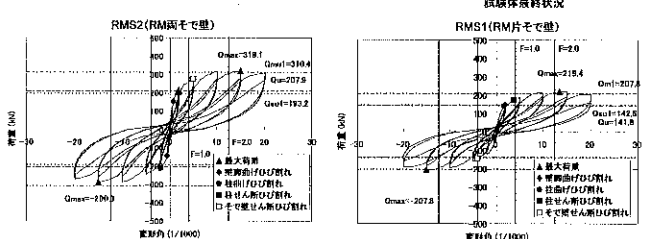
RM耐震補強工法協会 55

**荷重変形関係** <http://www.rm-taishin.jp> 安震ブロック

- $R=10 \times 10^{-3}$  (1/100) で最大耐力に達した
- $R=20 \times 10^{-3}$  (1/50)までに耐力の低下はなし
- 柱-そで壁にせん断ひび割れが多数発生
- 限界層間変形角 $R_{90}=12.5 \times 10^{-3}$  (1/80)



試験体最終状況



RM耐震補強工法協会 56

耐力

■耐力評価式

RC耐震改修指針(一体打ち壁として評価)

$$Q_{su} = \phi \left[ \frac{0.053 p_{cc}^{0.23} (F_{cc} + 18)}{M / (Q \cdot d_c) + 0.12} + 0.85 \sqrt{p_{cc} \cdot \sigma_{cy}} + 0.1 \sigma_{cc} \right] \cdot b_c \cdot l_e$$

$$Q_{ms} = \phi \cdot Mu / H$$

$$Mu = (0.9 + \beta) a_x \cdot \sigma_y \cdot D + 0.5 N \cdot D \left[ 1 + 2\beta - \frac{N}{\alpha_x \cdot b \cdot D \cdot F_{ct}} \left( \frac{a'_x \cdot \sigma_y}{N} + 1 \right)^2 \right]$$

試験体	そで壁	タイプ	既存壁			補強後										実験値		
			Fo	aQsu	aQms	Fc1	Qsu1	Qo	QT1	QT2	Qsu2	Qms	Qmax	Qmax / Qsu1	Qmax / Qsu2	Qmax / Qms		
RM52	FR	両側	15.4	92.0	105.1	26.8	183.2	75.7	408.1	176.7	132.2	207.8	318.4	318.1	1.85	1.53	1.73	
RM51	FR	片側	15.4	92.0	105.1	26.8	142.8	75.7	204.0	88.3	84.1	141.8	217.6	219.4	1.64	1.83	1.69	

- Fo 既存壁のコンクリート強度
- Fc1 既存そで壁のコンクリート強度
- aQsu 柱のせん断耐力
- aQms 柱のせん断耐力
- Qsu1 場所打ちそで壁増設柱としてのせん断耐力
- Qo 既存柱の負担せん断力(強度安全係数を考慮)
- QT1 材料の圧縮耐力に基づく平均せん断耐力
- QT2 そで壁上下端の接合部のせん断耐力
- QT3 そで壁のせん断耐力
- Qsu2 プレキャスト板そで壁増設柱の保有耐力(=Qo+QT)
- Qms 曲げ耐力(=RC耐震改修指針)

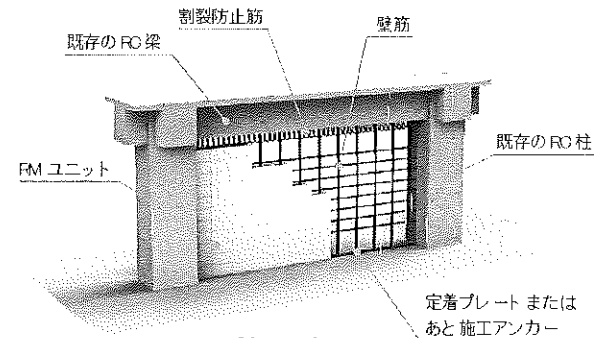
- 実験時最大せん断力Q<sub>max</sub>は終局せん断力計算値Q<sub>su</sub>の1.5~1.7倍
- 場所打ちとしての耐力Q<sub>su1</sub>とプレキャストとしての耐力Q<sub>su2</sub>はほぼ同等の耐力評価

そで壁補強柱の実験のまとめ

■ 実験結果まとめ

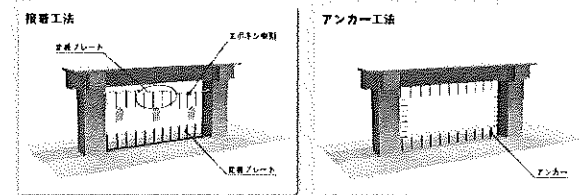
- 終局せん断強度は場所打ちそで壁増設柱およびプレキャスト板そで壁増設柱による強度式で安全側に評価することができる。
- 靱性指標F=1.0で想定される限界層間変形角1/250の時点での実験値は、耐力において計算値を上回っており、かつ耐力低下は生じていないため、必要な性能を保有していると考えられる。

