高強度コンクリートの圧縮強度の確率分布に及ぼす試験機及び供試体の影響

EFFECT OF TESTING MACHINE AND SPECIMENS ON PROBABILITY DISTRIBUTION OF COMPRESSIVE STRENGTH OF HIGH STRENGTH CONCRETE

鈴木澄江*, 梶田佳寛**, 野口貴文***, 陣内 浩****

Sumie SUZUKI, Yoshihiro MASUDA, Takafumi NOGUCHI
and Hiroshi JINNAI

This paper presents the experimental result of testing machine and specimens factor on probability distribution of compressive strength of high strength concrete. It is clarified that the peak value of distribution is higher than the mean value of strength in high strength concrete, even if according to the testing method on JIS A 1108.

It is clear that the peak of distribution is close to the mean value of strength and shape of probability distribution is close to normal distribution, when both sides of the specimen are grinded.

Keywords: Testing machine, Flatness of specimen, Probability distribution, Peak value, Normal probability curve

試験機, 供試体の平面度, 確率分布, 最頻値, 正規分布

1. はじめに

JIS A 1108 (コンクリートの圧縮強度試験方法)に従って圧縮強度試験を行った管理用円柱供試体あるいは構造体から採取したコア供試体の圧縮強度の確率分布形状は、その強度レベルにより必ずしも正規分布を示さないことを先に報告^{1), 2)}した。それらの圧縮強度を統計的に処理したところ、圧縮強度が高くなるとその確率分布形状は正規分布とならず、最頻値が平均値よりも高くなることが多くなり、又、平均値よりも大幅に低い強度が出現する確率があることが確認された。そこで筆者らは、これらに影響する要因が、試験機あるいは供試体の処理にあるのではないかと考え、試験機の JIS 適合性 (シリーズ I) 及び供試体の両端面を研磨した場合 (シリーズ II 及び III) における圧縮強度の確率分布形状について検討を行った。

2. 検討の内容

2.1 試験機に関する検討 (シリーズ I)

試験機の剛性、球面座あるいは加圧板等が JIS に適合していない場合、供試体の上面に水平力が作用したり、均等な圧縮応力が伝えられないため、供試体が早期に破壊してしまい強度低下が生じる^{3)~7)}。そこで目標設計基準強度 (Fc) 200,400,600 及び 800kgf/cm² のコン

クリートを 16 機の圧縮強度試験機 (A ~ P) を用いてラウンドロビン試験を実施した結果⁸⁾について、試験機が JIS A 1108:2001 の規格に適合しているか否かに分け、圧縮強度の確率分布を統計的に解析し、試験機の影響が圧縮強度の確率分布に及ぼす影響を確認することを目的とした。コンクリートに使用した材料は、普通ポルトランドセメント、砂、碎石及び化学混和剤 (AE 剤または高性能減水剤) であり、物性等の詳細は既報の論文^{9), 10)}を参照されたい。目標設計基準強度 (Fc)、圧縮強度レベル (圧縮強度の平均値の範囲) 及び調査を表-1に、試験機の種類・性能に関する詳細、JIS A 1108 との適合を表-2に示す。なお、ここでは 10kgf/cm² を 1N/mm² と換算して以下 SI 単位表示とする。圧縮強度試験用供試体は、鋼製型枠を用いて作製し、目標設計基準強度 20N/mm² の供試体については、上面をキャッピング、40、60 及び 80N/mm² の供試体は上面を研磨処理とした。解析の検討対象とした圧縮強度試験結果を表-3に示す。試験材齢は28日とした。圧縮強度レベルは、約 40 ~ 100N/mm²であった。これらの圧縮強度について、目標設計基準強度別に JIS に適合する試験機を用いた場合 (試験機数 5 機、n=25) と適合していない試験機を用いた場合 (試験機数 11 機、n=55) において、平均値からの偏差 (ΔX) 及び偏差を平均値で除

* 助建材試験センター中央試験所材料グループ 専門職
(宇都宮大学大学院工学研究科博士後期課程 生産・情報
工学専攻 大学院生)

** 宇都宮大学工学部建設学科 教授・工博

*** 東京大学大学院建築学専攻 助教授・工博

**** 大成建設株式会社 主任研究員・博士(工学)

Expert Official, Materials Testing Group, Central Laboratory, Japan Testing Center for Construction Materials
(Graduate Student, Department of Production and Information Science, Doctor's Degree Course, Graduate School of Engineering, Utsunomiya Univ.)
Prof., Dept. of Architecture and Civil Engineering, Faculty of Engineering, Utsunomiya Univ., Dr. Eng.
Assoc. Prof., Dept. of Architecture, Graduate School of Eng., The University of Tokyo, Dr. Eng.
Senior Research Engineer, Technology Center, Taisei Corp., Dr. Eng.

