

## 4. S 値を求めるための実験的検討

### 4.1 はじめに

JASS 5における構造体強度補正值( $mS_n$ )とは、調合強度を定めるための基準とする材齢  $m$  日における標準養生供試体の圧縮強度と、柱や梁などの材齢  $n$  日における構造体コンクリート強度(コア供試体の圧縮強度)との差を意味する補正值である。構造体強度補正值を定める際には、JASS 5T-605 : 2005「コア供試体による構造体コンクリート強度の推定方法」を準用することが一般的であり、建築基準法第 37 条第 2 号に定められる指定建築材料の国土交通大臣の認定における技術的基準に適合したものを示す実験においても広く普及している。JASS 5T-605 では、模擬柱部材の場合に  $W1000 \times D1000 \times H1000\text{mm}$  の試験体の上下を断熱材で挟み熱の伝達を遮断したものが標準的な部材形状・寸法として示されている。しかしながら、試験体の寸法が小さいとは言い難く試験の簡便性という観点からは難点と言え、より合理的な手法が望まれるところである。一方で、より簡易的に構造体コンクリート強度を推定する方法として、JASS 5T-606 : 2005「簡易断熱養生供試体による構造体コンクリート強度の試験方法」が定められているが、例えば簡易断熱養生槽に入れる供試体の本数が定まっていないことなど、各所において統一的な手法により実施されているとは言い難い状況にある。

以上の背景を鑑みて、本検討では、構造体強度補正值をより合理的に定める試験方法および評価方法の方向性を検討することを目的とし、部材寸法を縮小した模擬柱部材から採取したコア供試体および簡易断熱養生した管理用供試体を対象にその妥当性を検討した。

ここでは、各種セメントを用いた高強度コンクリートに関して、部材寸法を要因とした模擬柱部材から採取したコア供試体および簡易断熱養生した供試体と標準養生を行った管理用供試体の圧縮強度の関係について実験的に検討した結果を報告する。

## 4.2 実験概要

普通ポルトランドセメント、中庸熱ポルトランドセメントおよび低発熱形セメントを用いた高強度のコンクリートに関して、部材寸法および断熱方法の相違が強度発現性に及ぼす影響について実験的に検討を行った。これにより、高強度コンクリートの構造体強度補正値を定めるにあたり、従来までの JASS 5T-605:2005 より合理的な方法として、断面寸法および高さ寸法を縮小した模擬柱部材から採取したコア供試体を用いた強度推定手法および管理方法の実用性について検討を行った。

### 4.2.1 実験の要因と水準

実験の要因と水準を表 4.2.1 に示す。セメントの種類、水セメント比、部材寸法および断熱方法を変化要因とし、模擬柱部材から採取したコア供試体に加え、管理用供試体として標準養生および簡易断熱養生供試体の強度発現について検討した。

表 4.2.1 実験の要因と水準

要因		水準	
セメントの種類		普通ポルトランドセメント 中庸熱ポルトランドセメント 低熱ポルトランドセメント	
水セメント比		27%、37%、47%	
打込み時期		標準期(秋期):2014年10月15日～10月21日	
		管理用供試体	標準養生供試体、簡易断熱養生供試体
コンクリート 強度試験用供試体 (φ100×200mm)	コア供試体	模擬柱部材	W1.0×D1.0×H1.1m(10本/1材齢) W0.6×D0.6×H1.1m(10本/1材齢) W0.6×D0.6×H0.65m(6本/1材齢) W0.6×D0.6×H0.205m(3本/1材齢)

### 4.2.2 コンクリートの種類

#### 4.2.2.1 コンクリートの使用材料

コンクリートの使用材料を表 4.2.2 に示す。セメントの種類は、普通ポルトランドセメント(N)、中庸熱ポルトランドセメント(M)および低熱ポルトランドセメント(L)の3種類とした。化学混和剤については、ポリカルボン酸系高性能 AE 減水剤を使用した。

表 4.2.2 コンクリートの使用材料

使用材料	記号	名称	品質・性状・主成分
セメント	N	普通ポルトランドセメント	密度: 3.16g/cm <sup>3</sup> 比表面積: 3.620cm <sup>2</sup> /g
	M	中庸熱ポルトランドセメント	密度: 3.21g/cm <sup>3</sup> 比表面積: 3、170cm <sup>2</sup> /g
	L	低熱ポルトランドセメント	密度: 3.22g/cm <sup>3</sup> 比表面積: 3、420cm <sup>2</sup> /g
水	W	上水道水	—
細骨材	S	栃木県栃木市尻内町産陸砂	表乾密度: 2.61g/cm <sup>3</sup> 吸水率: 2.14% 粗粒率: 2.75
粗骨材	G	栃木県佐野市会沢町 石灰石岩砕石 2005	表乾密度: 2.70g/cm <sup>3</sup> 吸水率: 0.64% 粗粒率: 6.64
化学混和剤	Ad1	高性能 AE 減水剤 標準形 I 種	主成分: ポリカルボン酸系
	Ad2	AE 減水剤	主成分: 天然樹脂酸塩系

#### 4.2.2.2 コンクリートの調合

コンクリートの調合は表 4.2.3 に示すとおりで、セメントを 3 種類と水セメント比(W/C)が 27%、37%および 47%の 3 水準で組み合わせられる計 9 調合とした。

フレッシュコンクリートの目標値は、JIS A 5308:2014 に準じて空気量を  $4.5 \pm 1.5\%$ 、W/C=27% の場合スランプフローを  $60 \pm 10\text{cm}$ 、W/C=37%の場合スランプフローを  $50 \pm 7.5\text{cm}$ 、W/C=47%の場合スランプを  $18 \pm 2.5\text{cm}$  とした。なお、フレッシュコンクリートの性状は、荷卸し時間を練上がり直後から 30 分後とし、荷卸し時に目標値を満足するようにした。

表 4.2.3 コンクリートの調合

調合記号	セメントの種類	W/C (%)	s/a (%)	Vo*1 (m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> )	単位量(kg/m <sup>3</sup> )						フレッシュコンクリートの目標値	
					C	W	S	G	Ad1	Ad2	SL*2、SF*3 (cm)	空気量 (%)
N27	N	27.0	46.2	0.524	630	170	707	851	10.34	0.35	60±10.0	4.5±1.5
N37	N	37.0	50.1	0.524	460	170	846	851	6.44	0.35	50±7.5	4.5±1.5
N47	N	47.0	49.0	0.569	362	170	856	923	3.80	—	18±2.5	4.5±1.5
M27	M	27.0	46.5	0.524	630	170	715	851	10.08	0.7	60±10.0	4.5±1.5
M37	M	37.0	49.1	0.524	460	170	853	851	6.44	0.35	50±7.5	4.5±1.5
M47	M	47.0	49.1	0.569	362	170	861	923	3.80	1.05	18±2.5	4.5±1.5
L27	L	27.0	47.5	0.524	612	165	744	851	8.26	1.75	60±10.0	4.5±1.5
L37	L	37.0	51.6	0.524	446	165	877	851	6.02	0.7	50±7.5	4.5±1.5
L47	L	47.0	49.2	0.569	362	170	864	923	3.53	0.7	18±2.5	4.5±1.5

\*1：単位粗骨材かさ容積      \*2：スランプ      \*3：スランプフロー

#### 4.2.2.3 フレッシュコンクリートの性状

フレッシュコンクリートの試験項目と試験方法を表 4.2.4 に示す。また、表 4.2.4 には、各試験時における試験項目・試験方法および試験の組合せを示す。試験は出荷時、練上がり後 30 分および 90 分の 3 回実施した。練上がり後 30 分後の受入れ検査（荷卸し）時の試験項目と判定基準を表 4.2.5 に示す。なお、受入れ検査時のコンクリート温度は、約 20℃を目標とした。

フレッシュコンクリートの試験結果を表 4.2.6 に示す。荷卸し時のフレッシュコンクリートの性状はいずれも良好であり、荷卸し時の判定基準を満足しているものであった。各試験項目の経時変化を図 4.2.1 および図 4.2.2 に示す。