RM耐震補強工法「安震ブロック」

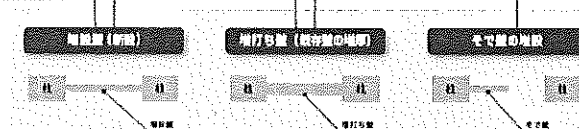


工法ラインナップ

接合方式



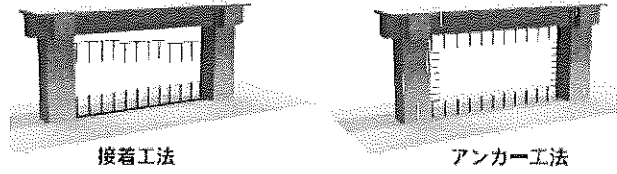
補強形式



施工手順1

<http://www.rm-taishin.jp> 安震ブロック

定着プレート、あるいはアンカーを設置



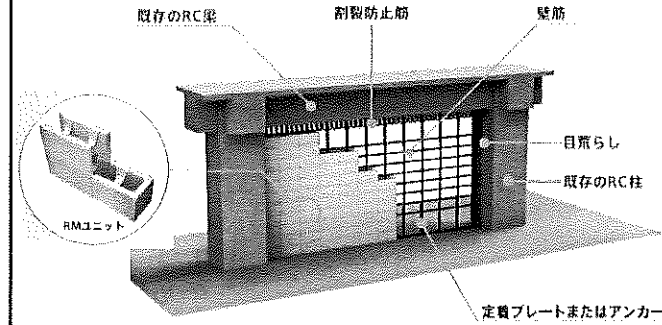
接着工法

アンカー工法

施工手順2

<http://www.rm-taishin.jp> 安震ブロック

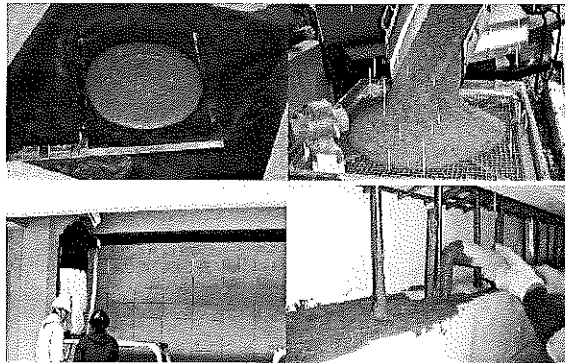
RMユニットの組積と配筋



施工手順3

<http://www.rm-taishin.jp> 安震ブロック

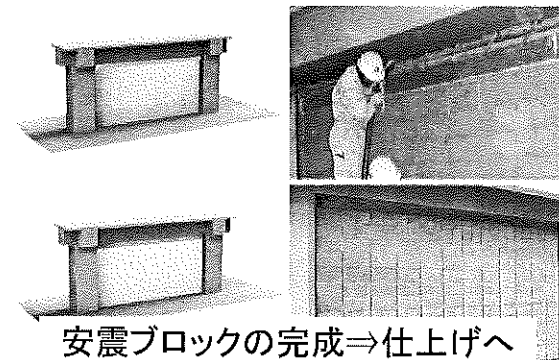
高流動モルタルを充填



施工手順4

<http://www.rm-taishin.jp> 安震ブロック

壁体上部に無収縮モルタルを注入



安震ブロックの完成⇒仕上げへ



**RMユニットおよび目地** <http://www.rm-taishin.jp> 安震ブロック

**市販されているRMユニット**

種類	厚さ		長さ		高さ
	製品寸法	モジュール呼び寸法	製品寸法	モジュール呼び寸法	製品寸法
打込み目地構法用RMユニット	197	400	400	200	200
	240				
薄目地構法用RMユニット	150	400	390	200	190
	180				
	210				
	240				
	300				

半割ユニット

RM耐震補強工法協会 66

**アンカー工法** <http://www.rm-taishin.jp> 安震ブロック

既存のRC梁  
割製防止筋  
壁筋  
RMユニット  
既存のRC柱  
定着プレートまたはあと施工アンカー

RM耐震補強工法協会 66

**アンカー工法の施工概要** <http://www.rm-taishin.jp> 安震ブロック

- ① 既存躯体の仕上げ撤去等
- ② アンカー筋の施工
- ③ RMユニット組積・壁筋配筋
- ④ 充填モルタル打設
- ⑤ 上部充填モルタルの型枠
- ⑥ 上部充填モルタル打設