表-1 コンクリートの圧縮強度レベル及び割合

目標設計 基準強度 (F _c) N/mm ²	圧縮強度の 平均値の範囲 N/mm ²	水セメント比 %	単位量 kg/m ³			
			水	セメント	細骨材	粗骨材
20	34.8~40.5	60	185	308	793	999
40	59.4~70.8	40	170	425	746	1004
60	74.2~91.9	32	160	500	710	1004
80	95.2~118.0	25	160	645	645	1004

表-2 試験機の種類・性能

試験機 の記号	最大秤量 tf	制御方法	剛性 tf/cm	加圧板 寸法cm	球面座 cm		JIS A1108 との適合
					直径	中心 ¹⁾	
A	100	油圧荷重, サ-ホ	218	φ16	16.6	+0.7	否
B	200	油圧荷重	440	φ21	15.8	+1.1	否
C	100	油圧荷重	218	22×22	2.8	+7.1	否
D	200	ネジ式変位	635	30×30	24.1	-0.2	否
E	100	油圧荷重	393	16×16	16.0	±0	適
F	100	くさび式変位	3100	φ22	52.8	-20.4	否
G ²⁾	500	油圧荷重	707	φ15	4.4	+8.8	否
H	100	油圧荷重	453	φ16	14.0	±0	適
I	200	油圧荷重	518	32×32	29.0	±0	適
J	200	油圧荷重	526	φ32	29.0	±0	適
K	200	油圧荷重, サ-ホ	906	φ16	15.0	+0.5	否
L	100	油圧荷重	259	φ16	12.6	+1.8	否
M	400	油圧荷重, サ-ホ	20000	φ16	24.0	-6.0	否
N	100	油圧荷重	303	φ16	3.2	+5.3	否
O	100	油圧荷重	356	φ23	17.4	±0	適
P	200	油圧荷重	442	φ32	4.8	+8.3	否

1) 球面座の中心位置、中心が加圧板より上の場合+, 下の場合-

2) 構造実験用試験機

3) フレーム剛性

して百分率 (V(%)) で表したものの (以下、これを変動率と呼ぶ) を求め、それらの分布により各圧縮強度レベルにおける試験機 (JIS の適合) による影響 (バラツキ) を確認した。なお、偏差 (ΔX) の求め方の詳細は、既報³⁾で記述した。

2.2 供試体に関する室内試験による検討 (シリーズ II)

高強度コンクリートの圧縮強度試験では、強度試験機の JIS 規格に対する適合性とともに供試体の端面処理が重要であるといわれている。JIS A 1132 (コンクリートの強度試験用供試体の作り方) では、供試体の載荷面の平面度を直径の0.05%以下と規定しているが、高強度コンクリートの場合においては必ずしもこの精度で十分とは考えられていない。そこで、供試体の両端面を適正に研磨処理し圧縮強度試験を行った場合の強度分布に関する検討として、筆者のうちの一人が 2003 年 2 月~7 月に行った高強度コンクリートの実験^{3), 4)}で得られた圧縮強度試験結果 (約1500個のデータ) にもとづいて解析を行った。実験に使用した主な材料は、結合材として、普通ポルトランドセメント (記号: OPC、密度 3.16g/cm³)、低熱ポルトランドセメント (記号: LPC、密度 3.22g/cm³) 及び高強度用結合材 (記号: OSS、普通セメント: スlag 石膏: シリカフェム = 7:2:1、密度 2.99g/cm³)、細骨材は大月産安山岩系砂 (密度: 2.62g/cm³、吸

