

## 論文 コア試験体の小径化が圧縮強度に与える影響に関する実験的研究

片平 博\*<sup>1</sup>・森濱 和正\*<sup>1</sup>・池永 博威\*<sup>2</sup>

**要旨：** コンクリートまたはコンクリートをウェットスクリーニングしたモルタルを使用して製作した試験体から直径 100mm,50mm,25mm および 10mm のコアを採取して圧縮強度試験を実施した。この結果から，(1) コンクリートコアの圧縮強度は骨材界面の影響によってモルタルコアの強度よりも低くなるが，φ 10mm コアではその強度低下が小さくなること，(2) コンクリートコアの強度は，コア径が小さくなるとやや高めにでること，(3) コア強度の変動係数はコア径が小さいほど大きくなること，等が分かった。

**キーワード：** コンクリート，モルタル，圧縮強度，コア，小径化

### 1. はじめに

コンクリート構造物において，完成後のコンクリート強度を実際に測定する場合には，直径(φ)100mm のコアを採取して圧縮強度試験を実施する方法がとられている。しかしながらコア径が 100mm もあると構造物に与えるダメージが大きく，最悪の場合には鉄筋を切断してしまう恐れもあり，コア径はできる限り小さいほうが望ましい。

コア径は粗骨材最大寸法の 3 倍以上を確保するのが一般的である。コンクリートの強度はモルタル，骨材，骨材界面の強度に関連すると考えられるが，高強度域を除けば骨材が破壊することは稀で，モルタル部分の強度の影響が大きいと考えられる。モルタル部分の強度を把握するのであれば，小さなコアでも可能と考え，コアの小径化についての検討を行っている<sup>1)</sup>。

今回の実験では，コンクリートと，コンクリートをウェットスクリーニングした試料を用いて試験体を製作し，そこからφ 100mm, 50mm, 25mm および 10mm のコア(写真-1)を採取して圧縮強度試験を実施した。この結果から(1) 骨材寸法と圧縮強度の関係，(2) コア径と圧縮強度の関係，(3) コア径と強度のバラツキの関



写真-1 コア(左からφ50, 25, 10mm)

係について分析し，小さなコアによる圧縮強度推定の可能性について検討した。

### 2. 実験方法

#### 2.1 コンクリートの配合

表-1に示す4つのコンクリート配合と，それぞれのコンクリート配合を 5mm フルイ(30-20N については 5mm フルイと 10mm フルイ)でウェットスクリーニングした試料で試験体を製作した。

試料名は「呼び強度-骨材最大寸法(Gmax)・セメント種類」であり，セメント種類は N が普通ポルトランドセメント，BB が高炉セメ

\*1 土木研究所 構造物マネジメント技術チーム 主任研究員 (正会員)

\*2 千葉工業大学 工学部建築学科 教授 (正会員)

表-1 コンクリート配合

試料名	Gmax (mm)	Slump (cm)	Air (%)	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m <sup>3</sup> )				ウェットスクリーニングした試料名	
						W	C	S	G	10mmフルイ	5mmフルイ
30-20BB	20	8	4.5	50	43	161	322	773	1058	-	30-5BB
18-20N	20	8	4.5	70	47	161	230	885	1031	-	18-5N
30-20N	20	8	4.5	50	44	163	326	783	1050	30-10N	30-5N
45-20N	20	12	3.0	35	40	163	466	686	1072	-	45-5N

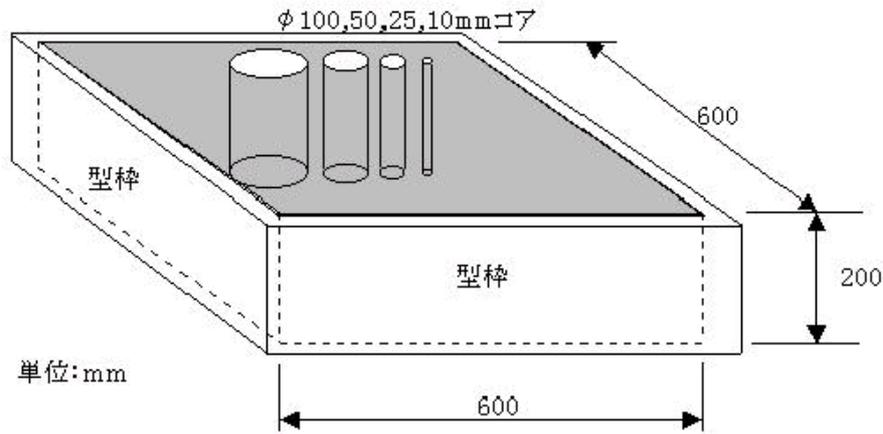


図-1 試験体形状図

ントB種である。

## 2.2 試験体の作製

2.1で述べた各材料を用いて図-1に示す試験体を1体ずつ作製した。試験体は600×600×200mmの平板とし、打設後4日間は上面を湿布養生し、その後は室内で自然乾燥させた。底面と側面の合板型枠は設置したままとした。

## 2.3 コアの採取

材齢7, 28, 91日の時点で圧縮強度試験ができるように、その前日に試験体からφ50mm, 25mmおよび10mmのコアを1本ずつ採取した。φ100mmコアは材齢28日に3本, 91日に1本ずつを採取した。採取方法はボーリングマシンを使用し、湿式で試験体の上面から鉛直方向に底面に達するまで(深さ200mmまで)コアリングした。