表 4.2.4 フレッシュコンクリートの試験項目・試験方法および試験の組合せ

試験項目	試験方法	試験の組合せ		
		出荷時	受入れ検査(荷卸し) (練上がり後 30 分)	練上がり 後 90 分
ワーカビリティおよびフレッシュコンクリートの状態	ワーカビリティが良いこと、品質が安定していることを、目視により、確認する。	○	○	○
スランプ	JIS A 1101:2005 コンクリートのスランプ試験方法による。 注) 水セメント比 60%、47%のコンクリートについて	○	○	○
スランプフロー	JIS A 1150:2007 コンクリートのスランプフロー試験方法による。試料の詰め方は3層に分けて詰め、各層 5 回突き棒で一様に突いた。 注) 水セメント比 37%のコンクリートについて	○	○	○
空気量	JIS A 1128:2005 フレッシュコンクリートの空気量の圧力による試験方法—空気室圧力方法	○	○	○
コンクリート温度	JIS A 1156:2006 フレッシュコンクリートの温度測定方法による ガラス製棒状温度計を使用した	○	○	○
外気温	ガラス製棒状温度計を使用した	○	○	○
塩化物含有量	JASS5T-502 : 2009 フレッシュコンクリート中の塩化物量の簡易試験方法による。カンタブの標準品と低濃度品を使用した	—	○	—
ブリーディング	JIS A 1123:2012 コンクリートのブリーディング試験方法による	—	○	—
凝結時間試験	JIS A 1147:2007 によるコンクリートの凝結時間試験方法による	—	○	—

表 4.2.5 フレッシュコンクリートの受入れ検査時の判定基準

試験項目	判定基準
ワーカビリティおよびフレッシュコンクリートの状態	ワーカビリティが良いこと、品質が安定していること
スランプ	スランプ 18cm ± 2.5cm
スランプフロー	スランプフロー 60 ± 10cm、50 ± 7.5cm
空気量	4.5 ± 1.5%
塩化物含有量	塩化物イオン量として、0.30kg/m <sup>3</sup> 以下

表 4.2.6 フレッシュコンクリートの試験結果

打込み 季節	調合 記号	経時 (分)	スラ ンプ (cm)	スランプ フロー (cm)	空気 量 (%)	コンクリート 温度 (°C)	外気 温 (°C)	塩化物含有量 (kg/m <sup>3</sup> )		ブリーディ ング量 (cm <sup>3</sup> /cm <sup>2</sup> )	凝結時間 (時間,分)	
								低濃度品	標準品		始発時間	終結時間
標準期	N27	0	-	60	5.0	25.0	-	-	-	-	-	-
		30	-	63	5.4	27.0	22.8	0	0	0.00	6時間47分	8時間46分
		90	-	59.5	5.8	28.0	20.6	-	-	-	-	-
	N37	0	-	51.8	5.9	21.0	-	-	-	-	-	-
		30	-	48.8	4.8	21.0	15.2	0	0	0.01	7時間24分	9時間04分
		90	-	46.0	3.5	22.0	15.6	-	-	-	-	-
	N47	0	20.5	-	5.0	21.0	-	-	-	-	-	-
		30	20.0	-	4.4	22.0	16.1	0	0	0.02	6時間21分	8時間19分
		90	19.0	-	4.5	23.0	17.8	-	-	-	-	-
	M27	0	-	60.5	4.5	22.0	-	-	-	-	-	-
		30	-	65.3	4.9	23.0	17.4	0	0	0.01	7時間52分	10時間05分
		90	-	62.8	5.2	23.0	17.9	-	-	-	-	-
	M37	0	-	52.0	5.8	21.0	-	-	-	-	-	-
		30	-	52.8	5.0	21.0	15.9	0	0	0.02	8時間24分	10時間45分
		90	-	51.8	5.0	22.0	16.9	-	-	-	-	-
	M47	0	20.0	-	4.0	21.0	-	-	-	-	-	-
		30	19.5	-	3.6	22.0	17.3	0	0	0.04	6時間50分	9時間14分
		90	18.5	-	3.5	22.0	17.4	-	-	-	-	-
	L27	0	-	64.0	5.3	22.0	-	-	-	-	-	-
		30	-	62.3	5.5	23.0	17.8	0	0	0.00	8時間52分	11時間10分
		90	-	63.0	5.2	25.0	18.9	-	-	-	-	-
	L37	0	-	47.3	5.6	19.0	-	-	-	-	-	-
		30	-	49.3	5.4	19.0	13.7	0	0	0.02	8時間44分	11時間58分
		90	-	46.8	5.3	20.0	14.8	-	-	-	-	-
L47	0	21.0	-	4.3	19.0	-	-	-	-	-	-	
	30	19.5	-	3.5	21.0	15.6	0	0	0.04	7時間05分	10時間28分	
	90	19.0	-	3.8	22.0	17.6	-	-	-	-	-	