表-3 圧縮強度試験結果

試験機 記号	番号	Fc=20N/mm ²		Fc=40N/mm ²		Fc=60N/mm ²		Fc=80N/mm ²	
		試験値	平均値	試験値	平均値	試験値	平均値	試験値	平均値
A	1	38.5		64.6		86.9		111.5	
	2	38.2		67.5		90.0		102.9	
	3	38.5	38.8	68.3	67.5	86.6	87.6	113.1	106.6
	4	39.1		70.3		85.6		112.2	
	5	39.6		66.8		88.9		93.1	
B	1	36.8		63.7		82.3		89.3	
	2	36.7		66.4		85.5		103.1	
	3	37.2	37.2	64.7	66.4	79.5	82.0	105.1	98.0
	4	36.9		70.2		78.0		97.6	
	5	38.4		67.2		84.9		94.9	
C	1	31.4		63.7		71.9		97.5	
	2	30.1		66.4		78.9		94.2	
	3	39.1	34.8	64.7	60.0	76.3	79.0	99.2	100.0
	4	37.1		70.2		85.5		95.6	
	5	36.4		67.2		82.3		113.7	
D	1	40.6		73.9		89.8		107.3	
	2	39.4		56.1		89.6		113.3	
	3	41.8	40.5	71.3	68.7	92.5	91.9	116.9	115.0
	4	41.6		71.0		96.5		119.8	
	5	39.3		71.4		91.3		117.9	
E	1	39.6		71.1		89.7		116.9	
	2	38.4		70.3		92.5		121.9	
	3	39.9	39.3	72.0	70.8	88.4	90.3	116.3	118.0
	4	39.0		71.1		91.2		116.7	
	5	39.8		69.7		89.8		-	
F	1	37.0		67.8		85.6		109.2	
	2	35.8		66.5		83.9		119.1	
	3	37.4	36.2	64.8	65.5	75.1	82.4	114.4	113.2
	4	36.7		61.9		85.4		108.5	
	5	34.0		66.7		81.9		114.7	
G	1	37.3		66.2		84.1		84.1	
	2	38.0		71.6		77.1		90.2	
	3	39.6	38.7	59.6	65.5	71.0	74.2	103.4	95.2
	4	39.7		63.7		71.0		95.5	
	5	38.2		63.8		86.5		111.6	
J	1	39.0		67.4		90.3		105.7	
	2	35.8		57.7		83.7		104.6	
	3	32.9		55.9		82.7		100.4	
	4	33.6	33.9	63.4	59.4	80.1	80.4	102.0	101.1
	5	32.6		59.7		81.7		100.0	
K	1	34.6		60.4		73.9		98.6	
	2	37.1		66.0		83.5		110.8	
	3	39.6		67.2		84.3		115.1	
	4	37.3	37.1	66.8	66.7	89.3	85.6	103.0	112.3
	5	36.7		65.1		83.7		117.1	
L	1	35.0		68.2		87.2		115.7	
	2	35.2		69.2		87.8		115.0	
	3	37.9		68.7		88.4		106.9	
	4	39.0	37.3	65.3	68.1	88.8	86.3	109.9	111.8
	5	37.0		69.0		84.5		112.3	
M	1	37.4		68.3		82.0		114.9	
	2	37.0		65.1		81.3		110.4	
	3	36.5		68.2		81.3		113.1	
	4	36.3	36.3	66.1	65.9	92.0	84.6	105.9	106.9
	5	35.5		66.1		84.8		102.9	
N	1	36.0		64.1		83.5		102.0	
	2	37.1		63.8		82.5		107.5	
	3	36.7		68.0		86.6		114.1	
	4	36.7	36.5	68.0	66.2	79.1	82.5	108.6	107.9
	5	36.8		67.9		81.7		105.3	
O	1	35.4		63.4		82.5		104.2	
	2	36.3		71.2		92.0		120.2	
	3	37.0		65.5		90.6		119.6	
	4	36.5	37.2	69.2	67.3	81.3	88.6	110.6	116.9
	5	38.0		63.5		88.9		119.3	
P	1	38.4		67.2		90.4		114.7	
	2	37.6		67.6		88.6		107.9	
	3	38.6		70.3		87.6		113.0	
	4	37.0	37.9	70.4	69.3	86.1	86.0	101.8	110.3
	5	38.0		68.4		83.5		114.8	
				69.6		84.0		113.9	

