

## 旧日本生命保険株式会社九州支店における煉瓦材料試験

- 種別：材料試験 [木材・煉瓦・鉄・コンクリート・その他]、重量測定、  
要素試験 [接合部・軸組・壁・水平構面（床・天井・小屋組・屋根）・非構造部材・その他]、  
補強性能試験 [接合部・軸組・壁・水平構面（床・天井・小屋組・屋根）・非構造部材・その他]

### ●基本情報

文化財名称：旧日本生命保険株式会社九州支店  
文化財種別（指定年月日）：重要文化財（昭和44年3月12日）  
所在地：福岡県福岡市中央区天神一丁目15番地30号  
所有者（管理団体）：福岡市  
構造形式：煉瓦造、建築面積281.8m<sup>2</sup>、二階建、地下一階、中央部塔屋付、銅板葺、  
ドライエリヤ煉瓦塀附属  
建築年：明治42年(1909)  
事業名称：重要文化財 旧日本生命保険株式会社九州支店 耐震診断事業  
事業期間：令和元年6月3日～令和2年3月31日  
工事種別：耐震診断  
事業者：福岡市  
設計監理：(公財)文化財建造物保存技術協会  
実験計画者：(公財)文化財建造物保存技術協会  
実験機関：大阪工業大学  
実験年月日：令和元年11月～12月  
引用・参考文献：－

### ●実験に至る経緯と目的

構造検討上必要となる、構造要素の力学的特性や材料特性などの物性を把握するため、煉瓦や目地の材料の強度や組積体としての強度を実験的に調査した。

● 姿図・寸法

(1) 煉瓦単体試験

倉庫内に保管されていた煉瓦を使用

① 吸水率試験・煉瓦単体曲げ試験

表 3.1(a) 供試体寸法 (M-00-1)

面	方向		
	x	y	z
①	217.00	102.80	-
(①)	217.60	103.10	-
②	216.85	-	57.17
(②)	216.80	-	57.97
③	-	101.71	56.52
(③)	-	102.27	58.28
Ave.	217.06	102.47	57.49

単位：mm, ( )：対面

表 3.1(b) 供試体寸法 (M-00-2)

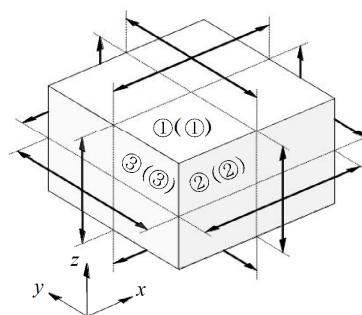
面	方向		
	x	y	z
①	224.10	104.10	-
(①)	223.00	105.57	-
②	221.60	-	59.29
(②)	222.40	-	58.70
③	-	105.29	59.22
(③)	-	105.14	58.08
Ave.	222.78	105.03	58.82

単位：mm, ( )：対面

表 3.1(c) 供試体寸法 (M-00-3)

面	方向		
	x	y	z
①	215.10	97.74	-
(①)	214.60	97.63	-
②	214.10	-	55.70
(②)	214.10	-	56.60
③	-	98.27	55.53
(③)	-	98	54.82
Ave.	214.48	97.91	55.66

単位：mm, ( )：対面



②煉瓦単体圧縮試験

・普通煉瓦

表 2.1.1(a) 供試体寸法 (C-00-1)

面	方向		
	x	y	z
①	100.74	114.88	-
(①)	100.54	115.37	-
②	100.66	-	61.34
(②)	100.36	-	61.92
③	-	114.73	61.77
(③)	-	114.83	60.75
Ave.	100.58	114.95	61.45

単位：mm, ( )：対面

表 2.1.1(b) 供試体寸法 (C-00-2)