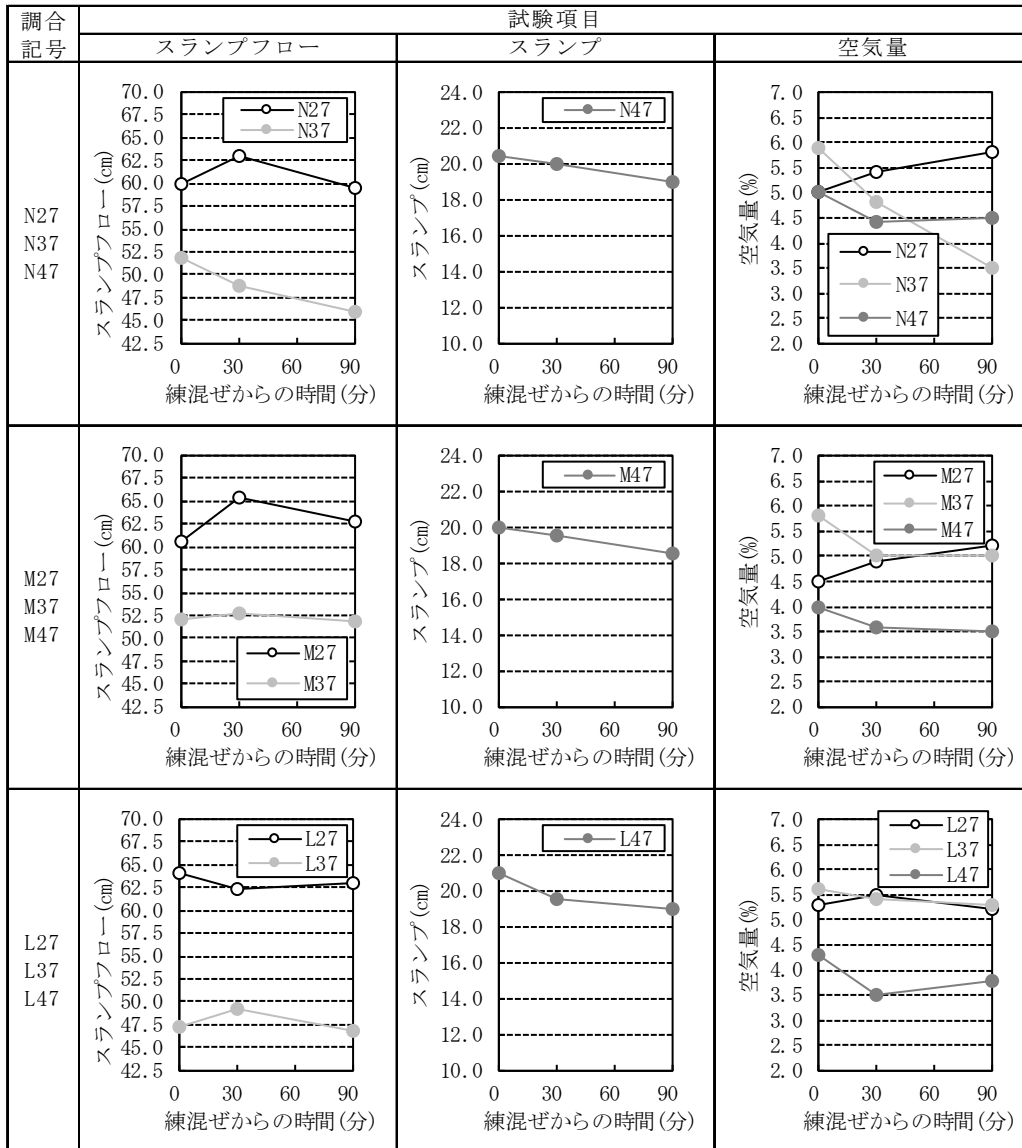


図 4.2.1 スランプ, スランプフローおよび空気量の経時変化

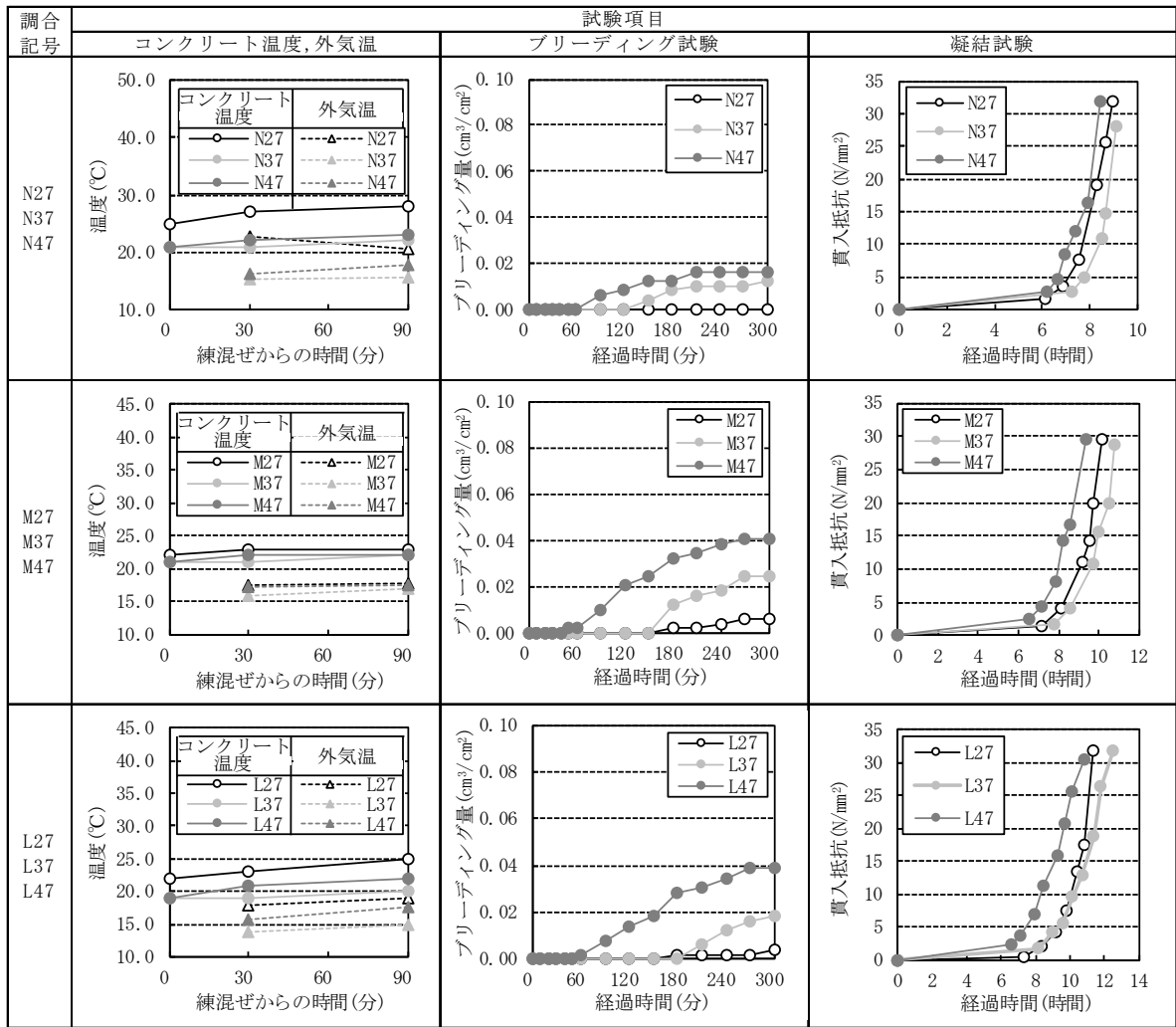


図 4.2.2 コンクリート温度および外気温, ならびにブリーディング, 凝結時間試験の経時変化

### 4.2.3 模擬部材および供試体の概要

#### 4.2.3.1 模擬柱部材の概要

##### (1) 模擬柱部材

模擬柱部材の形状および寸法を表 4.2.7、JASS 5 T-605:2005 に準じた標準的な模擬柱部材の概要を図 4.2.3、部材寸法を縮小した模擬柱部材の概要を図 4.2.4 に示す。模擬柱部材は JASS 5 T-605:2005 における標準的な部材形状・寸法に準じて、寸法を W:1000×D:1000×H:1100mm とし、上下面を断熱材(発泡スチロール:熱伝導率 0.037W/mK)で挟み熱の伝達を遮断することにより、長大な柱部材の中央部を模擬した形状とした。(以下、JASS5 T-605 型)部材寸法を縮小した模擬柱部材は JASS 5T-605:2005 を基準とし、寸法を W:600×D:600×H:1100mm(以下、簡易柱 1100 型)、W:600×D:600×H:650mm (以下、簡易柱 650 型)および W:600×D:600×H:205mm(以下、簡易柱 205 型)とした。

模擬柱部材の温度測定は、躯体内部に T 型熱電対を用いて図 4.2.3 および図 4.2.4 に示す位置で、打込み直後から 15 分間隔で 4 週間行った。以降、内部温度のデータについては内部、中間および表層の 3 箇所の平均値を用いた。

コア供試体の採取位置は、図 4.2.3 および図 4.2.4 に示す○(1W、4W、13W)の位置とし、中央部および外周部の 2 箇所とした。コア供試体の採取は、圧縮強度試験を行う 2 日前とし、採取したコア供試体は、図 4.2.3 および図 4.2.4 に示す位置において、コンクリートカッターを用いて切断し、研磨機で両端面を研磨してφ100×200mm に成形した。また、採取したコア供試体は、圧縮強度試験に供するまで、標準養生とした。なお、コア供試体の採取方法および圧縮強度試験は JIS A 1107:2012、管理用供試体の圧縮強度試験は JIS A 1108:2006 にそれぞれ準拠した。圧縮強度試験の材齢は、7 日、28 日および 91 日とした。

表 4.2.7 模擬柱部材の形状および寸法

項目	試験体名称	部材寸法(m)	断熱面
JASS 5 T-605 : 2005 に規定される模擬柱部材	JASS 5 T-605	W1.0×D1.0×H1.1	上下面
部材寸法を縮小した模擬柱部材	簡易柱 1100	W0.6×D0.6×H1.1	上下面および隣接する側面 2 面(計 4 面)
	簡易柱 650	W0.6×D0.6×H0.65	
	簡易柱 205	W0.6×D0.6×H0.205	



