

鉄筋コンクリート組積造打込み目地構法に用いる波形ユニットのプリズム試験体圧縮実験

鉄筋コンクリート組積造 打込み目地 波形ユニット  
プリズム試験体 圧縮強度

準会員 ○宮崎葉月\*1 正会員 稲井栄一\*2  
正会員 秋田知芳\*3 正会員 高橋和雄\*4  
正会員 石井克侑\*5

1. はじめに

鉄筋コンクリート組積造(以下、RM造)では、通常、矩形のユニットが用いられるが、組積の際にユニットの位置の調整が必要となる。波形のユニットを用い、ユニット同士が噛み合うように組積することで、ユニットの位置を容易に決めることができ、組積工事の施工効率の向上が期待できる。本研究は、ユニットの形状目地材の違いがRM組積体の圧縮強度に及ぼす影響について実験的に検討したものである。

2. プリズム試験体

2.1 試験体の種類

図1にプリズム試験体に使用した3種類のユニットを示す。1種類目のユニットはウェブが1つの波形ユニットであり、厚さ120mm、高さ200mm、幅303mmである。このユニットは、グラウト充填部が一般的なユニットに比べて小さく製造されており、充填材が少量で済むようになっている(以下このユニットをIMU120と称する)。2種類目のユニットはウェブが1つの波形ユニットであり、厚さ150mm、高さ200mm、幅303mmである。このユニットはグラウト充填部が一般的なユニットと同等に製造されている(以下このユニットをIMU150と称する)。3種類目のユニットは比較用の通常のユニット(矩形ユニット)である。ウェブが2つのユニットであり、厚さ150mm、高さ150mm、幅300mmである(以下このユニットを1530と称する)。フェイスシェル接着面は図1の斜線部で、面積はIMU120では12120mm<sup>2</sup>、IMU150では9090mm<sup>2</sup>、1530では9000mm<sup>2</sup>である。

表1にプリズム試験体の一覧を示す。プリズム試験体は3つのユニットを組積し構成される。組積の際に用いる目地材はシーラー、薄目地、樹脂モルタルの3種類である。シーラーは通常の組積時に使用される目地材、薄目地は生モルタルと呼ばれる高精度ユニットに使用される目地材、樹脂モルタルはひび割れ補修に用いられる市販品である。IMU120のシーラーを用いて組積した試験体をIMU120s、薄目地を用いて組積した試験体をIMU120t、樹脂モルタルを用いて組積した試験体をIMU120aと称する。IMU150および1530も同様に、IMU150s、IMU150t、IMU150a、1530s、1530t、1530aと称する。それぞれのユニットで、シーラーを3体、薄目地を3体、樹脂モルタルを2体作成した。本実験では、ユニットの形状と目地材の差異を明確にするため、すべてグラウト充填していない。

2.2 使用材料の特性

表2にユニットの材料試験の結果を示す。表中のクーポン試験体とは、ユニットのフェイスシェルの厚さに従ってIMU120が70mm×70mm×35mm、IMU150と1530が60mm×60mm×30mmの試験体である。圧縮強度は40.7~60.8N/mm<sup>2</sup>(全体平均52.7N/mm<sup>2</sup>)、ユニット種別の平均値は、IMU120は51.6N/mm<sup>2</sup>、IMU150は57.4N/mm<sup>2</sup>、1530は47.8N/mm<sup>2</sup>である。ヤング係数の値は、2.37~4.20×10<sup>4</sup>N/mm<sup>2</sup>(平均2.89×10<sup>4</sup>N/mm<sup>2</sup>)である。ヤング係数、ポアソン比はクーポン試験体の1/3強度時における値である。IMU150③と1530③では縦ひずみおよび横ひずみの計測値が小さく、ヤング係数、ポアソン比に乱れがあった。