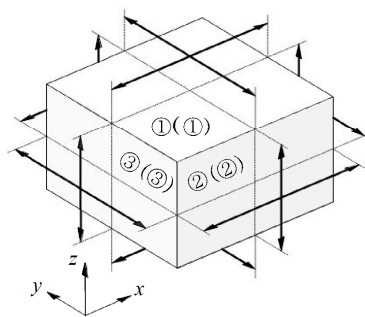
面	方向		
	x	y	z
①	99.91	110.77	-
(①)	100.06	110.71	-
②	100.11	-	61.21
(②)	99.87	-	60.88
③	-	108.54	61.54
(③)	-	109.29	61.82
Ave.	99.99	109.83	61.36

単位：mm, ( )：対面

表 2.1.1(c) 供試体寸法 (C-00-3)

面	方向		
	x	y	z
①	99.76	111.84	-
(①)	99.77	111.68	-
②	100.15	-	62.78
(②)	99.72	-	64.33
③	-	110.8	61.91
(③)	-	111.13	62.51
Ave.	99.85	111.36	62.88

単位：mm, ( )：対面



・化粧煉瓦

表 2.2.1(a) 供試体寸法 (C-01-1)

面	方向		
	x	y	z
①	100.07	108.74	-
(①)	100.27	108.61	-
②	99.74	-	60.56
(②)	99.82	-	59.68
③	-	108.37	60.13
(③)	-	108.98	59.73
Ave.	99.98	108.68	60.03

単位：mm, ( )：対面

表 2.2.1(b) 供試体寸法 (C-01-2)

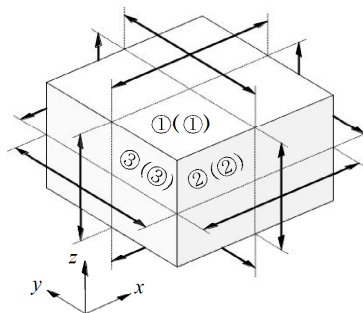
面	方向		
	x	y	z
①	100.41	108.17	-
(①)	100.62	108.15	-
②	100.49	-	59.95
(②)	100.31	-	59.3
③	-	108.67	58.85
(③)	-	107.96	59.61
Ave.	100.46	108.24	59.43

単位：mm, ( )：対面

表 2.2.1(c) 供試体寸法 (C-01-3)

面	方向		
	x	y	z
①	100.91	108.6	-
(①)	100.53	108.39	-
②	100.41	-	60.27
(②)	100.31	-	60.14
③	-	108.47	60.09
(③)	-	108.5	60.11
Ave.	100.54	108.49	60.15

単位：mm, ( )：対面



(2) 煉瓦要素試験

① 煉瓦要素圧縮試験

表 2.3.1(a) 供試体寸法 (C-10-1)

面	方向		
	x	y	z
①	99.73	100.28	-
(①)	99.85	100.70	-
②	100.34	-	89.94
(②)	100.15	-	89.98
③	-	99.94	89.76
(③)	-	100.07	90.26
Ave.	100.02	100.25	89.99
②目地厚	-	-	11.53
(②)目地厚	-	-	11.95
③目地厚	-	-	12.33
(③)目地厚	-	-	8.28
目地Ave.	-	-	11.02

単位：mm, ( )：対面

表 2.3.1(b) 供試体寸法 (C-10-2)

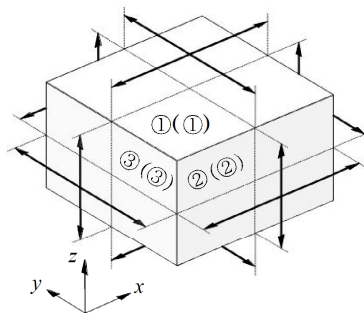
面	方向		
	x	y	z
①	100.14	100.97	-
(①)	100.07	100.73	-
②	100.46	-	90.09
(②)	100.27	-	90.23
③	-	100.82	89.95
(③)	-	100.86	90.05
Ave.	100.24	100.85	90.08
②目地厚	-	-	6.36
(②)目地厚	-	-	10.98
③目地厚	-	-	9.10
(③)目地厚	-	-	10.16
目地Ave.	-	-	9.15