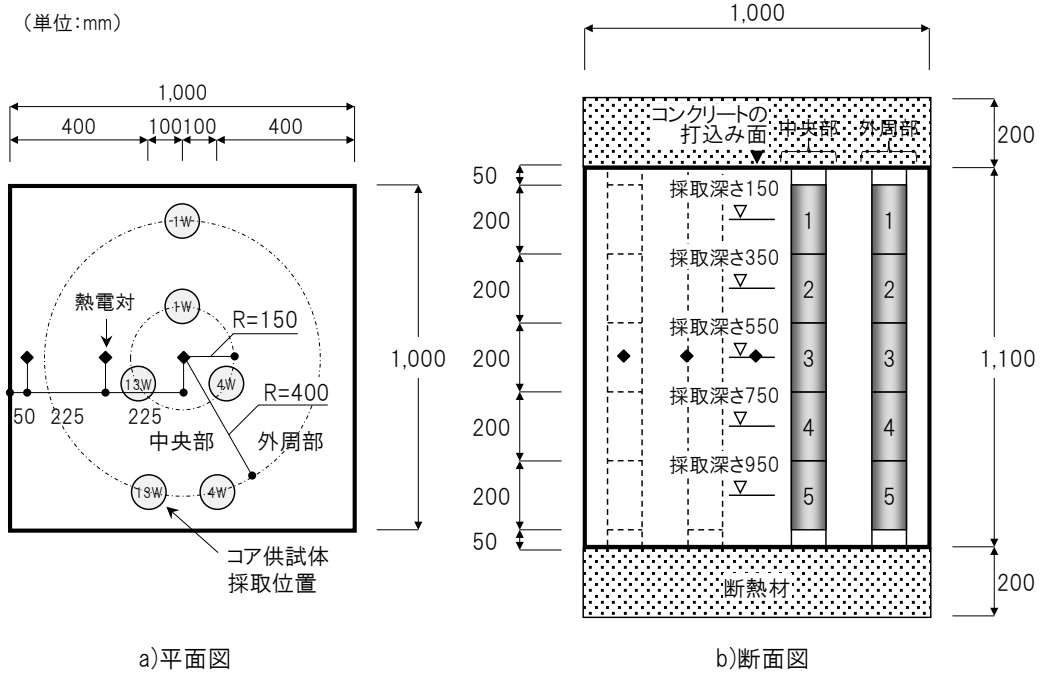


図 4. 2. 3 JASS 5 T-605:2005 に準じた標準的な模擬柱部材の概要

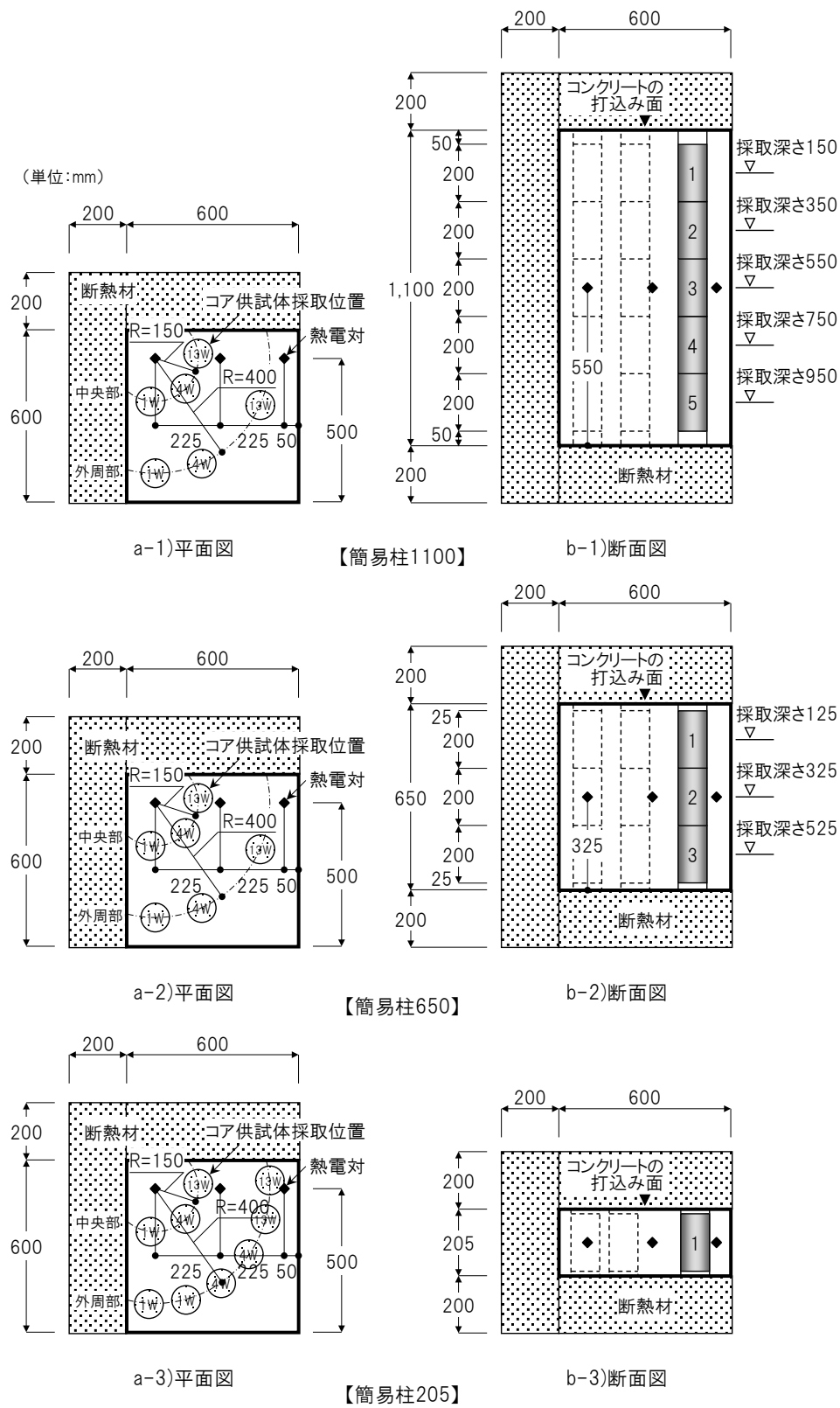


図 4. 2. 4 部材寸法を縮小した模擬柱部材の概要

#### 4.2.3.2 管理用供試体の種類および養生方法

管理用供試体(φ100×200mm)は、いずれの供試体も、荷卸し時(練上がり後 30 分)に、スランプ、スランプフローおよび空気量が目標値を満足していることを確認した後、作製した。

##### (1) 管理用供試体

管理用供試体は、φ100×200mm の軽量型枠を用いて JIS A 1132 : 2006 に準拠して作製した。養生方法は、標準養生および簡易断熱養生の 2 水準とした。

##### a) 標準養生供試体

供試体は、軽量型枠へコンクリートを打込んだ後、急激な乾燥を防ぐため、供試体の上面をポリエチレンフィルムで覆い封かんとし、温度 20±2℃の一定条件となる屋内の試験室に静置し、48 時間後に脱型した。脱型後、所定の材齢まで水温 20±2℃の水中養生槽において標準養生を行った。

##### b) 簡易断熱養生供試体

簡易断熱養生槽の概要を写真 4.2.1 に示す。簡易断熱養生層は、内部の寸法を W:350×D:460×H:200mm とし、上下面を厚さ 200mm の断熱材(発泡スチロール:熱伝導率 0.037W/mK)で挟み、側面を厚さ 200mm の断熱材(発泡スチロール:熱伝導率 0.037W/mK)で挟んだ。簡易断熱養生槽 1 つにつき、12 本の供試体を静置し、その内の 1 本は温度測定用として内部に T 型熱電対を埋設し 15 分毎に 4 週間測定を行った。供試体は、軽量型枠にコンクリートを打込み後、急激な乾燥を防ぐため、プラスチック製型枠の上面をポリエチレンフィルムで覆い簡易断熱養生槽に静置し、供試体の間をビーズ形の発泡ポリスチレンで充填した。

(単位:mm)

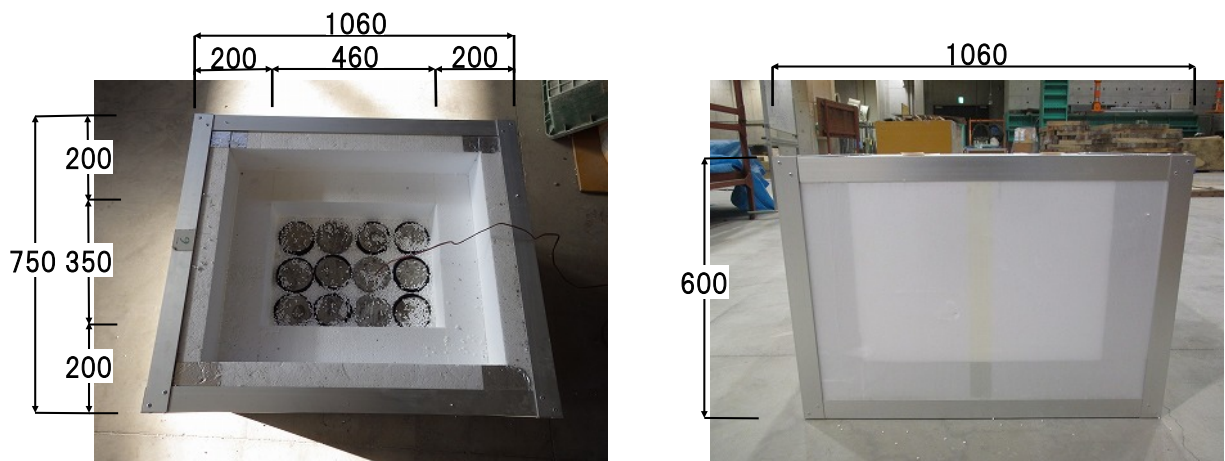


写真 4.2.1 簡易断熱養生槽の概要

### 4.3 実験結果および考察

#### 4.3.1 内部温度の測定結果

##### 4.3.1.1 水セメント比と最高温度の平均の関係

履歴温度の測定結果を表 4.3.1～表 4.3.9、水セメント比と最高温度の平均の関係を図 4.3.1 に示す。最高温度は、水セメント比が小さいほど大きくなり、セメントの水和熱の順に  $N > M > L$  となり一般的な傾向を示した。一方、簡易断熱養生は、模擬柱部材に比べて最高温度が小さくなる傾向を示し、セメントの水和熱が大きいほどこの傾向は顕著であった。

