

論 文

[2104] プリズム強度によるマーソンリーの品質管理方法

正会員 ○千歩 修 (建設省建築研究所)

正会員 馬場明生 (建設省建築研究所)

1. はじめに

昭和59年度から行われている「組積造に関する日米共同大型耐震実験研究」のなかで、新しい組積造（RM構造）が開発されている。この構造は、高品質のユニットを用い、5階建までの建築物（中層RM構造）の設計を可能にするもので、施工方法、品質管理方法などにおいて多くの新しい技術が取り入れられている。特に、構造設計の基本となるRM組積体の圧縮強度は、ユニットを目地モルタルで組積し、グラウトを充填したプリズムの圧縮強度（プリズム強度）で管理することを原則としている。しかしながら、このプリズム試験は、試験体が大きくなること、大きな容量の圧縮試験機が必要なこと、試験に熟練が必要なことなどがあり、すべての現場でプリズム試験を行うことは合理的でない。ここでは、使用材料を限定し、この限定された条件におけるプリズム強度の推定方法およびRM組積体の設計基準強度と建物規模によるプリズム強度の管理方法を提案し、既往の実験データを用いて、この方法の適用性を示した。

2. 材料強度管理の級

RM構造の合理的な強度管理を行うために、表1に示される3種の品質管理方法の等級を提案する。この品質管理の級は、表2に示されるようにプリズム設計基準強度と構造物の規模によって選定でき、プリズム強度の実現が難しい場合、あるいは規模の大きな場合ほど直接的な管理方法になっている。

3. 使用材料の規定

a. ユニット……中層のRM構造に用いるユニットの形状は、プリズム強度に直接的に影響するもので、以下の観点から形状が制限される。

- (1) 構造上要求される縦・横の配筋ができ、階高充填で密実なグラウトの充填ができる十分な空洞をもつこと。
 - (2) 1軸圧縮時に低応力レベルにおける面外方向の破壊を防止するための十分なウェブの厚さを持つこと。
 - (3) ユニットとグラウトの両方の強度を有効に用いるための適切なユニットの空洞比であること。
- これらを満足するものとして表3の値を提案する。この条件に合致する代表的なユニットの形状を図1に示す。

表1 材料強度管理の級

等級	方 法
1級	プリズム強度を直接的に管理
2級	目地モルタルを標準的な材料・調合とすることを条件として、RMユニットの強度とグラウトの強度から所定の推定方法によってプリズム強度を管理
3級	目地モルタルを標準的な材料・調合とすることを条件として、RMユニットの等級に基づく規格強度とグラウトの強度との組み合わせによってプリズム強度を管理

表2 材料強度管理の級の適用の標準

RM組積体の 設計基準強度 (kgf/cm ²)	構 造 物 の 規 模	
	3層以下かつ延べ 面積が、300 m ² よ り小さい。	4層以上か、3層 以下で延べ面積が 300 m ² 以上。
180	3	2
210	3	2
240	2	2
270	2	2

ユニットの正味断面における圧縮強度は、ブリズム強度と耐久性に直接的に影響し、圧縮強度により表4のようなユニットの等級を提案する。

b. 目地モルタル……ユニットに比べて目地モルタルの強度が大きな場合、ブリズム強度に対する目地モルタルの影響は小さい〔1〕。ここでは、C : S = 1 : 2.5 ~ 3 の高強度モルタルを用いることを標準とする。目地モルタルに混和材料を用いる場合は、目地モルタルの強度を確認し、ブリズム強度の推定値を低減する。

c. グラウト……グラウトの強度と充填性は、直接的にブリズム強度に影響する。グラウトの使用材料、製造・品質管理方法などは、JIS A 5308, JASS 5に準ずる。また、グラウトは空洞部に密実に充填される必要があり、使用するユニットと施工条件によりRM構造用グラウト混和剤〔3〕の使用も可能とする。