水率: 2.73 %)、粗骨材は大月産安山岩系砕石 2005A (密度: 2.66g/cm³、吸水率: 2.28 %)、化学混和剤はポリカルボン酸系高性能 AE 減水剤である。実験は室内実験とし、供試体は JIS A 1132 に従って鋼製型枠を用いて作製した。供試体はすべて両端面を研磨処理した後、所定の材齢において圧縮強度試験を行った。圧縮強度の解析に用いたデータは、圧縮強度の平均値の範囲が 18.2 ~ 180.4N/mm² のコンクリートである。解析検討の対象としたコンク

表-4 供試体に関する室内試験による検討 (シリーズ II) で対象としたコンクリート

結合材の種類	データ数 n	圧縮強度の平均値の範囲 N/mm ²	水結合材比の範囲 %	試験材齢 日	養生方法
普通ポルトランドセメント (OPC)	477	33.5~151.6	20~40	2~91	標準水中
低熱ポルトランドセメント (LPC)	471	18.2~154.4	20~40	2~91	封かん
高強度用結合材 (OSS)	636	31.7~180.4	15~40	2~91	加熱 (35~85℃)

リートの概要を表-4に示す。なお、供試体の両端面を研磨処理したため、供試体は高さ 190 ～ 197mm の寸法で圧縮強度試験に供した。供試体の直径と高さの比が 1.90 以下の場合には、補正係数を用いて圧縮強度を補正する (JIS A 1107) が、本報告においては、供試体の高さがこの比を満足していたため、強度補正は行わず、得られた圧縮強度の値を用いて確率分布を求めた。

解析は、結合材の種類ごとに得られた圧縮強度の値を養生、材齢に係わらず、表-5の圧縮強度レベル (120 以上 140N/mm² 未満の圧縮強度レベルまで) に区分した場合と結合材の種類を分けずに圧縮強度レベル (全ての圧縮強度レベル、但し 140N/mm² 以上 160N/mm² 未満及び 160N/mm² 以上は母集団の関係により、140N/mm² 以上のレベルとしてまとめた) ごとに区分した場合について平均値からの偏差 (ΔX) 及び変動率 (V(%)) を用いて行った。

2.3 供試体に関する実機試験による検討 (シリーズ III)

シリーズIIと同様に筆者のうちの一人が、高強度コンクリートの試験において供試体に関する検討の一環として実施した実機試験をもとに解析する。レディーミクストコンクリート工場において作製した供試体の両端面研磨処理が圧縮強度の試験結果に及ぼす影響を確認することを目的として、2工場間 (A工場、B工場) での比較実験を行った。A工場における使用材料は、普通ポルトランドセメント (密度 3.16g/cm³)、青海町産石灰岩系砕砂 (表乾密度 2.67g/cm³)、能代市産山砂 (表乾密度 2.59g/cm³)、秋田県西木村産砕石 (表乾密度 2.67g/cm³、実積率 61.4%) 及びポリカルボン酸系高性能AE減水剤とした。B工場における使用材料は、普通ポルトランドセメント (密度 3.16g/cm³)、仙北郡産山砂 (表乾密度 2.60g/cm³)、能代市産山砂 (表乾密度 2.60g/cm³)、秋田県西木村産砕石 (表乾密度 2.66g/cm³、実積率 61.0%) 及びポリカルボン酸系高性能AE減水剤とした。2工場で3水準の水セメント比の調合 (目標スランプフロー 60cm、目標空気量 4.5%、単位水量 175kg/m³、単位粗骨材かさ容積 0.55m³/m³) について実機で練混ぜを行い、採取した供試体の圧縮強度試験を実施した。解析の対象としたコンクリートの概要を表-6に示す。解析は、圧縮強度の試験データ (1工場につき n=72) について変動率 (V(%)) を用いて行った。

3. 検討結果及び考察

3.1 試験機に関する検討 (シリーズ I)

圧縮強度試験機が JIS に適合している場合と適合していない場合とに分けて、圧縮強度試験結果について、平均値からの偏差 (ΔX) の分布を図-1に示す。JIS に適合している試験機の場合、圧縮強度の平均値の範囲が 80.4 ～ 90.3N/mm² 及び 101.1 ～ 118.0N/mm² では平均値からの偏差は、正規分布を示しておらず、最頻値が平均値よりも高い側 (+) に移行し、最大値と平均値の差よりも平均値と最小値の差の方が大きくなる傾向を示している。ま