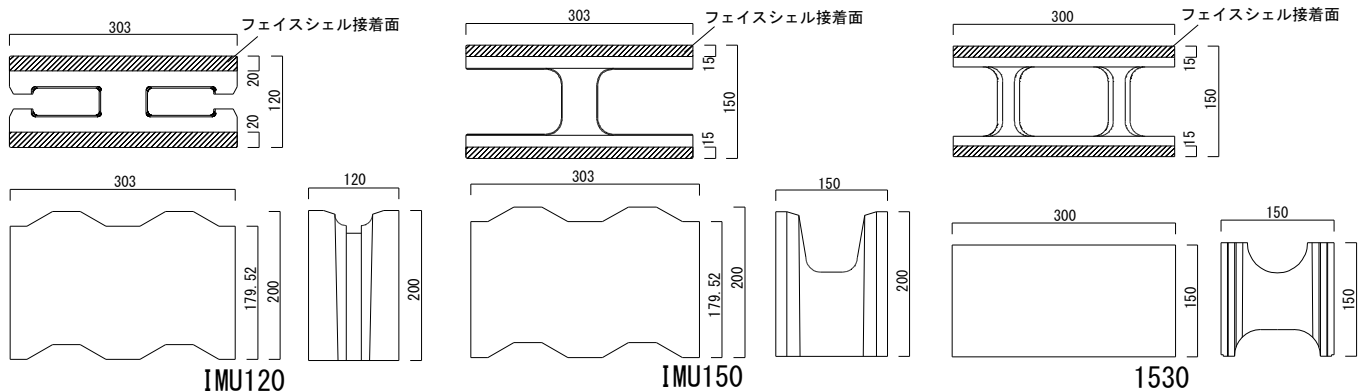


図1 ユニットの形状

表1 プリズム試験体の一覧

ユニット	目地材	試験体名	幅(mm)* <sup>1</sup>	厚さ(mm)* <sup>1</sup>	高さ(mm)* <sup>1</sup>	質量(kg)* <sup>1</sup>	全断面積(mm <sup>2</sup> )* <sup>2</sup> (空隙部を含む)	フェイスシェル接着面積(mm <sup>2</sup> )* <sup>2</sup>
IMU 120	シーラー	IMU120s①	302.0	122.4	523.0	32.0	36360 (303×120)	12120 (303×20×2)
		IMU120s②	302.3	122.5	522.0	31.7		
		IMU120s③	302.5	122.7	523.5	32.0		
	薄目地	IMU120t①	302.5	122.8	523.0	32.5		
		IMU120t②	302.4	122.6	523.5	32.3		
		IMU120t③	302.1	122.5	524.0	32.3		
樹脂モルタル	IMU120a①	302.6	122.6	523.0	31.9			
	IMU120a②	302.5	122.7	523.0	32.5			
IMU 150	シーラー	IMU150s①	302.3	152.7	526.0	28.3	45450 (303×150)	9090 (303×15×2)
		IMU150s②	302.1	153.0	524.0	28.3		
		IMU150s③	302.6	153.4	523.0	28.4		
	薄目地	IMU150t①	301.8	153.3	523.5	28.1		
		IMU150t②	302.4	153.1	525.0	28.3		
		IMU150t③	302.2	153.4	524.5	28.4		
樹脂モルタル	IMU150a①	301.7	154.2	526.0	28.1			
	IMU150a②	301.9	152.8	523.5	28.3			
1530	シーラー	1530s①	298.9	149.8	450.0	21.7	45000 (300×150)	9000 (300×15×2)
		1530s②	299.0	150.7	450.5	22.0		
		1530s③	298.4	149.9	450.0	21.7		
	薄目地	1530t①	298.3	149.8	450.0	21.6		
		1530t②	298.3	149.9	450.0	22.1		
		1530t③	297.5	150.9	451.0	21.5		
樹脂モルタル	1530a①	298.7	149.8	450.0	21.5			
	1530a②	297.6	150.7	450.0	21.7			