4. ブリズム試験方法

ここでブリズム試験方法は以下の通りである。

(1) 図2に示すように、ブリズム試験体は基本ユニットを用い、いも目地で積み、少なくとも2以上の偶数の水平目地を持つこととした。

(2) 高さ(h)は30cm以上とし、長さ(l)は幅(t)よりも大きいこととし、高さと幅の比(h/t)は3を標準とし、これに近い値とした。

(3) 加圧面は精度よくキャッピングし、圧縮試験を行った。

(4) ブリズム強度(F_{cm}: kgf/cm²)は以下の式で求めた。

$$F_{cm} = \frac{P_{max}}{A} \quad \dots \dots \dots \quad (1)$$

ここで、P_{max} : 最大荷重(kg)

A : 断面積(cm²)

5. ブリズム強度の推定方法

强度管理2級の場合、使用材料の強度からブリズム強度を推定するが、以下の方法で計算することができる〔2〕。

$$F_{cm} = e_s \{ (1 - \beta') \cdot f_{cu} + \beta' \cdot f_{cg} \} \quad \dots \dots \dots \quad (2)$$

ここで、F_{cm} : ブリズム強度(kgf/cm²)

e_s : 組積係数

β' : ユニットの空洞比

f_{cu} : ユニットの圧縮強度(kgf/cm²)

f_{cg} : グラウトの強度(kgf/cm²)

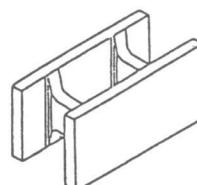
表3 ユニットの形状の制限

空洞比 (%)	フェイスシェルの最小厚さ (mm)	ウェブの高さのユ ニットの高さ*に 対する比の最大値	ウェブの厚さの総計 のユニットの長さ* に対する比の最小値
46~65	25	0.65	0.15

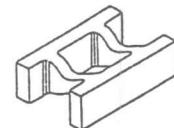
(注) * : モデュール寸法

表4 RMユニットの等級

等級	正味断面圧縮強度の規格値(kg/cm ²)	
	コンクリートユニット	れんがユニット
1種	400, 450	600
2種	300, 350	500
3種	200, 250	400



12型 (19×39×19)



23型 (19×29×9)

図1 代表的なユニットの形状

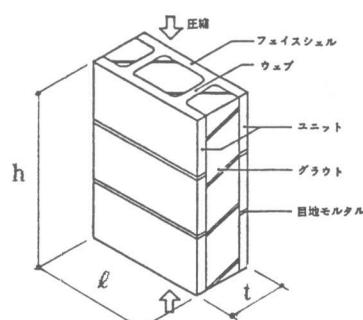


図2 ブリズム試験体

e_s は、1種または2種セラミックユニットなどのようにユニットに比べて目地モルタルの強度が低くなる場合、あるいは目地モルタルに混和材料を用いた場合は、下式を用いて e_s を求めます。

$$\gamma \geq \gamma_0 \text{ の場合, } e_s = \gamma_0$$

$$\gamma \leq \gamma_0 \text{ の場合, } e_s = \gamma \quad \dots \dots \dots \quad (3)$$

ここで、 $\gamma = f_{cj}/f_{cu}$, f_{cj} : 目地モルタルの強度

γ_0 : 目地モルタルとユニットの力学的性質によって定まる定数

また、ユニットの等級とグラウトの強度の組合せからプリズム強度を簡単に設定することができ、ここでは、この方法を材料強度管理3級の場合のプリズム強度の設定方法とした。

6. 検討に用いたプリズム実験データ

検討に用いた実験データは、日米共同研究が始まって以来、建研で行われたプリズム試験〔3〕、〔4〕、〔5〕から3節の材料の規定に合致するものを選定し、そのユニット・グラウトの種類および試験体数を表5に示す。なお、一部小さなプリズム強度を示すものがあるが、これは目地モルタルの強度が低いものである。