た、平均値からの偏差の分布範囲は、圧縮強度が高くなるほど大きくなることからわかる。一方、JIS に適合していない試験機の場合では、圧縮強度の平均値の範囲が 60.0 ～ 69.3 N/mm² で最頻値が平均値よりも高い側に分布し、平均値を大きく下回る強度が出現する分布形状を示した。圧縮強度の平均値が 79.0 ～ 91.9 N/mm² 及び 95.2 ～ 115.0 N/mm² では、圧縮強度が高くなるほど、平均値からの偏差の分布幅が大きくなり、その分布幅は約 ±15N/mm² と JIS に適合

表-5 結合材種類別の圧縮強度レベルとデータ数

圧縮強度レベル	データ数 (個)		
	OPC	LPC	OSS
60N/mm ² 未満	4 5	7 5	1 8
60以上80N/mm ² 未満	1 4 4	1 1 4	3 9
80以上100N/mm ² 未満	1 2 6	9 3	1 4 4
100以上120N/mm ² 未満	4 8	7 2	1 3 5
120以上140N/mm ² 未満	8 7	9 3	6 9
140以上160N/mm ² 未満	2 4	2 4	1 3 5
160N/mm ² 以上	—	—	9 6

注) * OSSについては140以上160N/mm² 未満及び160N/mm² 以上を合わせて140N/mm² 以上として解析した。

【JISに適合の試験機】

【JISに不適合の試験機】

図-1 試験機のJIS適合否と平均値からの偏差 (ΔX)

表-6 供試体に関する実機実験による検討 (シリーズ III) で対象としたコンクリート

工場区分	データ数 n	圧縮強度の平均値の範囲 N/mm ²	セメントの種類	水セメント比の範囲 %	試験材齢 日	養生方法
A工場	72	52.5~111	普通ポルトランド セメント	25~35	7~91	標準水中 封かん 断熱
B工場	72	48.6~83.9				

している試験機を用いた場合の2倍となっている。

JIS に適合している試験機を用いた場合と適合していない試験機を用いた場合の変動率 (V(%)) を図-2 に示す。JIS に適合している試験機を用いた場合と適合していない試験機を用いた場合の圧縮強度の変動率を比較すると、JIS に適合している試験機では、変動率の範囲が圧縮強度レベルにかかわらず、ほぼ一定であり、5 % 程度の値を示している。一方、JIS に適合していない試験機を用いた場合には、圧縮強度レベルにかかわらず変動率の範囲が 10 ~ 15% (最大で 20 %) と非常に大きくなることが確認された。

圧縮強度試験機の JIS 適合性と圧縮強度の確率分布形状を検討した結果、試験機の JIS との適否にかかわらず、圧縮強度が高くなるとその確率分布形状は正規分布から最頻値が平均値よりも高い方へ移行する分布形状を示す結果となった。又、JIS に適合していない試験機で圧縮強度試験を実施した場合は、平均値からの偏差の分布幅が広くなり、適合している試験機の約 2 倍、変動率では最大で約 3 倍となり、圧縮強度のパラツキが大きくなることが認められる。JIS に適合している試験機を用いることにより、供試体に均等な圧縮力が作用し、適切に試験が行われることから、供試体が精緻に作製されれば、圧縮強度のパラツキが小さくなるといえる。

3.2 供試体に関する室内試験による検討 (シリーズ II)