\*1実寸値 \*2規格値

### 3. プリズム試験体の圧縮実験

#### 3.1 実験方法および計測方法

実験は 3000kN 圧縮試験機を用いて行った。その際、試験体の上下面は硬質石膏でキャッピングをし、耐圧盤を介して加力を行った。図2に示すように試験体のフェイスシェルの両側面にひずみゲージ(検長 30mm)を貼り付け、縦ひずみと横ひずみを測定した。また、変位計(検長 IMU120 および IMU150 は 400mm、1530 は 300mm)を取り付け、試験体の変形(縦ひずみ)を測定した。

#### 3.2 プリズム試験体の応力-ひずみ関係

図3に実験により得られた応力-ひずみ関係の一例を示す。図3にはユニット3種類と目地材3種類の組み合わせを各1つずつ示している。応力は測定した荷重を表1中のフェイスシェル接着面積で除した値である。図3に示す応力-ひずみ関係において、ほとんどの場合、変位計のひずみがおよそ0.1%の時にひずみが急激に小さくなる挙動が見られた。また、それと同時にゲージの縦ひずみも、わずかに小さくなる挙動が見られた。上記の挙動が生じる以前では、1530 は、変位計の縦ひずみとゲージの縦ひずみの差が小さいのに対して、IMU120 および IMU150 では、変位計の縦ひずみがゲージの縦ひずみよりかなり大きく、目地の変形が大きい。

#### 3.3 プリズム試験体の圧縮強度

表3にプリズム試験体の圧縮強度を示す。最大圧縮強度(フェイスシェル接着面)は IMU120 が 15.4~30.6N/mm<sup>2</sup>、IMU150 が 17.9~33.3N/mm<sup>2</sup>、1530 が 36.0~47.0N/mm<sup>2</sup>である。IMU120 および IMU150 は 1530 と比べ最大圧縮強度が小さい。また IMU120 および IMU150 の最大圧縮強度に大きな差

表2 ユニットの材料試験結果

クーボン試験体	圧縮強度(N/mm <sup>2</sup> )	圧縮強度 平均値 (N/mm <sup>2</sup> )	ヤング係数 (×10 <sup>4</sup> N/mm <sup>2</sup> )	ポアソン比	単位体積 重量 (kN/m <sup>3</sup> )
IMU120①	43.8	51.6	2.43	0.32	22.3
IMU120②	58.1		2.73	0.25	22.4
IMU120③	56.4		2.58	0.24	22.8
IMU120④	47.9		2.37	0.19	22.8
IMU150①	57.7	57.4	2.84	0.24	22.6
IMU150②	60.8		2.67	0.24	22.7
IMU150③	51.0		4.20	0.11	22.6
IMU150④	60.1		3.03	0.25	22.7
1530①	59.1	47.8	2.88	0.25	22.4
1530②	40.7		2.56	0.28	22.5
1530③	43.5		3.50	0.10	22.5

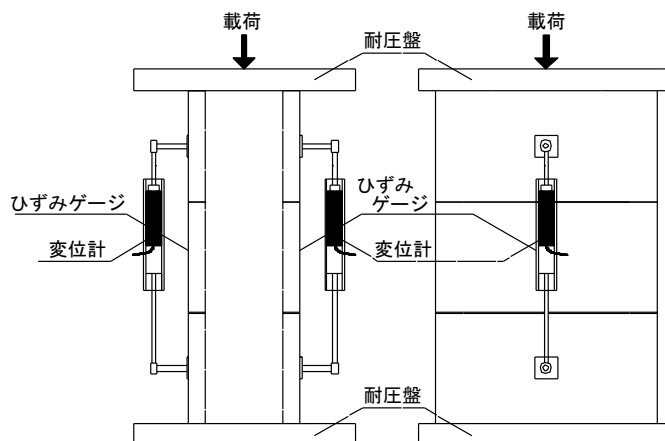


図2 プリズム試験体の圧縮実験方法

はない。目地材の種類ごとにみると最大圧縮強度平均値（フェイスシェル接着面）は波形ユニットの IMU120 および IMU150 では、シーラー、薄目地、樹脂モルタルの順に大きくなっていく。IMU150t②は同じ種類の試験体と比べ、圧縮強度が大きくなっていく。一方、矩形ユニットの 1530 では薄目地、樹脂モルタル、シーラーの順に大きくなっていく。クーボン試験体と比較したプリズム試験体の圧縮強