RM耐震補強工法協会 67

**接着工法** <http://www.rm-taishin.jp> 安震ブロック

既存梁  
スパイラル筋  
エポキシ樹脂  
定着プレート  
接合鋼板  
異形筋スタッド  
RMユニット  
既存柱

異形筋スタッド(スタッド)直接  
内部充填モルタル(高流動モルタル)  
エポキシ樹脂  
エポキシ樹脂  
定着プレート PL-6  
接合  
既存躯体  
既存躯体

RM耐震補強工法協会 68

**接着工法の施工概要** <http://www.rm-taishin.jp> 安震ブロック

①既存躯体の仕上げ撤去等  
②定着プレート取り付け  
③RMユニット組積・壁筋配筋  
④充填モルタル打設  
⑤上部充填モルタルの型枠  
⑥上部充填モルタル打設

RM耐震補強工法協会 69

**定着プレートの製作(接着工法)** <http://www.rm-taishin.jp> 安震ブロック

異形鉄系スタッド  
鋼板  
アークシールド  
溶接ガン  
15° 打撃曲げ検査

RM耐震補強工法協会 70

**エポキシ樹脂による接着(接着工法)** <http://www.rm-taishin.jp> 安震ブロック

エポキシ樹脂  
荷剤(主剤+硬化剤)  
エポキシ樹脂 練り混ぜ  
エポキシ樹脂塗りつけ

躯体(梁)面サンダー掛け

RM耐震補強工法協会 71

**アンカー筋の品質管理(アンカー工法)** <http://www.rm-taishin.jp> 安震ブロック

鉄筋探査  
電磁誘導法  
電磁放射レーダー

あと施工アンカー引張試験

(a) 試験位置  
引張試験は、非破壊試験法による。試験位置は工事施工箇所とし、試験箇所数は1日に施工する本数のうち3%以上、かつ、3本以上とする。

(b) 合格の判定基準  
設計用引張強度の2/3以上の荷重に對して、アンカーが後出する等の過大な変形が生じなければ合格とする。

(c) 不合格の措置方法  
試験箇所数のうち1本でも不合格の場合は、全数の20%を再試験し、さらに、その中で不合格のものがあれば全数を試験する。不合格のアンカーは、切筋等の処置をし、施工管理者および工事監督者と協議のうえ、新たに施工し直す。

RM耐震補強工法協会 72

**RMユニットの前処理** <http://www.rm-taishin.jp> 安震ブロック

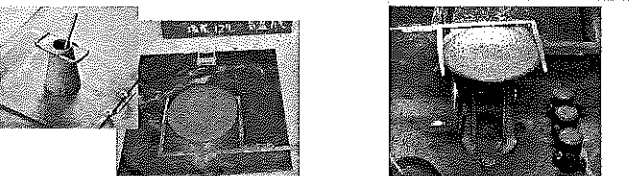
搬入されたRMユニットの空洞内部に 吸水調整材を塗布する。



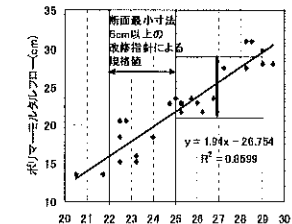
吸水調整材塗布

RM耐震補強工法協会 73

**充填モルタルの品質管理** <http://www.rm-taishin.jp> 安震ブロック



ポリマーモルタル用スランブコーン(JISA 1171) ..... モルタル用フローテーブルを用いたフロー試験  
を用いたフロー試験 フロー値:25±4cm (JIS R 5201) フロー値:27±2cm



断面最小寸法 5cm以上の 縦横筋による 規格値

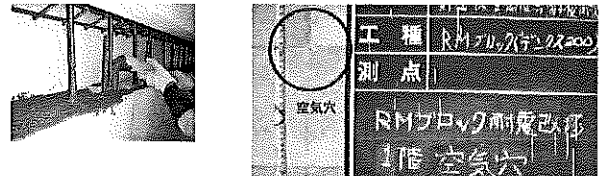
ポリマーモルタルフロー値 (cm)

Y = 1.94x - 26.754  
R<sup>2</sup> = 0.8599

JIS R 5201 振動後 (cm)

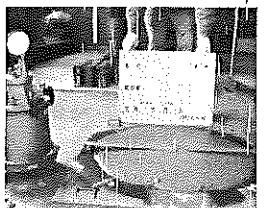
RM耐震補強工法協会 74

**充填モルタルの品質管理** <http://www.rm-taishin.jp> 安震ブロック



空気穴


- ・**空気穴**で充填を確認しながら打設  
3m間隔で直径2~3mm程度の穴  
充填速度は、2~3m<sup>3</sup>/h程度
- ・**充填モルタル圧縮強度試験**  
φ50×H100mm 封かん養生  
設計基準強度30N/mm<sup>2</sup>以上かつ  
平均40N/mm<sup>2</sup>以上



