

モルタルの圧縮強度比による回収水の品質試験方法

ZKT-102:1980 (制定)

2007 (改正)

[全生工組連試験方法]

1. 適用範囲 この規格は、水道水と回収水とによるモルタルの圧縮強度比を求める試験に適用する。
2. 引用規格 次に掲げる規格は、この規格に引用されることによって、この規格の規定の一部を構成する。これらの引用規格はその最新版（追補を含む。）を適用する。

JIS A 1108 コンクリートの圧縮強度試験方法

JIS A 1109 細骨材の密度及び吸水率試験方法

JIS B 7721 引張・圧縮試験機 - 力計測系の校正・検証方法

JIS R 5201 セメントの物理試験方法

JIS Z 8801-1 試験用ふるい - 第1部：金属製網ふるい

3. 試験器具

- 3.1 はかり はかりは、ひょう量 5kg 以上で、目量が 1g 又はこれより小さいものとする。
 - 3.2 メスシリンダ メスシリンダは、JIS R 3505 に規定する容量 500mL のものとする。
 - 3.3 機械練り用練混ぜ機 機械練り用練混ぜ機は、JIS R 5201.8.1(2)に規定するものとする。
 - 3.4 練混ぜ用の鉢及び練混ぜ用さじ 練混ぜ用の鉢及び練混ぜ用さじは、JIS R 5201.8.1(3)に規定するものとする。
 - 3.5 型枠 型枠は、内径 50mm、高さ 100mm の円柱供試体型枠とする。
 - 3.6 突き棒 突き棒は、直径 9mm のものとする。
 - 3.7 フローコーン及び突き棒 フローコーン及び突き棒は、JIS A 1109.3.3 に規定するものとする。
 - 3.8 圧縮試験機 圧縮試験機は、JIS B 7721 の 7. (試験機の等級) に規定する 1 等級以上のものとする。
4. 試験条件 供試体の成型から浸水までの試験室温度は 10 ~ 25 とする。

5. 試料

- 5.1 スラッジ水 スラッジ水は、採取後 48 時間以内のもので、濃度 5.9% に調整したものとする。
- 5.2 上澄水 上澄水はそのまま用いる。
- 5.3 砂 砂は使用中の砂 4kg⁽¹⁾ を採取し、表面乾燥飽水状態にしたものとする。
注⁽¹⁾ あらかじめ、2.5mm ふるいにとどまる骨材を取り除いたもの。細砂と粗砂に分けて使用している場合は、それぞれ 2.5mm ふるいにとどまる骨材を取り除き、使用比率で混合したもの。

6. 試験方法

6.1 水道水を用いたモルタルの作り方

a) 機械練りの場合

練り鉢に水道水 220g を入れ、次にセメント 440g を入れる。

直ちに練混ぜ機を低速で始動させ 30 秒後に砂 880g を 30 秒間で入れる。

練混ぜ機を高速にし、引き続き 30 秒間練り混ぜる。

次に 90 秒間練り混ぜを休止し、最初の 15 秒間にさじで練り鉢及びパドルに付着したモルタルをかき落とす。

休止が終わったら再び高速で始動させ 60 秒間練り混ぜる。

練り混ぜが終わったら、練混ぜ機から練り鉢を取り外し、さじで 10 回かき混ぜる。

b) 手練りの場合

セメント 440g を練混ぜ用の鉢に入れ、水道水 220g を加えて 1 分間放置した後、さじでよくかき混ぜる。
これに表面乾燥飽水状態の砂 880g を加えて 2 分間練り混ぜる。