表 4.3.1 履歴温度の測定結果 (N27)

打込み季節	調査記号	部材	せき板 存置期間	測定位置	打込み温度 (°C)	最高温度 (°C)	温度上昇量 <sup>※</sup> (°C)
標準期	N27	JASS5 T-605	2	内部	29.0	88.1	59.1
				中間	28.9	84.2	55.3
				表層	29.5	70.6	41.1
		簡易柱1100	2	内部	28.8	86.3	57.5
				中間	28.6	81.5	52.9
				表層	28.6	69.4	40.8
		簡易柱650	2	内部	28.1	83.6	55.5
				中間	28.0	79.1	51.1
				表層	27.3	65.7	38.4
		簡易柱205	2	内部	29.3	77.4	48.1
				中間	29.2	72.4	43.2
				表層	28.3	60.8	32.5
簡易断熱養生	-	内部	24.5	75.3	50.8		

※：温度上昇量(°C) = 最高温度(°C) - 打込み温度(°C)

表 4.3.2 履歴温度の測定結果 (N37)

打込み季節	調査記号	部材	せき板 存置期間	測定位置	打込み温度 (°C)	最高温度 (°C)	温度上昇量 <sup>※</sup> (°C)
標準期	N37	JASS5 T-605	2	内部	22.5	68.9	46.4
				中間	22.4	66.1	43.7
				表層	22.4	54.9	32.5
		簡易柱1100	2	内部	22.4	69.5	47.1
				中間	22.4	65.8	43.4
				表層	22.6	56.5	33.9
		簡易柱650	2	内部	22.1	68.3	46.2
				中間	23.7	65.4	41.7
				表層	21.7	54.9	33.2
		簡易柱205	2	内部	21.6	62.2	40.6
				中間	21.3	60.3	39.0
				表層	21.6	49.5	27.9
簡易断熱養生	-	内部	19.3	62.8	43.5		

※：温度上昇量(°C) = 最高温度(°C) - 打込み温度(°C)

表 4.3.3 履歴温度の測定結果 (N47)

打込み季節	調合記号	部材	せき板 存置期間	測定位置	打込み温度 (°C)	最高温度 (°C)	温度上昇量 <sup>※</sup> (°C)
標準期	N47	JASS5 T-605	2	内部	23.3	59.5	36.2
				中間	23.3	56.2	32.9
				表層	23.3	47.6	24.3
		簡易柱1100	2	内部	19.6	60.9	41.3
				中間	18.5	57.3	38.8
				表層	23.5	51.5	28.0
		簡易柱650	2	内部	23.2	59.5	36.3
				中間	23.6	47.9	24.3
				表層	24.1	56.2	32.1
		簡易柱205	2	内部	13.8	52.8	39.0
				中間	22.8	53.2	30.4
				表層	22.6	45.0	22.4
簡易断熱養生	-	内部	21.6	53.8	32.2		

※：温度上昇量(°C) = 最高温度(°C) - 打込み温度(°C)

表 4.3.4 履歴温度の測定結果 (M27)

打込み季節	調合記号	部材	せき板 存置期間	測定位置	打込み温度 (°C)	最高温度 (°C)	温度上昇量 <sup>※</sup> (°C)
標準期	M27	JASS5 T-605	2	内部	23.7	72.3	48.6
				中間	22.2	69.2	47.0
				表層	23.6	58.5	34.9
		簡易柱1100	2	内部	24.4	72.4	48.0
				中間	23.9	68.5	44.6
				表層	22.5	58.2	35.7
		簡易柱650	2	内部	24.4	71.0	46.6
				中間	23.7	68.1	44.4
				表層	23.5	57.8	34.3
		簡易柱205	2	内部	23.5	66.6	43.1
				中間	23.8	64.3	40.5
				表層	23.4	52.1	28.7
簡易断熱養生	-	内部	23.2	66.3	43.1		

※：温度上昇量(°C) = 最高温度(°C) - 打込み温度(°C)

表 4.3.5 履歴温度の測定結果 (M37)

打込み季節	調合記号	部材	せき板 存置期間	測定位置	打込み温度 (°C)	最高温度 (°C)	温度上昇量 <sup>※</sup> (°C)
標準期	M37	JASS5 T-605	2	内部	22.2	58.7	36.5
				中間	22.1	56.2	34.1
				表層	21.9	47.7	25.8
		簡易柱1100	2	内部	22.7	58.5	35.8
				中間	22.2	54.9	32.7
				表層	22.5	46.8	24.3
		簡易柱650	2	内部	22.5	56.8	34.3
				中間	22.5	53.9	31.4
				表層	15.7	44.9	29.2
		簡易柱205	2	内部	22.7	52.2	29.5
				中間	22.8	49.8	27.0
				表層	22.1	41.4	19.3
簡易断熱養生	-	内部	21.2	53.5	32.3		

※：温度上昇量(°C) = 最高温度(°C) - 打込み温度(°C)

表 4.3.6 履歴温度の測定結果 (M47)

打込み季節	調合記号	部材	せき板 存置期間	測定位置	打込み温度 (°C)	最高温度 (°C)	温度上昇量 <sup>※</sup> (°C)
標準期	M47	JASS5 T-605	2	内部	22.4	49.5	27.1
				中間	22.3	47.4	25.1
				表層	22.1	41.0	18.9
		簡易柱1100	2	内部	22.5	50.1	27.6
				中間	22.5	47.1	24.6
				表層	22.2	41.2	19.0
		簡易柱650	2	内部	22.4	48.9	26.5
				中間	22.4	46.4	24.0
				表層	22.2	40.1	17.9
		簡易柱205	2	内部	22.3	45.8	23.5
				中間	22.2	42.7	20.5
				表層	21.9	36.1	14.2
簡易断熱養生	-	内部	21.8	45.7	23.9		

※：温度上昇量(°C) = 最高温度(°C) - 打込み温度(°C)

表 4.3.7 履歴温度の測定結果 (L27)

打込み季節	調合記号	部材	せき板 存置期間	測定位置	打込み温度 (°C)	最高温度 (°C)	温度上昇量※ (°C)
標準期	L27	JASS5 T-605	2	内部	23.1	55.2	32.1
				中間	23.2	53.6	30.4
				表層	23.3	46.0	22.7
		簡易柱1100	2	内部	22.9	56.5	33.6
				中間	23.2	53.6	30.4
				表層	23.4	47.2	23.8
		簡易柱650	2	内部	23.3	54.5	31.2
				中間	22.9	51.8	28.9
				表層	22.9	45.3	22.4
		簡易柱205	2	内部	23.3	51.3	28.0
				中間	23.1	48.2	25.1
				表層	23.3	40.9	17.6
簡易断熱養生	-	内部	22.4	49.9	27.5		

※：温度上昇量(°C)＝最高温度(°C)－打込み温度(°C)

表 4.3.8 履歴温度の測定結果 (L37)

打込み季節	調合記号	部材	せき板 存置期間	測定位置	打込み温度 (°C)	最高温度 (°C)	温度上昇量※ (°C)
標準期	L37	JASS5 T-605	2	内部	20.6	44.3	23.7
				中間	20.7	42.1	21.4
				表層	20.5	36.9	16.4
		簡易柱1100	2	内部	20.9	45.7	24.8
				中間	20.9	43.8	22.9
				表層	21.0	39.4	18.4
		簡易柱650	2	内部	20.9	44.8	23.9
				中間	20.8	42.8	22.0
				表層	20.9	38.6	17.7
		簡易柱205	2	内部	20.7	41.9	21.2
				中間	20.6	40.1	19.5
				表層	20.3	34.7	14.4
簡易断熱養生	-	内部	19.7	39.3	19.6		

※：温度上昇量(°C)＝最高温度(°C)－打込み温度(°C)