単位：mm, ( )：対面

表 2.3.1(c) 供試体寸法 (C-10-3)

面	方向		
	x	y	z
①	99.93	99.56	-
(①)	99.96	99.61	-
②	100.17	-	90.32
(②)	100.23	-	90.34
③	-	99.74	90.23
(③)	-	100.01	90.58
Ave.	100.07	99.73	90.37
②目地厚	-	-	8.40
(②)目地厚	-	-	9.45
③目地厚	-	-	11.12
(③)目地厚	-	-	6.48
目地Ave.	-	-	8.86

単位：mm, ( )：対面



②煉瓦要素引張試験

表 4.1(a) 供試体寸法 (T-10-1)

面	方向		
	x	y	z
①	-	80.4	80.4
①'・(①')	-	80.4	80.1
(①)	-	80.4	80.3
②	100.6	-	-
(②)	100.6	-	-
③	100.2	-	-
(③)	101.0	-	-
煉瓦Ave.	100.6	80.3	
④目地	-	78.7	-
(④)目地	-	77.7	-
⑤目地	100.4	-	-
(⑤)目地	100.5	-	-
①目地厚	-	-	5.6
(①)目地厚	-	-	8.0
①'目地厚	-	-	6.8
(①')目地厚	-	-	6.6
目地Ave.	100.5	78.2	6.8

単位：mm, ( )：対面

表 4.1(b) 供試体寸法 (T-10-2)

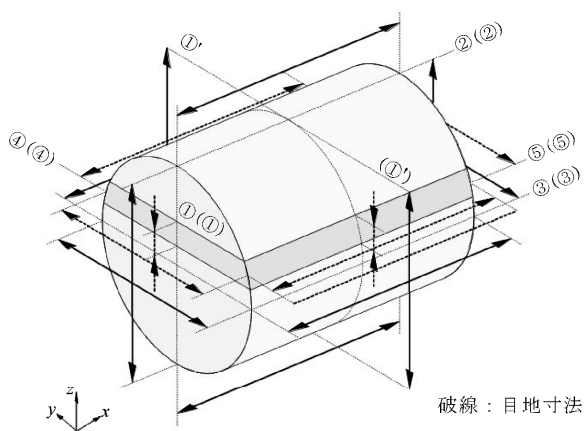
面	方向		
	x	y	z
①	-	78.8	79.5
①'・(①')	-	79.0	79.0
(①)	-	79.1	79.6
②	100.6	-	-
(②)	100.5	-	-
③	100.3	-	-
(③)	100.4	-	-
Ave.	100.4	79.2	
④目地	-	78.7	-
(④)目地	-	78.7	-
⑤目地	100.3	-	-
(⑤)目地	100.4	-	-
①目地厚	-	-	11.5
(①)目地厚	-	-	12.8
①'目地厚	-	-	12.8
(①')目地厚	-	-	14.3
Ave.	100.3	78.7	12.1

単位：mm, ( )：対面

表 4.1(c) 供試体寸法 (T-10-3)

面	方向		
	x	y	z
①	-	79.7	79.5
①'・(①')	-	79.6	79.5
(①)	-	79.8	79.4
②	99.8	-	-
(②)	100.2	-	-
③	100.0	-	-
(③)	100.2	-	-
Ave.	100.0	79.6	
④目地	-	79.7	-
(④)目地	-	79.7	-
⑤目地	100.2	-	-
(⑤)目地	100.0	-	-
①目地厚	-	-	9.3
(①)目地厚	-	-	2.3
①'目地厚	-	-	4.7
(①')目地厚	-	-	4.4
Ave.	100.1	79.7	5.8

単位：mm, ( )：対面



③煉瓦要素せん断試験

・軸力なし

表 5.1.1(a) 供試体寸法 (S-10-1)