6.2 回収水を用いたモルタルの作り方

a) 機械練りの場合

練り鉢にスラッジ水 233g を入れ、次にセメント 440g を入れる。

直ちに練混ぜ機を低速で始動させ 30 秒後に砂 880g を 30 秒間で入れる。

練混ぜ機を高速にし、引き続き 30 秒間練り混ぜる。

次に 90 秒間練り混ぜを休止し、最初の 15 秒間にさじで練り鉢及びパドルに付着したモルタルをかき落とす。

休止が終わったら再び高速で始動させ 60 秒間練り混ぜる。

練り混ぜが終わったら、練混ぜ機から練り鉢を取り外し、さじで 10 回かき混ぜる。

b) 手練りの場合

セメント 440g を練混ぜ用の鉢に入れ、スラッジ水 233g を加えて 1 分間放置した後、さじでよくかき混ぜる。

これに表面乾燥飽水状態の砂 880g を加えて 2 分間練り混ぜる。

6.3 成形

6.1 a)又は 6.1 b)、及び 6.2 a)又は 6.2 b)で作ったモルタルを 2 層に分けて型枠に詰め、各層 25 回突き棒で突く。

1 練りのモルタルで 3 個の供試体を作る。(材齢 7 日用 2 個、材齢 28 日用 1 個)

同様にして、さらに 3 個の供試体を作る。(材齢 7 日用 1 個、材齢 28 日用 2 個。6.3 と併せて材齢 7 日用 3 個、材齢 28 日用 3 個となる。)

次にセメント 440g とスラッジ水 233g (上澄水の場合は 220g) を練混ぜ用の鉢に入れ、水道水を用いたときと同様にしてモルタルを作り、併せて 6 個の供試体を作る。(材齢 7 日用 3 個、材齢 28 日用 3 個)

成形された供試体は表面が乾燥しないよう処置する。

翌日キャッピングし、成形してから 48 時間後に型枠を取り外し、直ちに標準養生をする。

7. 試験 材齢 7 日及び 28 日後に JIS A 1108 に準じて圧縮強度試験は行い、3 個の平均値をモルタルの圧縮強度とする。

8. 計算 モルタルの圧縮強度比は、材齢別に、次の式によって算出し、四捨五入を行って整数に丸める。

$$\text{モルタルの圧縮強度比(\%)} = \frac{\text{回収水を用いたモルタルの圧縮強度}}{\text{水道水を用いたモルタルの圧縮強度}} \times 100$$

9. 報告 報告は次の項目を記載する。

- 1) スラッジ水・上澄水の別
- 2) 試料採取日時
- 3) 供試体の作製月日及び試験月日
- 4) 供試体成形時の試験室温度 ()
- 5) 水道水を用いたモルタルの圧縮強度 (N/mm²)
- 6) 回収水を用いたモルタルの圧縮強度 (N/mm²)
- 7) モルタルの圧縮強度比 (材齢 7 日及び 28 日)

モルタルの圧縮強度比による回収水の品質試験方法

解説

この解説は、本体に規定した事柄及びこれらに関連した事柄を説明するもので、規格の一部ではない。

1. 制定の趣旨 回収水の試験方法にはJIS A 5308 附属書3では(A法)と(B法)の2方法が規定されている。(A法)はJIS R 5201(セメントの物理試験方法)に準じ、(B法)ではフロー値による細骨材量の調整が義務付けられ、試験を行うことになっているが、ZKT-102ではレディーミクストコンクリート工場で通常使用している状態の細骨材を用いる簡易法が制定されている。解説表1にZKT-102とJIS A 5308 附属書3の相違点を示す。ZKT-102とJIS A 5308 附属書3は、水セメント比及びスラッジ濃度は同じであるが、配合と供試体形状が異なる。すなわち、ZKT-102の場合、モルタルの配合が一定であることはJIS A 5308 附属書3に規定する(A法)と同じである。一方、供試体形状は(B法)と同じである。従って、同じ結果を与えるかどうか、確認する必要がある。ZKT-102とJIS A 5308 附属書3との整合性を確認するため、試験の差異について検討を行った。

解説表1 ZKT-102とJIS A 5308 附属書3の比較

	ZKT-102	JIS A 5308 附属書3(A法)	JIS A 5308 附属書3(B法)
水/セメント (%)	50	同左	同左
スラッジ濃度 (%)	5.9	同左	同左
配合 (g) (水/セメント/砂)	一定 (220/440/880)	一定 (225/450/1350)	細骨材量をフロー値で決定 (400/800/砂により異なる)
供試体形状及び寸法(mm)	50×100	40×40×160	50×100