表 4.3.9 履歴温度の測定結果 (L47)

打込み季節	調査記号	部材	せき板 存置期間	測定位置	打込み温度 (°C)	最高温度 (°C)	温度上昇量 <sup>※</sup> (°C)
標準期	L47	JASS5 T-605	2	内部	21.8	40.3	18.5
				中間	21.8	39.0	17.2
				表層	21.9	33.9	12.0
		簡易柱1100	2	内部	23.4	41.7	18.3
				中間	21.7	40.0	18.3
				表層	22.2	36.9	14.7
		簡易柱650	2	内部	21.8	40.3	18.5
				中間	21.6	39.0	17.4
				表層	23.9	35.2	11.3
		簡易柱205	2	内部	21.8	38.9	17.1
中間	22.2			37.0	14.8		
表層	22.0			32.3	10.3		
簡易断熱養生	-	内部	21.0	37.7	16.7		

※：温度上昇量(°C) = 最高温度(°C) - 打込み温度(°C)

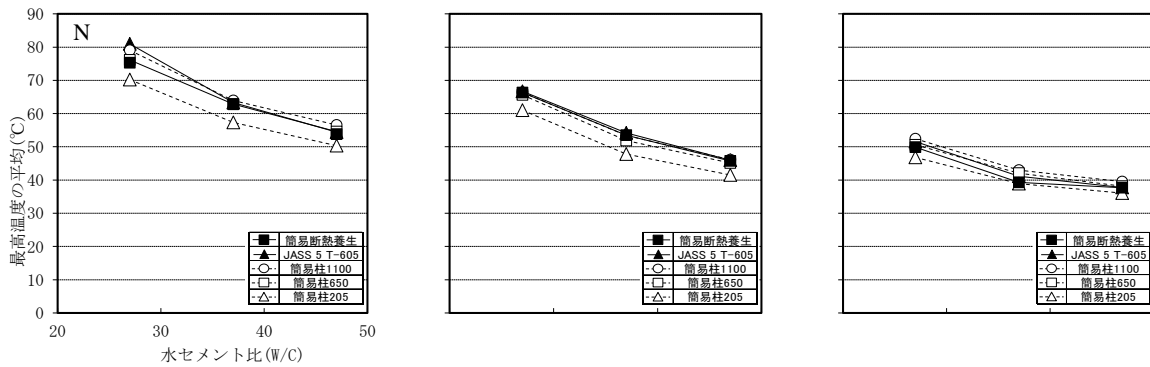


図 4.3.1 水セメント比と最高温度の平均の関係



#### 4.3.1.2 部材寸法と最高温度の平均の関係

部材高さや最高温度の平均の関係を図4.3.2に示す。部材高さや最高温度の平均の関係は、部材の高さに概ね比例する傾向を示し、セメントの水和熱が大きいほど(普通ポルトランドセメント:N>中熱ポルトランドセメント:M>低熱ポルトランドセメント:L)より明確となる。一方で、簡易柱650型以上の寸法の模擬柱部材における最高温度に着目すると、Nでは若干の差異が認められるものの、MおよびLでは模擬柱部材の寸法によらずほぼ同等であった。特に、簡易柱1100型とJASS5T-605型の最高温度は、セメント種類に関わらず極めて近似する傾向にあった。

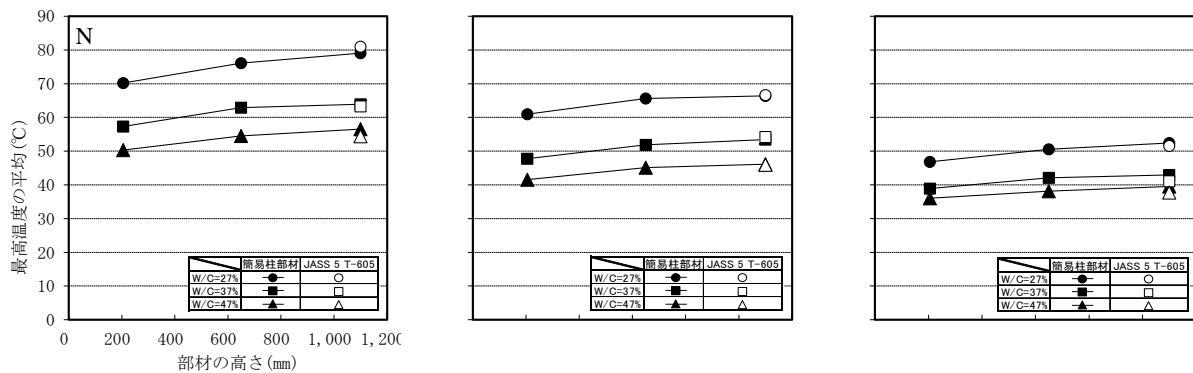


図 4.3.2 部材高さや最高温度の平均の関係

### 4.3.2 圧縮強度試験の結果

#### 4.3.2.1 材齢と圧縮強度の関係

材齢と圧縮強度との関係を図 4.3.3 に示す。材齢と圧縮強度の関係は、材齢 7 日の初期強度が  $N > M > L$  の順となり、これ以降の材齢における強度の増進は  $N > M > L$  の順で停滞する一般的な傾向を示した。また、いずれのセメント種類とも水セメント比が小さくなるにつれ、材齢 91 日におけるコア供試体と標準養生供試体との強度差が大きくなる傾向を示した。