面	方向		
	x	y	z
①	-	79.27	79.58
①'・(①')	-	79.37	79.56
(①)	-	79.44	79.33
②	200.33	-	-
(②)	200.14	-	-
③	199.86	-	-
(③)	199.89	-	-
煉瓦Ave.	200.06	79.43	-
④目地	-	79.22	-
(④)目地	-	79.51	-
⑤目地	199.82	-	-
(⑤)目地	199.93	-	-
①目地厚	-	-	10.90
(①)目地厚	-	-	6.62
①'目地厚	-	-	5.08
(①')目地厚	-	-	8.38
目地Ave.	199.88	79.37	7.75

単位：mm, ( )：対面

表 5.1.1(b) 供試体寸法 (S-10-2)

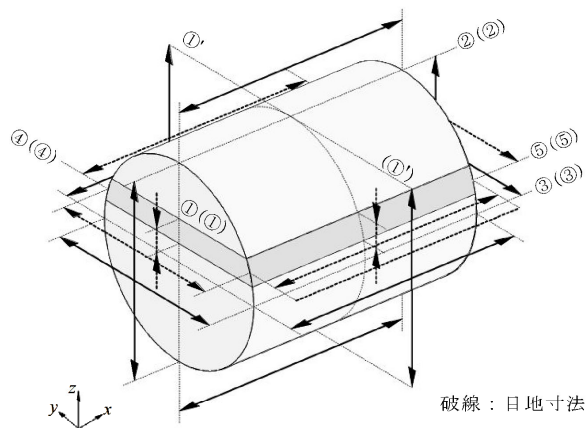
面	方向		
	x	y	z
①	-	79.27	79.44
①'・(①')	-	79.24	79.30
(①)	-	79.48	78.99
②	200.04	-	-
(②)	200.22	-	-
③	200.17	-	-
(③)	200.29	-	-
Ave.	200.18	79.29	-
④目地	-	79.16	-
(④)目地	-	79.15	-
⑤目地	200.10	-	-
(⑤)目地	200.34	-	-
①目地厚	-	-	4.80
(①)目地厚	-	-	6.05
①'目地厚	-	-	8.07
(①')目地厚	-	-	6.34
Ave.	200.22	79.16	6.31

単位：mm, ( )：対面

表 5.1.1(c) 供試体寸法 (S-10-3)

面	方向		
	x	y	z
①	-	79.37	79.25
①'・(①')	-	79.35	79.29
(①)	-	79.63	79.44
②	200.02	-	-
(②)	199.89	-	-
③	199.90	-	-
(③)	199.90	-	-
Ave.	199.93	79.39	-
④目地	-	79.06	-
(④)目地	-	79.62	-
⑤目地	199.97	-	-
(⑤)目地	199.95	-	-
①目地厚	-	-	12.31
(①)目地厚	-	-	13.48
①'目地厚	-	-	11.29
(①')目地厚	-	-	16.24
Ave.	199.96	79.34	12.36

単位：mm, ( )：対面



・軸力あり

表 5.2.1(a) 供試体寸法 (S-1N-1)

面	方向		
	x	y	z
①	-	79.10	78.64
①'・(①')	-	79.21	78.74
(①)	-	79.36	78.69
②	200.33	-	-
(②)	200.42	-	-
③	200.29	-	-
(③)	200.36	-	-
煉瓦Ave.	200.35	78.96	
④目地	-	76.62	-
(④)目地	-	77.87	-
⑤目地	200.48	-	-
(⑤)目地	200.63	-	-
①目地厚	-	-	13.74
(①)目地厚	-	-	11.94
①'目地厚	-	-	20.29
(①')目地厚	-	-	14.99
目地Ave.	200.56	77.25	12.84

単位：mm, ( )：対面

表 5.2.1(b) 供試体寸法 (S-1N-2)