2. 試験概要 ZKT-102とJIS A 5308 附属書3との相互関係 相互関係を検討するための要因は、次の表に示すものである。

解説表2 因子と水準

因子	水準1	水準2	水準3
因子1：試験方法	ZKT-102	JIS A 5308 附属書3(A法)	JIS A 5308 附属書3(B法)
因子2：骨材	(揖斐川産)	(愛知川産)	—

なお、骨材を因子に取り上げた理由としては、JIS A 5308 附属書3(B法)の細骨材量をモルタルのフロー値(190±5)となるように定めるので、細骨材の種類によっては細骨材量が異なり、圧縮強度に相違が生ずる可能性があるためである。相互関係の比較に用いた骨材の物性を解説表3～解説表5に以下に示す。

解説表3 骨材の物理的性質

細骨材の呼び名	表乾密度	絶乾密度	吸水率	微粒分量	産地
	(g/cm ³)	(g/cm ³)	(%)	(%)	
	2.63	2.58	1.88	2.43	岐阜県揖斐川産
	2.63	2.58	1.78	1.49	滋賀県愛知川産

解説表4 ふるい分け試験結果

細骨材の呼び名	通過百分率(%)						粗粒率
	5	2.5	1.2	0.6	0.3	0.15	
	100	87	57	30	17	8	3.01
	100	85	60	32	15	6	3.01

解説表5 ふるい分け試験結果 (2.5mm 通過分)

細骨材の呼び名	通過百分率(%)						粗粒率
	5	2.5	1.2	0.6	0.3	0.15	
	100	100	66	35	20	9	2.70
	100	100	71	38	18	7	2.66

3. ZKT-102 と JIS A 5308 附属書 3 との試験結果比較 ZKT-102 と JIS A 5308 附属書 3(A 法)及び(B 法)の試験方法による相違を解説表 6 に示す。

解説表 6 ZKT - 102 と JISA5308 附属書 3 の試験結果比較

	ZKT-102	JIS(B 法)	ZKT-102	JIS(B 法)
	50×100		50×100	
	材齢 7 日		材齢 28 日	
測定値の範囲 (スッジ 水 / 基準水) (%)	102.3 ~ 104.4	101.3 ~ 104.5	100.5 ~ 103.8	98.2 ~ 101.0
最大値と最小値の差 (%)	2.1	3.2	3.3	1.8
ZKT と B 法の平均値の差 (%)	0.8		2.5	
	ZKT-102	JIS(A 法)	ZKT-102	JIS(A 法)
	40×40×160		40×40×160	
	材齢 7 日		材齢 28 日	
測定値の範囲 (スッジ 水 / 基準水) (%)	104.6 ~ 108.8	102.2 ~ 104.1	104.3 ~ 107.2	95.7 ~ 101.1
最大値と最小値の差 (%)	4.2	1.9	2.9	5.4
ZKT と A 法の平均値の差 (%)	3.4		7.7	
	ZKT-102	JIS(B 法)	ZKT-102	JIS(B 法)
	40×40×160		40×40×160	
	材齢 7 日		材齢 28 日	
測定値の範囲 (スッジ 水 / 基準水) (%)	104.6 ~ 108.8	100.6 ~ 104.0	104.6 ~ 107.2	100.3 ~ 104.5
最大値と最小値の差 (%)	4.2	3.4	2.6	4.2
ZKT と B 法の平均値の差 (%)	4.0		3.4	