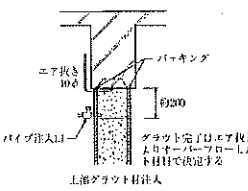
参考:スランブフロー76×80cm 空気量2.5%

RM耐震補強工法協会 75

**上部充填グラウトモルタルの品質管理** <http://www.rm-taishin.jp> 安震ブロック



- ・**打設時期**  
壁体部充填モルタル打設後  
24時間以上の間隔を置く
- ・**J<sub>14</sub>ロート**(ISCE-F541-1999)  
流下時間:8±2秒  
練り上がり時に分離していないこと
- ・**モルタル温度**  
10~35℃
- ・**空気抜き**(10mm程度の管)  
1.5mに1本程度  
先端5cm高く
- ・**圧縮強度試験** φ50×H100mm 封かん養生  
設計基準強度30N/mm<sup>2</sup>以上かつ  
平均40N/mm<sup>2</sup>以上



RM耐震補強工法協会 76

特長 <http://www.rm-talshin.jp> 安震ブロック

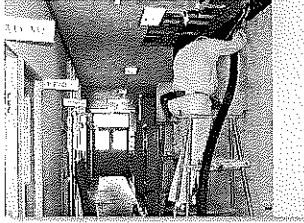
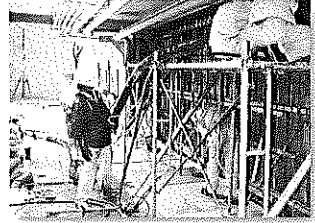
特長1	特長2	特長3	特長4
<b>高振動低騒音</b> 定着プレートの接合工法、高液動モルタルの使用で、騒音・振動を大きく低減	<b>省スペース</b> 材料置場が小さく、即立作業でスペース要らず。コンクリートポンプ車も不要	<b>工期短縮</b> 型枠脱型や養生要らず。RMユニットを用いて省力化し、工期も大幅短縮	<b>CO2削減</b> 型枠撤去、コンクリートポンプ不要、ハイブレッカー不要

アンカー接合方式では、RC増設壁とほぼ同等のコストで施工可能で、RC増設壁の施工の煩雑さが大幅に低減できます。




77

安震ブロックとRC増設壁の違い <http://www.rm-talshin.jp> 安震ブロック

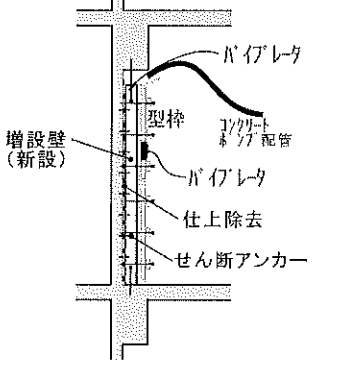



RM耐震補強工法  
安震ブロック

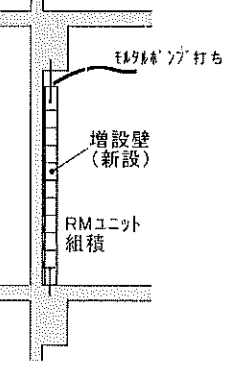
RC在来増設壁

RM耐震補強工法協会 78

増打ち壁の違い <http://www.rm-talshin.jp> 安震ブロック



在来工法





安震ブロック  
アンカー工法(増打ち壁)

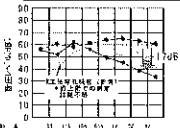
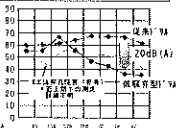
RM耐震補強工法協会 79

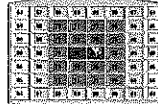
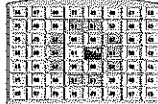
アンカー低振動低騒音工法 <http://www.rm-talshin.jp> 安震ブロック

無振動アンカーの騒音レベル

測定値	規格	騒音(中心値)	振動(中心値)
ハンマードリル	騒音(中心値) 100dB以下、振動(中心値) 0.5以下	100	0.5
電動ドリル	騒音(中心値) 85dB以下、振動(中心値) 0.2以下	85	0.2
ドリル	騒音(中心値) 75dB以下、振動(中心値) 0.1以下	75	0.1
ドリル	騒音(中心値) 70dB以下、振動(中心値) 0.05以下	70	0.05

アンカー工法工務員の健康への影響 80