度比率は IMU120 では 28.8%~50.5%、IMU150 では 32.2%~50.5%、1530 では 82.7%~92.9%である。

### 3.4 破壊性状

図 4 に加力終了時の破壊状況を示す。試験体にはウェブで破壊が生じるもの、フェイスシェルで破壊が生じるものがある。1530 の試験体はすべて、図 4 (3)に示すように試験体はウェブで破壊が生じている。打込み目地端部から、

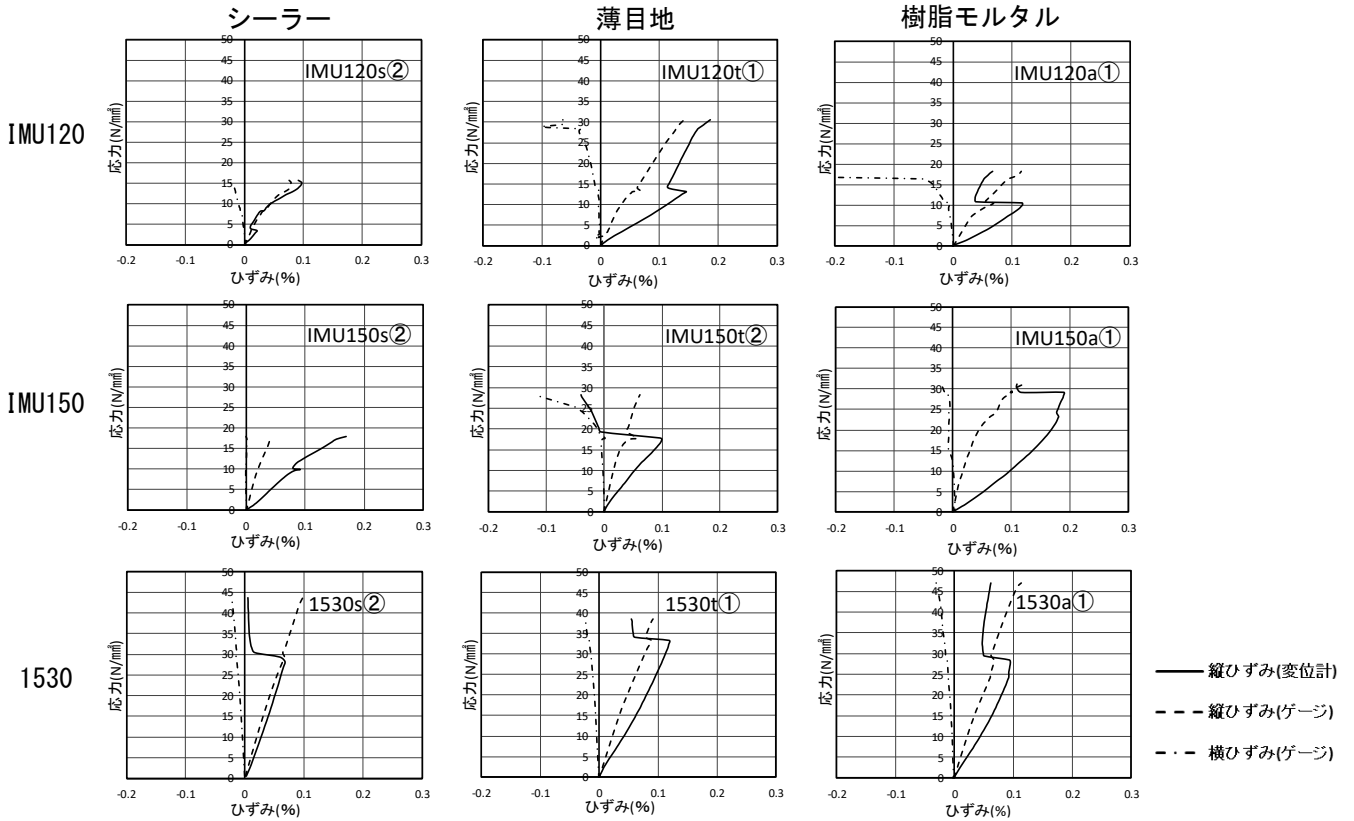


図 3 プリズム試験体の応力-ひずみ関係

表 3 プリズム試験体の圧縮強度

試験体名	最大荷重(kN)	最大圧縮強度(N/mm <sup>2</sup> )(全断面)	最大圧縮強度平均値(N/mm <sup>2</sup> )(全断面)	最大圧縮強度(N/mm <sup>2</sup> )(フェイスシェル接着面)	最大圧縮強度平均値(N/mm <sup>2</sup> )(フェイスシェル接着面)	圧縮強度比率(%)(クーボン試験体との比較)
IMU120s①	187.0	5.14	5.20	15.4	15.6	28.8
IMU120s②	193.0	5.31		15.9		
IMU120s③	187.5	5.16		15.5		
IMU120t①	369.0	10.15	7.93	30.4	23.8	43.9
IMU120t②	210.0	5.78		17.3		
IMU120t③	286.0	7.87		23.6		
IMU120a①	292.5	8.04	9.12	24.1	27.4	50.5
IMU120a②	370.5	10.19		30.6		
IMU150s①	172.0	3.78	3.83	18.9	19.2	32.2
IMU150s②	162.5	3.58		17.9		
IMU150s③	188.0	4.14		20.7		
IMU150t①	223.5	4.92	5.46	24.6	27.3	45.8
IMU150t②	302.5	6.66		33.3		