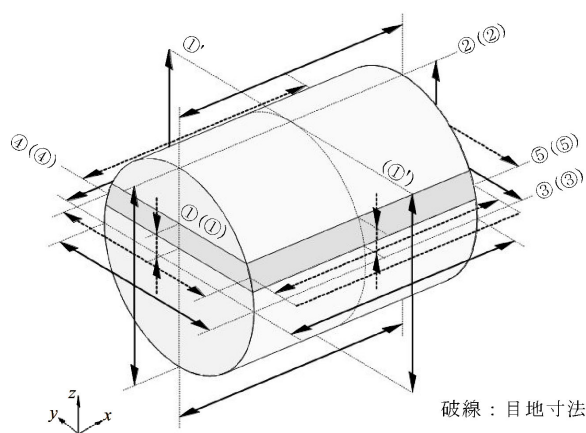
面	方向		
	x	y	z
①	-	79.51	79.01
①'・(①')	-	79.38	79.11
(①)	-	79.90	79.76
②	200.07	-	-
(②)	200.24	-	-
③	199.68	-	-
(③)	199.91	-	-
Ave.	199.98	79.45	
④目地	-	79.32	-
(④)目地	-	79.72	-
⑤目地	199.71	-	-
(⑤)目地	200.00	-	-
①目地厚	-	-	9.31
(①)目地厚	-	-	8.54
①'目地厚	-	-	10.79
(①')目地厚	-	-	8.03
Ave.	199.86	79.52	8.93

単位：mm, ( )：対面

表 5.2.1(c) 供試体寸法 (S-1N-3)

面	方向		
	x	y	z'
①	-	79.46	79.16
①'・(①')	-	79.60	79.23
(①)	-	79.31	78.79
②	200.11	-	-
(②)	200.33	-	-
③	200.06	-	-
(③)	200.38	-	-
Ave.	200.22	79.26	
④目地	-	79.09	-
(④)目地	-	78.33	-
⑤目地	199.99	-	-
(⑤)目地	200.76	-	-
①目地厚	-	-	10.73
(①)目地厚	-	-	10.03
①'目地厚	-	-	10.38
(①')目地厚	-	-	9.70
Ave.	200.38	78.71	10.38

単位：mm, ( )：対面



●実験方法

(1)煉瓦単体試験

①吸水率試験

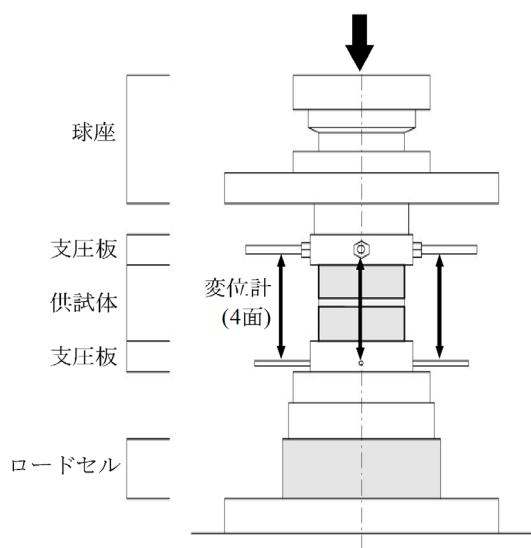
吸水率については、JIS R 1250（普通れんが及び化粧れんが）に従うものとする。試料を 105℃～120℃の空气中で 24 時間乾燥し、室温まで放冷後、秤量しこれを乾燥質量 $m_1$  (g) とする。この試料を直ちに 20±5℃の水中に 24 時間静置する。試料上部と水面間の距離は、50～60mm とする。これを水中から取り出し、手早く湿布で表面の水分をぬぐい取り、直ちに秤量し、これを飽水質量 $m_2$  (g) とする。