7. プリズム強度の予測値と実験値の関係
 a. 3級の場合……3級は、目地モルタルを標準的な高強度のものに限定し、ユニットの等級とグラウトの呼び強度によってプリズム強度を管理する方法であり、プリズム強度が 180kgf/cm^2 および 210kgf/cm^2 の場合に限り、(ただし、 210kgf/cm^2 の場合、コンクリートユニットの3種は使用できない) プリズム強度以上の呼び強度のグラウトを用いることができるとした。ユニットとグラウトの品質は、メーカーで保障されており、簡単にプリズム強度の管理ができる。図3はグラウト強度の試験値とプリズム強度の試験値の関係を示したもので、3級の条件では、ほぼグラウトの強度以上のプリズム強度を得られることがわかる。なお、現実の場合には、グラウト強度は変動を考慮した大きめの値となるため、さらに安全側のプリズム強度となる。

b. 2級の場合……2級は、(2)式に素材の試験結果を代入した結果として得られるプリズム強度によってRM組積体の強度管理

表5 使用した実験データ

シリーズ	ユニット強度の規格値 (kgf/cm ²)		グラウト強度* (kgf/cm ²)	プリズム 試験体数
	セラミック	コンクリート		
1	600	350, 400	298, 406, 605	18
2	—	(250)	240	3
3	—	300, 350, 400	178, 237, 300	27
4	400	(150)	207, 282, 320, 205, 306, 359	12

* 標準養生または試験中日現場封かん養生

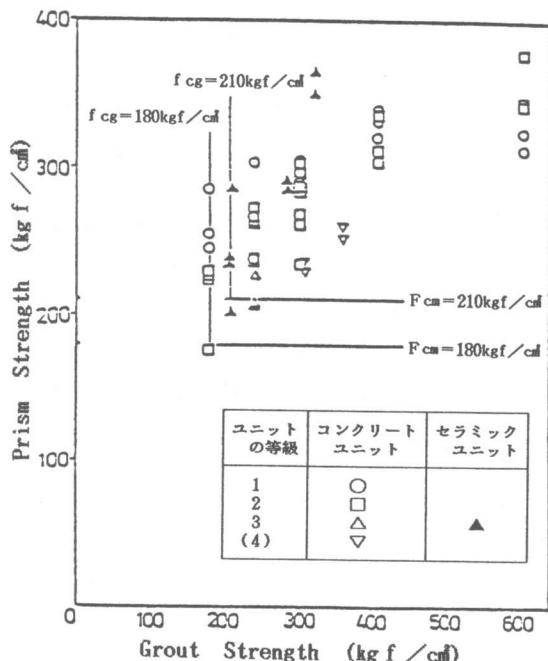


図3 グラウト強度とプリズム強度の関係

を行う。(2)式を変形し、図4のようにグラウトブリズムの組積係数 $\{F_{cm}/(1 - \beta') \cdot f_{cu}\}$ とグラウトの強度分担係数 $\{\beta' \cdot f_{cg}/((1 - \beta') \cdot f_{cu})\}$ の関係をみると、ユニットの形状などの影響が除かれ、データの比較をしやすい。図中の直線は、 $e_s = 0.75$ とした場合の予測式であり、この予測式で合理的な強度管理が可能であると考えられる。

8.まとめ

(1) 新しい組積造(RM構造)の使用材料の規定、ブリズム試験方法およびRM組積体の強度管理の方法を提案し、その概要を説明した。

(2) 既往の実験データを用い、ブリズム強度の管理方法としてブリズム強度の予測式による方法(2級)とユニットとグラウトの組み合わせによる方法(3級)の適用性を示した。

参考文献

- (1) 馬場、"A Proposal for Prediction of Uniaxial Compressive Strength of UngROUTed Masonry," BRZ Research Paper No.115, 1985
- (2) 馬場、千歩、"グラウトマーソンリーの強度および弾性係数の予測方法", コンクリート工学年次論文報告集 10-2, 1988
- (3) 馬場、渡辺、松島、"組積材料の圧縮強度性状に関する研究(その2. ブリズム圧縮強度性状)", 学会大会梗概集, 昭和59年
- (4) 馬場、千歩、"Influencing Factors of Prism Strength of Grouted Masonry and Fracture Mechanism under Uniaxial Loading," 1st JTCCMAR, Tokyo, 1985
- (5) 馬場、千歩、"Predictive Method of Prism Strength of Grouted Masonry," 2nd JTCCMAR, Keystone, USA, 1986

謝辞

本研究は、組積造に関する日米共同研究の一部として行われたものであり、関係諸氏に感謝いたします。