IMU150t③	218.0	4.80		24.0		
IMU150a①	283.5	6.24	6.02	31.2	30.1	50.5
IMU150a②	263.5	5.80		29.0		
1530s①	420.0	9.33	8.87	46.7	44.4	92.9
1530s②	397.0	8.82		44.1		
1530s③	381.0	8.47		42.3		
1530t①	346.5	7.70	7.90	38.5	39.5	82.7
1530t②	387.0	8.60		43.0		
1530t③	333.0	7.40		37.0		
1530a①	423.0	9.40	8.30	47.0	41.5	86.9
1530a②	324.0	7.20		36.0		

フェイスシェルが2つに割れる状況が見られた。一方、IMU120 および IMU150 の試験体は2つを除いてすべて図4(1)および(2)に示すようにフェイスシェルで破壊が生じている。フェイスシェルで破壊した試験体は最大荷重に達する直前にフェイスシェルに一気に上下に広がるひび割れ(図中A)が入り、破壊に至ったものと、打込み目地端部からひび割れ(図中B)、フェイスシェルの局所的な破壊となるものの2つがある。同じ種類の試験体と比べ圧縮強度が大きかった IMU150t②はウェブで破壊している。IMU120t①はグラウト充填部が小さいためウェブの観察は出来なかったが、フェイスシェルの破壊が見られず、ウェブで破壊が生じていると推測できる。

#### 4.考察

##### 4.1 形状の違い

波形ユニットの IMU120 および IMU150 の最大圧縮強度が小さくなったのは、フェイスシェル接着面の一部分に荷重が集中し、フェイスシェルにひび割れが入り破壊に至ったためと考えられる。矩形ユニットの 1530 はフェイスシェル接着面で荷重が均一に伝わるが、打込み目地があり、グラウト充填されていないことにより、フェイスシェルが外側に弓なりに変形し、ウェブに引張力が働き破壊に至ったためと考えられる。