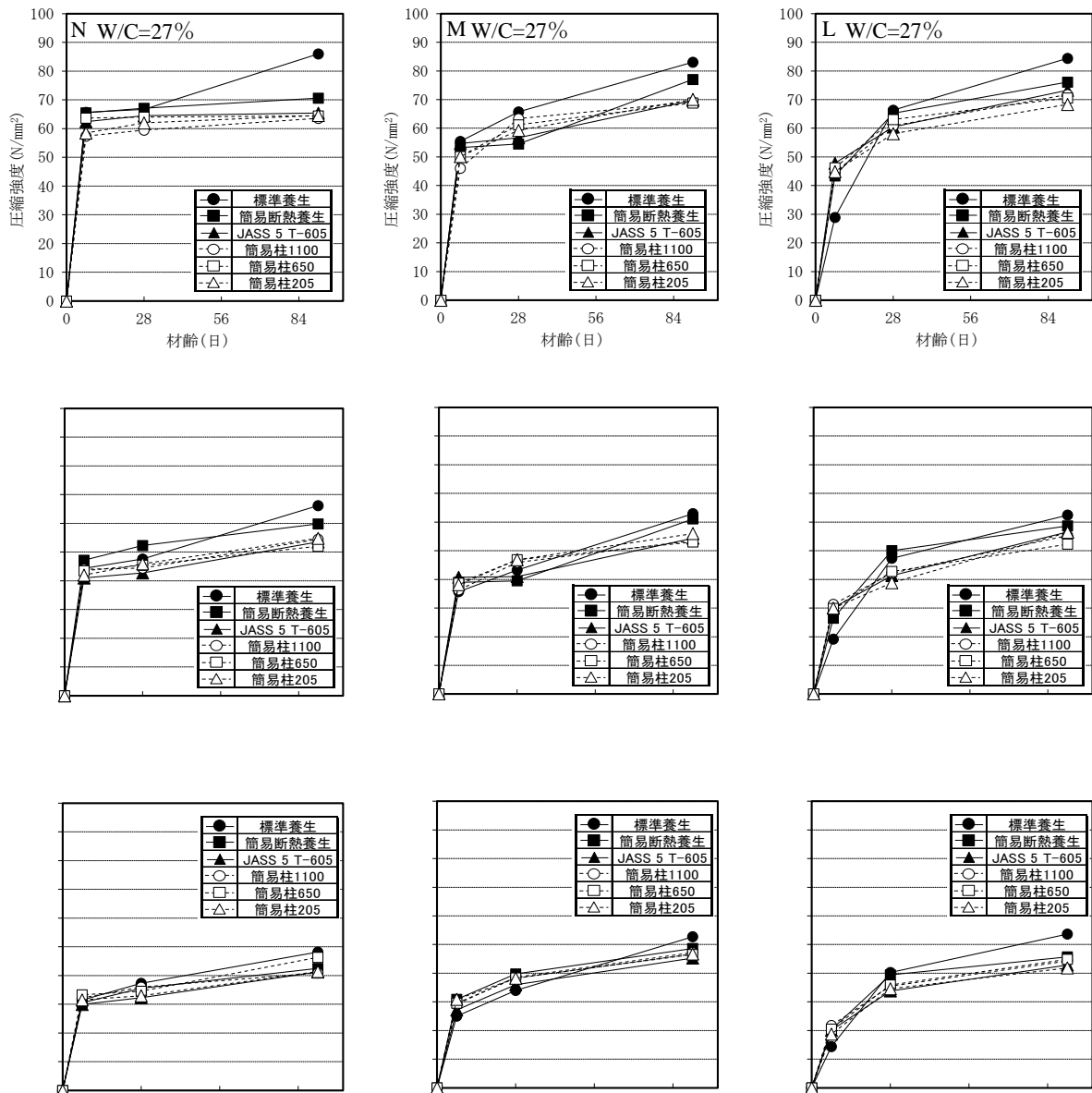


図 4.3.3 材齢と圧縮強度の関係

#### 4.3.2.2 セメント水比と圧縮強度の関係

セメント水比と圧縮強度との関係を図 4.3.4 に示す。セメント水比と圧縮強度の関係は、いずれのセメント種類および材齢においてもほぼ直線な関係が確認された。

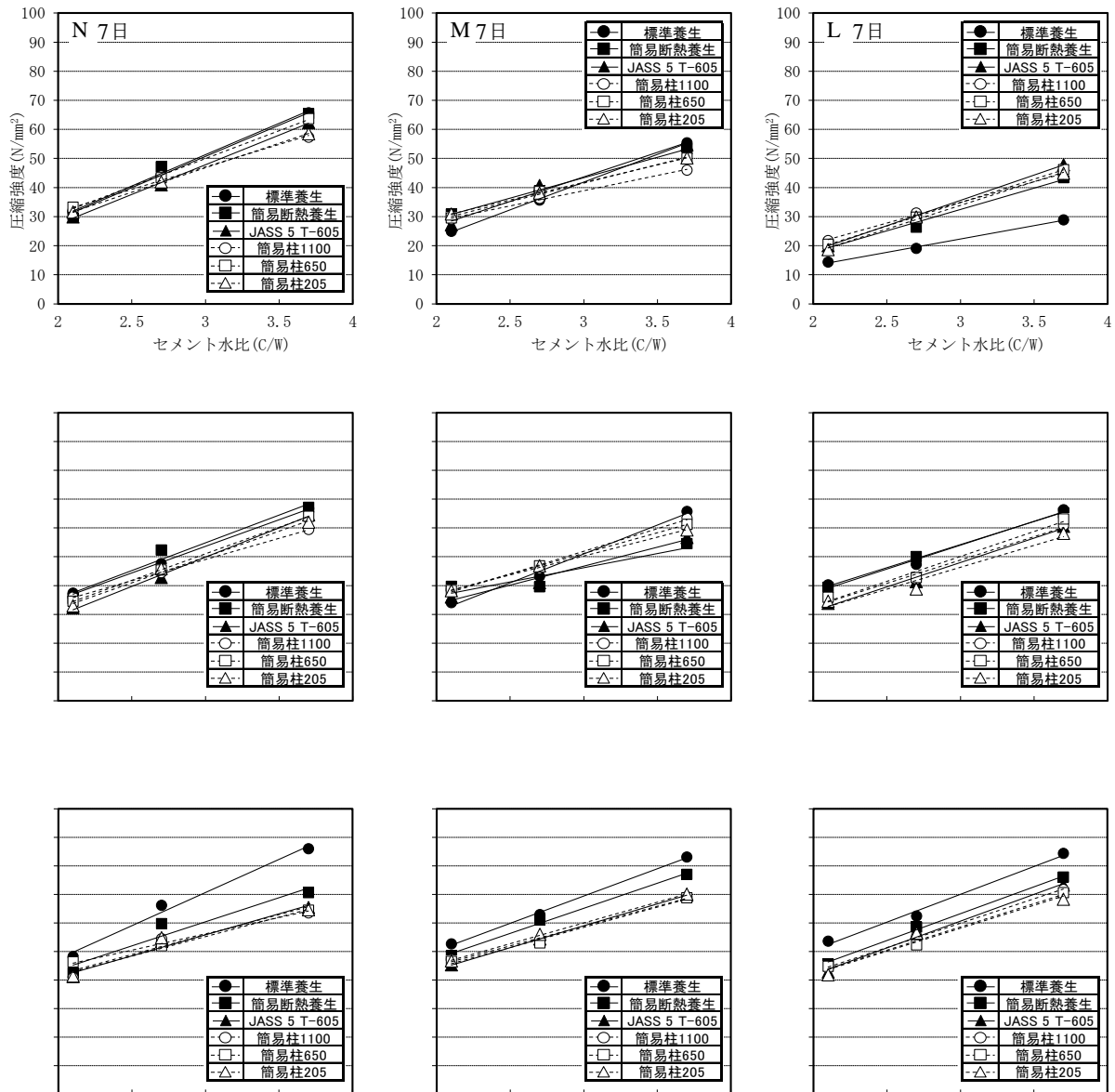


図 4.3.4 セメント水比と圧縮強度の関係

#### 4.3.2.3 JASS 5 T-605 の圧縮強度と各種部材および簡易断熱養生供試体の圧縮強度の関係

JASS 5T-605 型の圧縮強度と各種部材および簡易断熱養生した供試体の圧縮強度との関係を図 4.3.5 に示す。なお、図中の点線は等値線を表す。JASS 5T-605 型の圧縮強度と各種部材および簡易断熱養生した供試体の圧縮強度の関係は、簡易柱において、材齢 28 日では若干のばらつきがあるものの、いずれの材齢とも JASS 5T-60 型とほぼ同等となった。一方で、簡易断熱養生供試体においては、材齢が経過するにつれ、JASS5 T-605 型より大きくなる傾向が認められた。