供試体に関する検討では、供試体の両端面を研磨処理した場合において、結合材の種類 (OPC, LPC, OSS) 別に表-5 に示した圧縮強度レベル (120 ~ 140 N/mm² まで) ごとの確率分布として、圧縮強度の平均値からの偏差 (ΔX) の分布求めた。図-3 に各結合材の種類ごとの圧縮強度レベル別の平均値からの偏差 (ΔX) を示す。供試体の両端面を研磨処理した場合の圧縮強度の確率分布を強度レベルごとにもとみると、結合材の種類にかかわらず同様の分布形状を示した。分布の傾向は、両端面研磨をしていないシリーズ I の場合よりもやや正規分布に近い分布形状を示しているものの、最頻値が平均値よりも若干 (2 ~ 3 N/mm² 程度) 大きい側に出現し、かつ、平均値よりも大幅に低い強度が出現する確率が残されていることが確認できる。図-3 では 140 N/mm² までの圧縮強度レベルにおいて、その分布傾向を確認したが、圧縮強度レベルが高い 100 N/mm² 以上では、平均値からの最大値及び最小値までの分布幅で、最小値までの分布幅の方が 3 ~ 10 N/mm² 程度大きくなる傾向を示した。結合材の種類で、確率分布形状に顕著な差が認められなかったことから、結合材の種類を分けずに、表-5 に示す圧縮強度レベルごとの変動率 (V(%)) を求め、図-4 に示した。各圧縮強度レベルにおける変動率の分布をみると、圧縮強度レベルが高くなると変動率は全体的に小さくなる傾向にあり、80 N/mm² 未満では最大で 15% 程度、80 以上 140 N/mm² 未満では最大 10 % 程度である。一方、140 N/mm² 以上の圧縮強度レベルにおいては、変動率の分布形状は正規分布を示し、その変動率は 5 % と非常に小さい範囲に収まっている。今回、140 N/mm² 以上の圧縮強度レベルにおいてこのような変動率に収まった要因は、供試体の整形がきわめて精緻に行われたため、低い強度が出現しなかったことが推察される。80 N/mm² 未満で変動率が大きくなった原因は、標本対象としたデータの中に、3 個の供試体の個々のパラツキが大きいもの (3 個のうちの 1 個が大きくはずれている場合) が存在したためである。一

[JISに適合の試験機]

[JISに不適合の試験機]

図-2 試験機のJIS適合否と変動率 (V)

般には、実施工における3個平均のデータを標本とした設計基準強度 60 N/mm² 級のコンクリートの品質管理では、圧縮強度の変動係数は 10 % 以下に収まるという報告が多い^{10), 11)}。また、変動率における平均値と最頻値の関係をみると、最頻値は平均値よりも高い側 (+側) に出現していることが確認された。

これらの結果から、高強度コンクリートの圧縮強度試験を実施する場合には、供試体の上下面を研磨処理することにより、JIS A 1132 に定められた平面度 (直径の 0.05%以内) よりも精度が高い平面度が確保されるため、圧縮強度のパラツキが小さくなり圧縮強度の確率分布形状が正規分布に近づく結果になったと考えられる。但し、圧縮強度が高い領域の高強度コンクリートにおいては、最頻値が平均値よりも若干 (2 ~ 3 N/mm²)、高い側 (+側) に移行する傾向があるが、全体的に変動率が小さくなる傾向があるといえよう。

3.3 供試体に関する実機試験による検討 (シリーズ III)

レディーミクストコンクリート工場における実機実験による検討として、A及びBの2工場で実施した圧縮強度試験結果について、変動率 (V(%)) を求め、その確率分布を図-5 に示した。

A工場では、全体としては矩形分布の形状を示した。一方、B工場では、ほぼ正規分布に近い分布形状を示した。分布形状は工場に

図-3 各結合材の種類ごとの圧縮強度レベル別の平均値からの偏差 (ΔX)

より大きく異なるものの、いずれの工場においても、最頻値は若干、平均値よりも大きい側 (+側) に出現する傾向がみられ、実機において採取した高強度コンクリートの管理用供試体の変動率が5%程度に収まっている。両工場とも供試体の両端面を研磨処理していることから、適切な供試体の載荷面処理が品質管理上有効であると考えられる。

4. 結論

試験機の JIS 適合性及び供試体の両端面を研磨処理した場合の高

強度コンクリートの圧縮強度試験において、圧縮強度の確率分布を検討した結果、本研究の範囲内で以下のことが明らかになった。

(1) 圧縮強度試験機が JIS に適合しているか否にかかわらず、高強度コンクリートでは、圧縮強度の確率分布は正規分布から、最頻値が平均値よりも高い側に移行する形状になることが確認された。

また、JIS に適合していない試験機を用いた場合の平均値からの偏差 (ΔX) の分布幅は、適合している試験機を用いた場合の約2倍であり、適合していない試験機を用いた場合には圧縮強度のパラツキが大きくなる。

図-4 圧縮強度レベルと変動率 (V)