圧縮強度の平均値の差は、JIS Z 9057 (二つの母分散の違いの検定 (両側)) によると分散に違いがあるとはいえない結果となった。

4. 供試体形状の相違が圧縮強度に及ぼす影響 供試体の形状の相違に関する試験結果を解説表 7 に示す。

解説表 7 供試体の形状による試験結果比較

	ZKT-102			
	材齢 7 日		材齢 28 日	
	50×100	40×40×160	50×100	40×40×160
測定値の範囲 (スッジ 水 / 基準水) (%)	102.3 ~ 104.4	104.6 ~ 108.8	100.5 ~ 103.8	104.6 ~ 107.2
最大値と最小値の差 (%)	2.1	4.2	3.3	2.6
50×100 と 40×40×160 の平均値の差 (%)	2.9		4.0	
	JIS(B 法)			
	材齢 7 日		材齢 28 日	
	50×100	40×40×160	50×100	40×40×160
測定値の範囲 (スッジ 水 / 基準水) (%)	101.3 ~ 104.5	100.6 ~ 104.0	98.2 ~ 101.0	100.3 ~ 104.5
最大値と最小値の差 (%)	3.4	3.4	2.8	4.2
50×100 と 40×40×160 の平均値の差 (%)	0.3		3.1	

供試体の形状の相違による圧縮強度比の差は、JIS Z 9057 (二つの母分散の違いの検定 (両側)) によると分散に違いがあるとはいえない結果となった。

5. 試験結果の信頼性 1 試料につき 3 回行った結果を比較し、解説表 8 に示す。

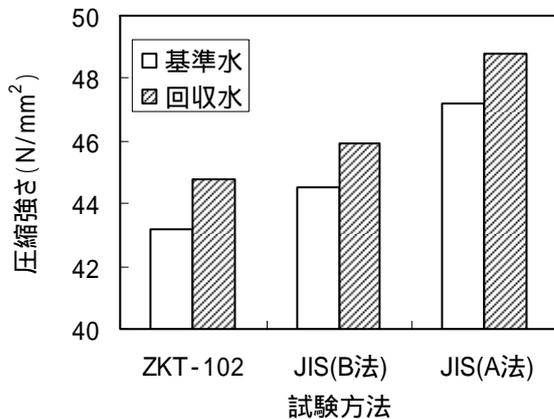
骨材の種類によって比率は変化するが、3 回の繰返し誤差は 3.0%以下であり、信頼性があるものと考えられる。

解説表 8 繰返し 3 回行った試験結果の比較

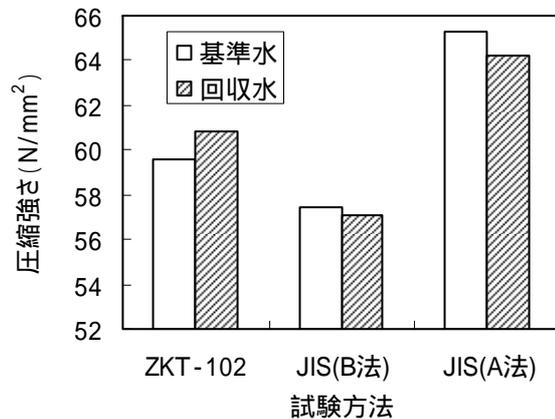
骨材の種類		ZKT-102		JIS(B法)	
		材齢 7 日			
		50×100	40×40×160	50×100	40×40×160
	測定値の範囲 (%)	103.1 ~ 104.3	106.6 ~ 108.8	101.3 ~ 103.2	102.8 ~ 104.0
	最大値と最小値の差(%)	1.2	2.2	1.9	1.2
	測定値の範囲 (%)	102.3 ~ 104.4	104.6 ~ 106.4	102.5 ~ 104.5	100.6 ~ 103.1
	最大値と最小値の差(%)	2.1	1.8	2.0	2.5
		材齢 28 日			
	測定値の範囲 (%)	101.9 ~ 103.8	104.6 ~ 107.2	98.2 ~ 99.6	100.3 ~ 103.2
	最大値と最小値の差(%)	1.9	2.6	0.6	2.9
	測定値の範囲 (%)	100.5 ~ 102.3	104.3 ~ 107.2	99.5 ~ 101.0	102.6 ~ 104.5
	最大値と最小値の差(%)	1.8	2.9	1.5	1.9