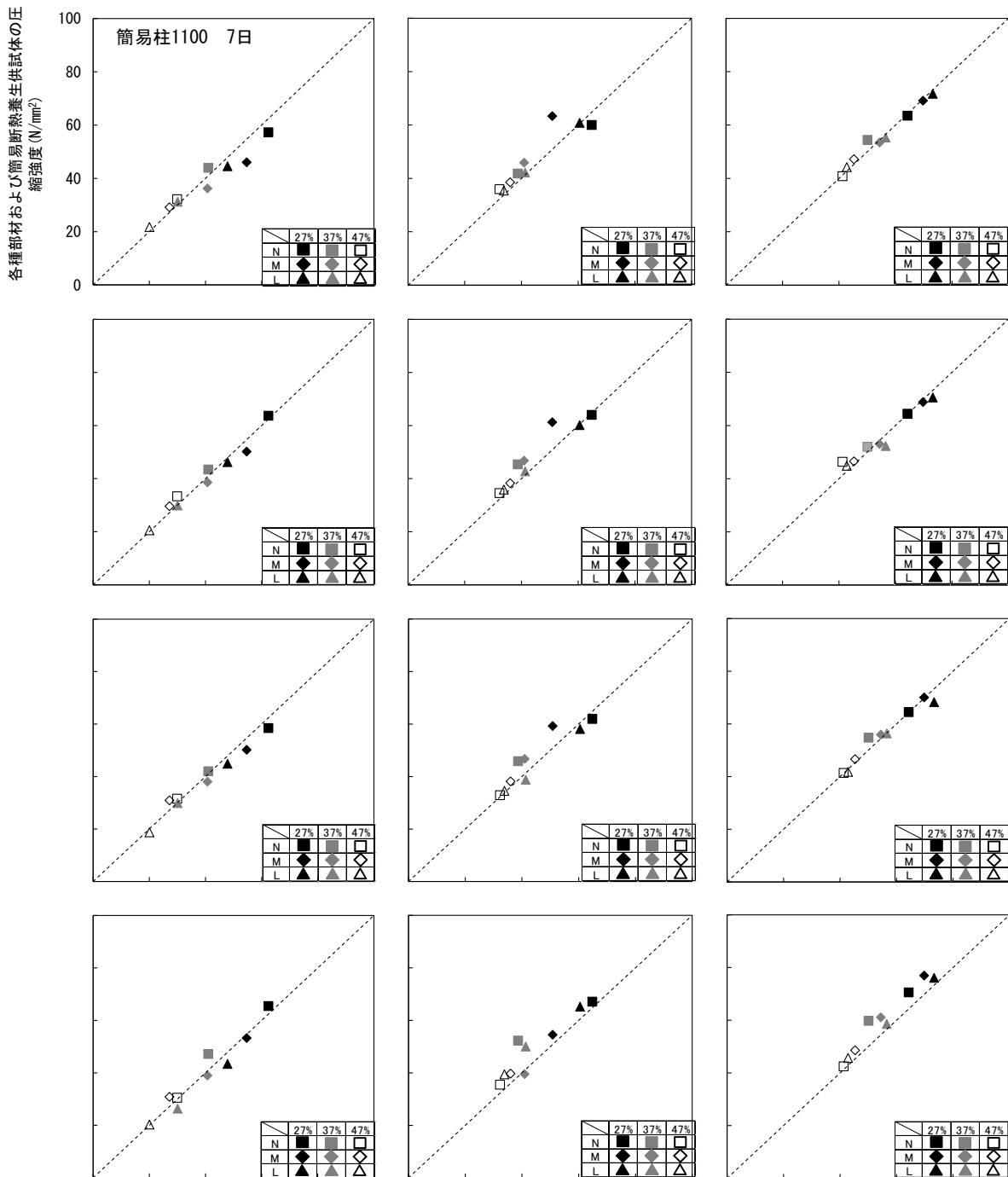


図 4.3.5 JASS 5 T-605 型の圧縮強度と各部材および簡易断熱養生供試体の圧縮強度の関係

#### 4.3.2.4 各種部材および簡易断熱養生供試体の構造体強度補正值 $_{28}S_{91}$

各種部材および簡易断熱養生供試体の構造体強度補正值  $_{28}S_{91}$  を図 4.3.6 に示す。構造体強度補正值  $_{28}S_{91}$  は、いずれのセメント種類においても JASS5T-605 型および簡易柱では概ね近似する傾向にあるが、簡易断熱養生供試体については明確な相違が認められた。なお、N37、N47、M37 および M47 において一般的な構造体強度補正值と異なる傾向を示したのは、標準養生供試体の材齢経過に伴う強度増進が材齢 28 日に停滞したためと考えられ、データの取扱いについては留意する必要がある。

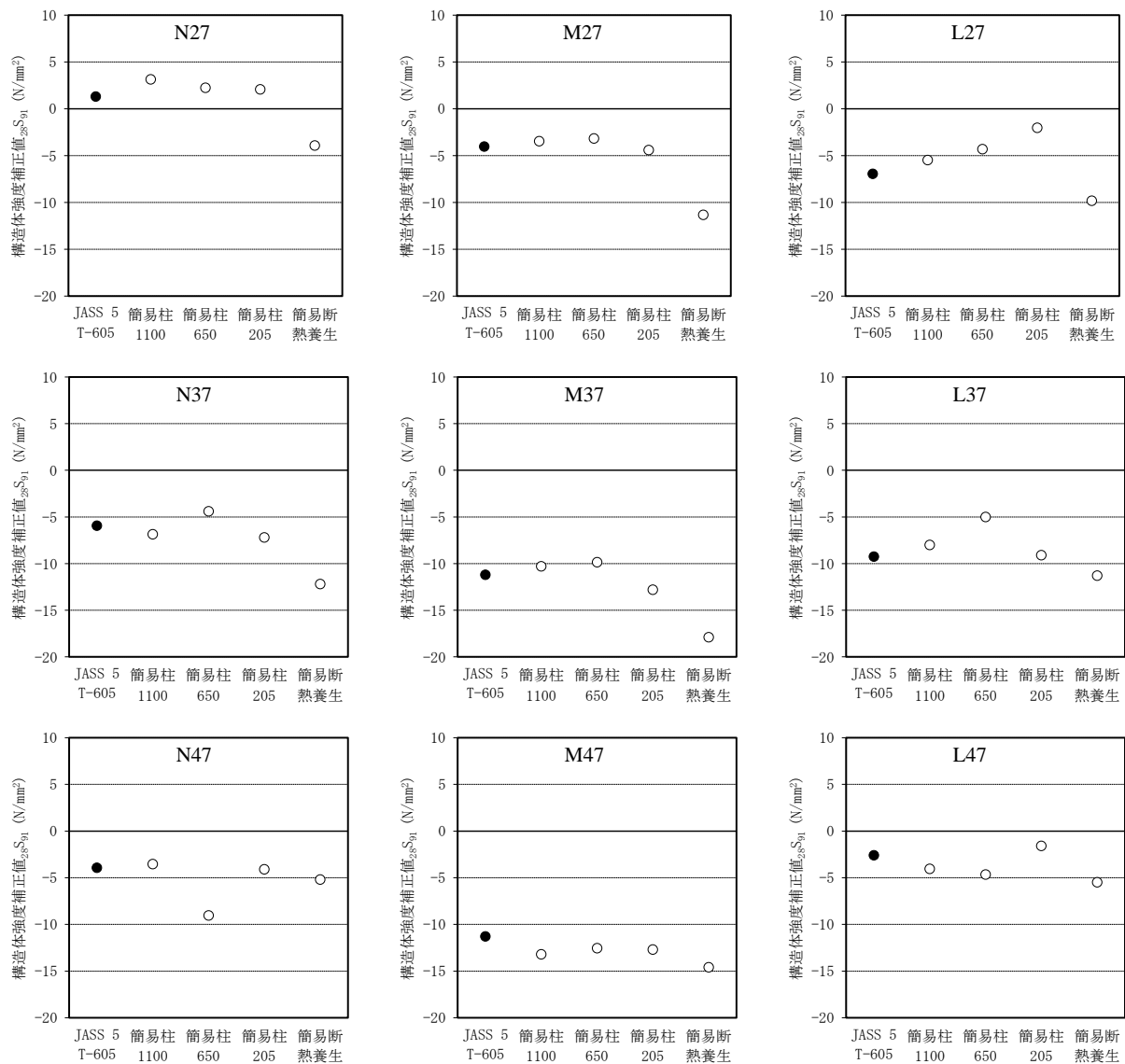


図 4.3.6 各種部材および簡易断熱養生供試体の構造体強度補正值  $_{28}S_{91}$

#### 4.4 まとめ

本節では、構造体強度補正値をより合理的に定める試験方法および評価方法の方向性を検討することを目的とし、各種セメントを用いた部材寸法を縮小した模擬柱部材から採取したコア供試体、簡易断熱養生供試体および標準養生供試体の圧縮強度から実験的に検討した。

##### 4.4.1 履歴温度について

- a) 最高温度は、水セメント比が小さいほど大きくなり、セメントの水和熱の順に  $N > M > L$  となる。しかし、簡易断熱養生は、模擬柱部材に比べて小さくなる傾向を示し、セメントの水和熱が大きいほど顕著となった。
- b) 最高温度は、部材の高さに概ね比例する傾向を示す。しかし、簡易柱 650 型以上の寸法の模擬柱部材の最高温度に着目すると、N では若干の差異が認められるものの、M および L では模擬柱部材の寸法によらずほぼ同等であった。特に、簡易柱 1100 型と JASS5T-605 型の最高温度は、セメント種類に関わらずほぼ同等の傾向を示した。

##### 4.4.2 圧縮強度および構造体強度補正値について

- a) JASS5 T-605 型の圧縮強度と各種部材および簡易断熱養生した供試体の圧縮強度の関係は、簡易柱の場合はいずれの材齢でも JASS5 T-605 型とほぼ同等の傾向を示した。しかし、簡易断熱養生供試体の場合は、材齢の経過と共に JASS5 T-605 型より大きくなる傾向を示した。
- b) 構造体強度補正値  $28S_{91}$  は、いずれのセメント種類においても JASS5T-605 型および簡易柱では概ね近似する傾向が認められた。しかし、簡易断熱養生供試体については明確な相違は認められた。

以上より、本実験の範囲内において、模擬柱部材の寸法は、断面寸法 600mm 角および高さ寸法 650mm までに合理化できる可能性が予見された。

一方で、本検討では、模擬柱部材の寸法ごとにセメントの種類および水セメント比においてそれぞれ 1 体の水準を検討したに過ぎず、法令等で測定する場合には、データの信頼性を含め今後の更なるデータの蓄積が必要と考える。また、簡易断熱養生については、模擬柱部材との履歴温度の追従性を考慮した試験手法の検討が必要と思われる。