$$a = (m_2 - m_1) / m_1 \times 100 (\%)$$

②煉瓦単体圧縮

JIS R 1250（普通れんが及び化粧れんが）に従うものとする。

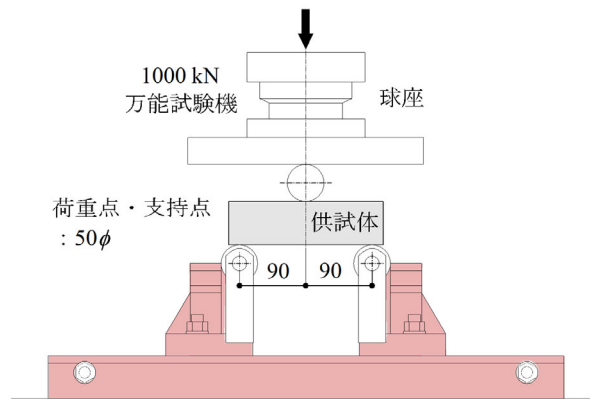
下図に圧縮試験装置の概要を示す。圧縮試験は、1000kN 万能試験機を用いる。ロードセル（1000kN 用）と球座間に供試体を設置するが、供試体の上下面には支圧板が設けられている。なお、支圧板と接する供試体の上下面は、高強度の石膏によって不陸調整がなされている。また、供試体各側面において、支圧板間に摺動型変位計（感度：1000  $\mu$  / mm）を設置し、その圧縮変位計測値から圧縮ひずみ度を算出する。





### ③煉瓦単体曲げ

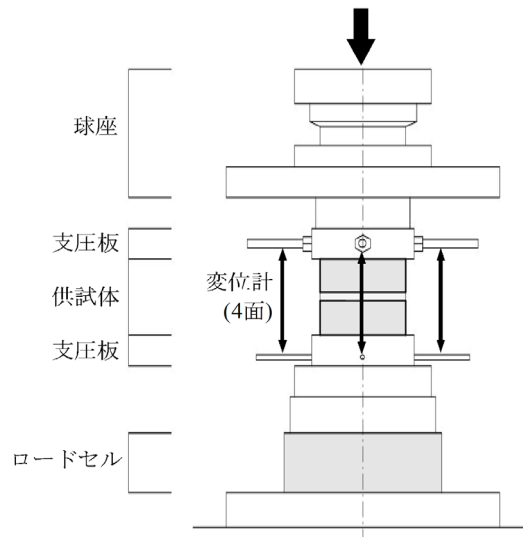
下図に曲げ試験装置の概要を示す。試験は、1000kN 万能試験機を用いる。支点間距離を180mm（供試体の厚さの約3倍）とし、平面を加圧面としてその中央に集中荷重を負荷する1点載荷曲げ試験とする。なお、荷重点および支点位置は、高強度の石膏による不陸調整を行い、50φのシャフトピンによって供試体を支持および加力する。



## (2)煉瓦要素試験

### ①煉瓦要素圧縮

下図に圧縮試験装置の概要を示す。圧縮試験は、1000kN 万能試験機を用いる。ロードセル（1000kN 用）と球座間に供試体を設置するが、供試体の上下面には支圧板が設けられている。なお、支圧板と接する供試体の上下面は、高強度の石膏によって不陸調整がなされている。また、供試体各側面において、支圧板間に摺動型変位計（感度：1000 μ / mm）を設置し、その圧縮変位計測値から圧縮ひずみ度を算出する。