以上のことから、ZKT-102 の試験結果は JIS A 5308 附属書 3 の(A 法)及び(B 法)と比較しても有意差はない。

6. 強度値について スラッジ水と基準水の強度比は前述の検討結果のように、ZKT-102 と JIS A 5308 附属書 3 の(A 法)及び(B 法)とを比較した場合、統計的に差異はないといえる。しかし、それぞれの強度値は、供試体の形状が異なる ZKT-102 と JIS A 5308 附属書 3 の(A 法)では異なる(解説図 1、解説図 2 参照)。また、練混ぜ水の差異については、試験方法にかかわらず初期材齢において回収水を使用した試験体が高い強度を示しているものの、材齢 28 日では基準水と同程度となっている。この理由として、未水和セメントが回収水に含まれ、材齢 7 日では、この部分の水和反応が強度増加に寄与したものの、材齢 28 日においてはその影響が小さくなったためと思われる。



解説図 1 各試験方法における圧縮強さ (材齢 7 日)



解説図 2 各試験方法における圧縮強さ (材齢 28 日)

7. 統計

No.	ZKT 50×100 (材齢7日)		B法 50×100 (材齢7日)	
	XB	XB ²	XA	XA ²
1	103.1	10629.61	103.2	10650.24
2	104.3	10878.49	101.3	10261.69
3	104.2	10857.64	102.5	10506.25
4	104.4	10899.36	102.5	10506.25
5	102.3	10465.29	104.5	10920.25
6	103.9	10795.21	103.6	10732.96
計	622.2	64525.6	617.6	63577.64

$$SA = 63577.64 - \frac{(617.6)^2}{6} = 6.01$$

$$SB = 64525.6 - \frac{(622.2)^2}{6} = 3.46$$

$$VA = \frac{6.01}{5} = 1.20$$

$$VB = \frac{3.46}{5} = 0.69$$

$$F_0 = 0.69 / 1.20 = 0.58$$

$$F = (5, 5, 0.025) = 7.15$$

$F_0 < F = 0.58 < 7.15$ 違いがあるとはいえない。

No.	ZKT 50×100 (材齢28日)		B法 50×100 (材齢28日)	
	XB	XB ²	XA	XA ²
1	102.6	10526.76	98.4	9682.56
2	101.9	10383.61	98.2	9643.24
3	103.8	10774.44	99.6	9920.16
4	100.9	10180.81	101.0	10201
5	102.3	10465.29	100.2	10040.04
6	100.5	10100.25	99.5	9900.25
計	612	62431.16	596.9	59387.25

$$SA = 5.65$$

$$SB = 7.16$$

$$VA = 1.13$$

$$VB = 1.43$$

$$F_0 = 0.79$$

$$F = (5, 5, 0.025) = 7.15$$

$F_0 < F = 0.79 < 7.15$ 違いがあるとはいえない。

No.	ZKT 40×40×160 (材齢7日)		A法 40×40×160 (材齢7日)	
	XB	XB ²	XA	XA ²
1	106.6	11363.56	104.0	10816
2	108.8	11837.44	102.1	10424.41
3	107.6	11577.76	103.4	10691.56
4	104.6	10941.16	103.1	10629.61
5	105.4	11109.16	102.1	10424.41
6	106.4	11320.96	104.4	10899.36
計	639.4	68150.04	619.1	63885.35

$$SA = 4.55$$

$$SB = 11.31$$

$$VA = 0.91$$

$$VB = 2.26$$

$$F_0 = 2.49$$

$$F = (5, 5, 0.025) = 7.15$$

$F_0 < F = 2.49 < 7.15$ 違いがあるとはいえない。

No.	ZKT 40×40×160 (材齢7日)		B法 40×40×160 (材齢7日)	
	XB	XB ²	XA	XA ²
1	106.6	11363.56	103.5	10712.25
2	108.8	11837.44	102.8	10567.84
3	107.6	11577.76	104.0	10816
4	104.6	10941.16	100.6	10120.36
5	105.4	11109.16	103.1	10629.61
6	106.4	11320.96	101.3	10261.69
計	639.4	68150.04	615.3	63107.75