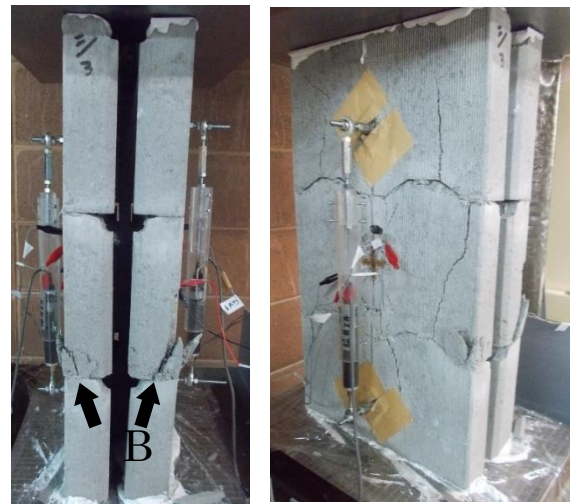
##### 4.2 目地材の違い

IMU120 および IMU150 はフェイスシェルで破壊が生じているため、波形ユニットにおいては目地材の種類によって圧縮強度に差があった。一方、1530 は最終的にウェブで破壊が生じるため、目地材の影響はないと考えられる。

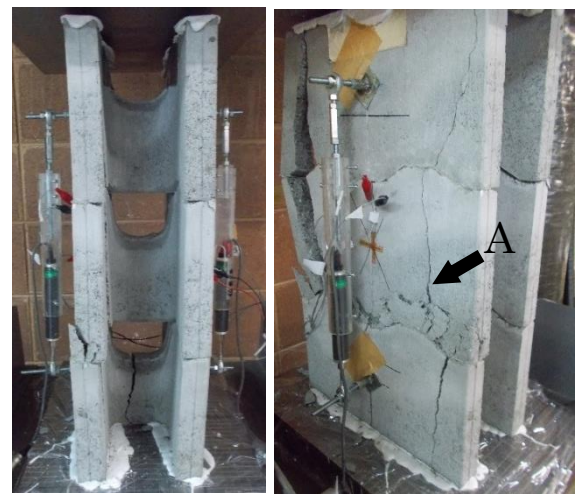
#### 5.まとめ

本研究では、打込み目地構法に用いる波形ユニットを組積して作成したプリズム試験体の圧縮実験を報告した。本研究で得られた知見を以下に示す。

- 1) 波形ユニットでは、その形状からフェイスシェル接着面で応力の集中が生じやすいため、圧縮強度はユニットの材料強度の3～5割程度となる。
- 2) 波形ユニットではフェイスシェルで破壊が生じるため目地材の種類により圧縮強度に差が出る。
- 3) 打込み目地構法でグラウト充填していない場合、ウェブおよび打込み目地で破壊が生じる。
- 4) グラウト充填部の大きさによる、圧縮強度における明確な差はない。



(1) IMU120s③



(2) IMU150s②



(3) 1530s③

図4 加力終了時の破壊状況

\*1 山口大学工学部感性デザイン工学科 学部生 Student, Dept. of Perceptual Sciences and Design Eng., Faculty of Eng., Yamaguchi Univ.  
 \*2 山口大学大学院理工学研究科教授 博士(工学) Prof, Graduate School of Sciences and Technology for Innovation, Yamaguchi Univ., Dr. Eng.  
 \*3 山口大学大学院理工学研究科講師 博士(工学) Lecturer, Graduate School of Sciences and technology for Innovation, Yamaguchi Univ., Dr. Eng.  
 \*4 太陽エコブロック株式会社 技術開発室・室長 Project Leader, Taiyo Cement Industrial Corp.  
 \*5 太陽エコブロック株式会社 社長・博士(工学) President, Taiyo Cement Industrial Corp., Dr. Eng.