### ②煉瓦要素引張

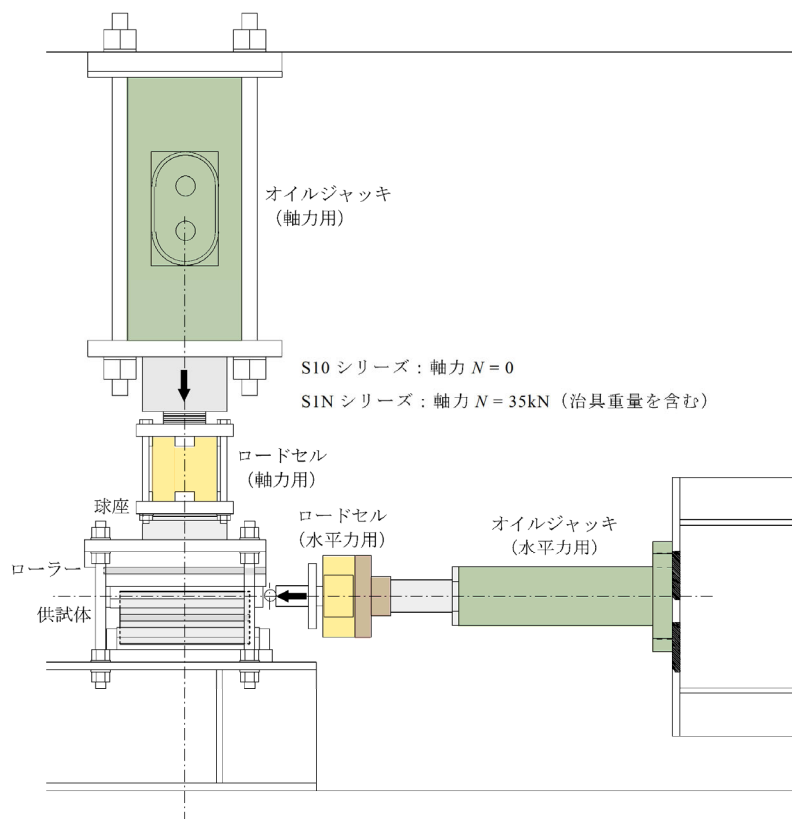
試験体には、 $\phi 80\text{mm} \times 100\text{mm}$  程度の円柱形で、1本の目地がそれぞれの底面の円の中心を通るものを用いる。

試験方法は直接引張試験とし、予め試料ごとに試験体の長さ、幅、目地の幅を計測する。円柱の側面に治具を接着し、引張治具を介して引張力を加え、試料が破壊した時の最大荷重  $eP_{tm}$  を引張強度とする。



### ③煉瓦要素せん断

下図にせん断試験装置を示す。供試体は目地が水平となるように設置し、煉瓦上部と下部にそれぞれ治具を設置して、軸力を負荷する場合はオイルジャッキ (300kN 用) によってロードセル (500kN 用) および球座を介して目地に直角となるように所定の圧縮力を負荷した後、目地に水平な荷重を載荷する。なお、軸力を負荷しない場合は、球座を取り外した状態で水平力を負荷する。



●結果

(1) 煉瓦単体試験

①密度・吸水率試験（普通煉瓦）

供試体	平均長さ (mm)	平均幅 (mm)	平均厚さ (mm)	平均体積 ( $m^3$ )	気乾状態の質量 (kg)	気乾密度 ( $kg/m^3$ )	乾燥質量 $m_1$ (g)	飽水質量 $m_2$ (g)	吸水率 $\alpha$ (%)
M-00-1	217.06	102.47	57.49	0.001279	2.3596	1845.3	2357.4	2636.6	11.8
M-00-2	222.78	105.03	58.82	0.001376	2.1208	1540.9	2119.1	2321.1	9.5
M-00-3	214.48	97.91	55.66	0.001169	1.9979	1709.3	1993.9	2363.9	18.6
Ave.	218.11	101.80	57.32	0.001275	2.1594	1698.5	2156.8	2440.5	13.3

②煉瓦単体圧縮

・普通煉瓦

供試体名	圧縮面積 $A_c$ ( $mm^2$ )	割線弾性係数 $E$ ( $N/mm^2$ )	最大荷重 $P_{max}$ (kN)	最大圧縮応力度 $\sigma_{cm}$ ( $N/mm^2$ )
C-00-1	11561.3	625.8	100.0	8.65
C-00-2	10981.4	963.8	250.0	22.77
C-00-3	11119.5	1002.9	233.8	21.02
Ave.	11220.8	864.2	194.6	17.48