$$SA = 8.74$$

$$SB = 11.31$$

$$VA = 1.75$$

$$VB = 2.26$$

$$F_0 = 0.77$$

$$F = (5, 5, 0.025) = 7.15$$

$F_0 < F = 0.77 < 7.15$ 違いがあるとはいえない。

No.	ZKT 40×40×160 (材齢 28 日)		A 法 40×40×160 (材齢 28 日)	
	XB	XB ²	XA	XA ²
1	104.6	10941.16	96.3	9273.69
2	107.2	11491.84	95.7	9158.49
3	107.1	11470.41	96.8	9370.24
4	104.3	10878.49	99.8	9960.04
5	107.2	11491.84	101.1	10221.21
6	105.4	11109.16	100.0	10000
計	635.8	67382.9	589.7	57983.67

$$SA = 57983.67 - \frac{(589.7)^2}{6} = 25.99$$

$$SB = 67382.9 - \frac{(635.7)^2}{6} = 9.29$$

$$VA = \frac{25.99}{5} = 5.20$$

$$VB = \frac{9.29}{5} = 1.86$$

$$F_0 = \frac{1.86}{5.20} = 0.36$$

$$F = (5, 5, 0.025) = 7.15$$

$F_0 > F = 0.36 > 7.15$ 違いがあるとはいえない。

No.	ZKT 40×40×160 (材齢 28 日)		B 法 40×40×160 (材齢 28 日)	
	XB	XB ²	XA	XA ²
1	104.6	10941.16	101.3	10261.69
2	107.2	11491.84	100.3	10060.09
3	107.1	11470.41	103.2	10650.24
4	104.3	10878.49	102.6	10526.76
5	107.2	11491.84	103.7	10753.69
6	105.4	11109.16	104.5	10920.25
計	635.8	67382.9	615.6	63172.72

$$SA = 12.16$$

$$SB = 9.29$$

$$VA = 2.43$$

$$VB = 1.86$$

$$F_0 = 0.76$$

$$F = (5, 5, 0.025) = 7.15$$

$F_0 < F = 0.76 < 7.15$ 違いがあるとはいえない。

	B 法 40×40×160 (材齢 7 日)		B 法 50×100 (材齢 7 日)	
	XB	XB ²	XA	XA ²
1	103.5	10712.25	103.2	10650.24
2	102.8	10567.84	101.3	10261.69
3	104.0	10816	102.5	10506.25
4	100.6	10120.36	102.5	10506.25
5	103.1	10629.61	104.5	10920.25
6	101.3	10261.69	103.6	10732.96
計	615.3	63107.75	617.6	63577.64

$$SA = 6.01$$

$$SB = 8.74$$

$$VA = 1.20$$

$$VB = 1.75$$

$$F_0 = 1.45$$

$$F = (5, 5, 0.025) = 7.15$$

$F_0 < F = 1.45 < 7.15$ 違いがあるとはいえない。

	B 法 40×40×160 (材齢 28 日)		B 法 50×100 (材齢 28 日)	
	XB	XB ²	XA	XA ²
1	101.3	10261.69	98.4	9682.56
2	100.3	10060.09	98.2	9643.24
3	103.2	10650.24	99.6	9920.16
4	102.6	10526.76	101.0	10201
5	103.7	10753.69	100.2	10040.04
6	104.5	10920.25	99.5	9900.25
計	615.6	63172.72	596.9	59387.25

$$SA = 5.65$$

$$SB = 12.16$$

$$VA = 1.13$$

$$VB = 2.43$$

$$F_0 = 0.46$$

$$F = (5, 5, 0.025) = 7.15$$

$F_0 < F = 0.46 < 7.15$ 違いがあるとはいえない。