図-5 実機試験における変動率 (V)

(2) JIS に適合している圧縮強度試験機を用いた場合の圧縮強度試験結果では、変動率 (V(%)) は圧縮強度レベルにかかわらず一定であった。

(3) JIS に適合していない圧縮強度試験機を用いた場合の圧縮強度試験結果では、JIS に適合している圧縮強度試験機を用いた場合に比べ、変動率 (V(%)) は大きくなり、適合している試験機を用いた場合の約3倍の変動率を示した。

(4) 供試体の両端面を研磨処理した場合には、圧縮強度レベルにかかわらず、圧縮強度の確率分布形状は正規分布に近くなる結果を示した。また、平均値からの偏差の分布幅及び変動率は、強度レベルが高い高強度コンクリートにおいても小さく、圧縮強度のパラツキが小さく、試験精度の向上が見込める。

以上のことから、高強度コンクリートの圧縮強度試験結果は、最頻値が平均値よりも若干高い側に移行するとともに、低い強度が出現する可能性があるため、調査設計においては、正規偏差を大きくとることが望ましい。また、JIS に適合する試験機を用いて、供試体を精緻に作製し、かつ、供試体の両端面を適切に研磨処理することにより、パラツキを小さくすることが可能となるため、強度レベルが高い高強度コンクリートにおいても変動係数を小さく設定することが可能性であるといえる。

参考文献

- 1) 鈴木澄江, 樹田佳寛: コンクリートの圧縮レベルと確率分布形状, 日本建築学会構造系論文集, 第578号, pp.1-6, 2004.4
- 2) 鈴木澄江, 樹田佳寛, 佐藤幸恵: 構造体コンクリートから採取したコア供試体の圧縮レベルと確率分布形状, 日本建築学会構造系論文集, 第592号, pp.13-18, 2005.6
- 3) 友澤史紀, 野口貴文, 小野山貢造, 樹田佳寛, 安田正雪: 高強度コンクリートの圧縮強度試験方法の標準化に関する研究(その1 計画、提案、試験機の剛性の影響), 日本建築学会大会学術講演梗概集(九州), A, pp.505-506, 1989.10
- 4) 友澤史紀, 野口貴文, 小野山貢造, 樹田佳寛, 安田正雪: 高強度コンクリートの圧縮強度試験方法の標準化に関する研究(その2 加圧板、供試体寸法、載荷速度の影響), 日本建築学会大会学術講演梗概集(九州), A, pp.507-508, 1989.10
- 5) 友澤史紀, 野口貴文, 陳庭, 樹田佳寛, 阿部道彦, 安田正雪: 高強度コンクリートの圧縮強度試験方法の標準化に関する研究(その4 試験機の影響に関する共同試験: 概要, 試験機の調査, 試験結果), 日本建築学会大会学術講演梗概集(中国), A, pp.449-500, 1990.10
- 6) 友澤史紀, 野口貴文, 小野山貢造, 樹田佳寛, 阿部道彦, 安田正雪: 高強度コンクリートの圧縮強度試験方法の標準化に関する研究(その5 試験機の影響に関する共同試験: 分散分析, まとめ), 日本建築学会大会学術講演梗概集(中国), A, pp.501-502, 1990.10
- 7) 野口貴文: 高強度コンクリートの基礎的力学特性に関する研究, 学位論文, 1995.3
- 8) 陣内 浩, 樹田佳寛, 早川光敬: 初期に高温履歴を受けた構造体コンクリートの簡易的な圧縮強度推定方法に関する研究, 日本建築学会構造系論文集, 第579号, pp.7-14, 2004.5
- 9) 陣内 浩: 高強度コンクリートの調査設計法の合理化に関する研究, 学位論文, 2003.9
- 10) 黒羽健嗣, 並木哲, 河西正一, 小林敏彦: $F_{c600} \text{ kgf/cm}^2$ の高強度コンクリートを用いた超高層建築物の施工, コンクリート工学, pp.29-39, Vol.33, No.9, 1995.9
- 11) 並木哲: CFT 構造および高層 RC 造における品質管理の現状, コンクリート工学, pp.52-55, Vol.39, No.5, 2001.5

(2005年5月9日原稿受理, 2005年9月13日採用決定)