・化粧煉瓦

試験に用いた化粧煉瓦は当初の煉瓦ではなく、補足のために後から製作されたものと考えられる

供試体名	圧縮面積 $A_c$ ( $mm^2$ )	割線弾性係数 $E$ ( $N/mm^2$ )	最大荷重 $P_{max}$ (kN)	最大圧縮応力度 $\sigma_{cm}$ ( $N/mm^2$ )
C-01-1	10864.8	11755.0	882.8	81.25
C-01-2	10873.3	7188.6	674.3	62.01
C-01-3	10907.6	8475.6	709.0	65.00
Ave.	10881.9	9139.7	755.3	69.42

1) 原点と  $(1/3)\sigma_{cm}$  点間の直線の傾き

③煉瓦単体曲げ（普通煉瓦）

供試体名	断面係数 $Z$ ( $mm^3$ )	支点間距離 $L$ (mm)	最大荷重 $P_{max}$ (kN)	最大曲げ強度 $b \sigma_{bm}$ ( $N/mm^2$ )
M-00-1	379859	180	5.08	2.409
M-00-2	409592		6.39	2.807
M-00-3	342681		8.65	4.543
Ave.	377377		6.71	3.253

(2) 煉瓦要素試験

① 煉瓦要素圧縮

供試体名	圧縮面積 $A_c$ (mm <sup>2</sup> )	割線弾性係数 $E$ (N/mm <sup>2</sup> )	最大荷重 $P_{max}$ (kN)	最大圧縮応力度 $\sigma_{cm}$ (N/mm <sup>2</sup> )
C-10-1	10026.5	2923.2	345.5	34.46
C-10-2	10108.2	3492.5	201.8	19.96
C-10-3	9980.2	4445.0	293.8	29.43
Ave.	10038.3	3620.2	280.3	27.95

② 煉瓦要素引張

供試体名	目地部面積 $A_e$ (mm <sup>2</sup> )	最大荷重 $T_{max}$ (N)	最大引張応力度 $\sigma_{tm}$ (N/mm <sup>2</sup> )
T-10-1	7856.5	4617.6	0.5877
T-10-2	7895.9	686.3	0.0869
T-10-3	7977.6	1166.7	0.1462
Ave.	7910.0	2156.9	0.2736

③ 煉瓦要素せん断

・ 軸力なし

供試体名	目地部面積 $A_e$ (mm <sup>2</sup> )	治具重量 $W$ (N)	負荷軸力 $N$ (N)	負荷軸応力度 $\sigma_0$ (N/mm <sup>2</sup> )	最大荷重 $Q_{max}$ (kN)	最大せん断応力度 $\tau_m$ (N/mm <sup>2</sup> )
S-10-1	15863.1			0.00556	39.89	2.515
S-10-2	15848.4	88.24	0	0.00557	14.35	0.905
S-10-3	15864.8			0.00556	18.9	1.189
Ave.	15858.8				24.37	1.537

・ 軸力あり

供試体名	目地部面積 $A_e$ (mm <sup>2</sup> )	治具重量 $W$ (N)	負荷軸力 $N_0$ (N)	有効負荷軸力 $N$ (N)	有効負荷軸応力度 $\sigma_0$ (N/mm <sup>2</sup> )	最大荷重 $Q_{max}$ (kN)	最大せん断応力度 $\tau_m$ (N/mm <sup>2</sup> )
S-10-1	15491.9				0.227	34.00	2.195
S-10-2	15892.5	247	3268	3515	0.221	45.63	2.871
S-10-3	15771.5				0.223	31.66	2.007
Ave.	15718.6				0.224	37.09	2.358