## 2.4 コアの成形およびキャッピング

採取したコアは、直径の約2倍の高さ(厳密にはキャッピング分を考慮して直径の2倍から3~5mm短い長さ)で切断し、写真-2に示す装置を用いて硫黄キャッピングを施した。この



写真-2 キャッピング装置  
(写真のコアはφ25mm)

キャッピング装置は試験体の上下に硫黄の受皿があり、試験体をセットしたままの状態、装置をひっくり返すことで上面と下面のキャッピングが行えるものであり、上下面の平行度の確保が容易であった。

圧縮試験に供するコア供試体の本数は各配合・材齢ごとにφ10mmは6~11本, φ25mm

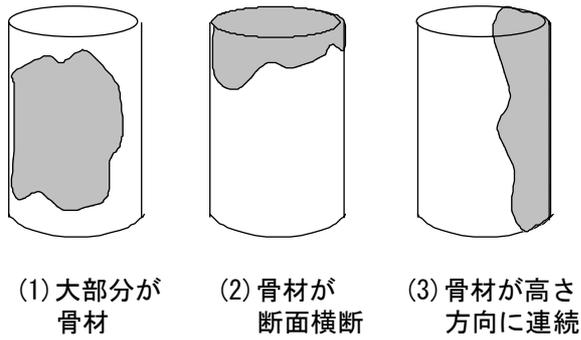


図-2 φ10mmコアの棄却

は4本、φ50mmは2本であり、φ100mmコアは材齢28日に3本、91日に1本である。

図-2に示すように、コンクリート試験体から採取したφ10mmコアの切断では粗骨材の影響を考慮して、(1)粗骨材が大部分を占める部分、(2)ある断面を粗骨材が横断する部分、(3)高さ方向に粗骨材が連続する部分は排除した。これによって採取したコア長の2割程度の部分が排除された。

## 2.5 圧縮強度試験

φ100mmコアは2000kN、φ50mmコアは300kNの圧縮試験機によって圧縮強度試験を実施した。φ25mmとφ10mmのコアについては写真-3に示す小型圧縮試験機を使用した。

図-3は本実験とは別にφ25mmコアを300kNの圧縮試験機で試験した例である。この中でW/C40%の結果に大きなバラツキが生じた。この原因は試験機の球座の大きさに対して試験体が小さすぎるために、载荷中に球座が有効に機能せず、片押しのまま破壊に至ったためと考えられる。この現象に気づいた後にW/C55、70%の試験ではコアの上面に加圧版が接触する際に球座を手動で動かして、コア表面との接触面の馴染みを良くし、片押しとならないように試験を行った結果、安定した試験結果が得られた。このように小さなコアの圧縮試験を大きな試験機で実施しようとする場合には、特別な注意が必要である。

特にφ10mmコアについては一般のコンクリート用圧縮試験機での試験は困難であった。

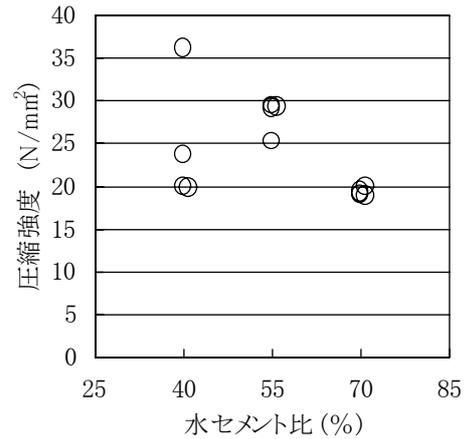


図-3 φ25mmコア圧縮試験の失敗例 (材齢7日強度)

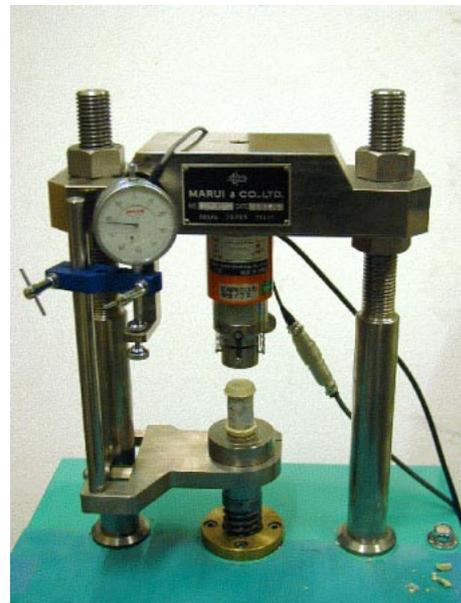


写真-3 小型圧縮試験機 (写真のコアはφ25mm)

このため、本実験では新たに製造した小型の圧縮試験機を使用した。

## 3. 実験結果

### 3.1 実験結果の整理

圧縮強度試験結果の一例を図-4に示す。今回の実験では試験体を打設後に湿布養生を4日間だけ行い、その後は気乾状態としたため、深さ方向に強度が変化する傾向を示した。

このため、深さ方向の強度分布を直線で回帰し、中央位置(深度100mmの位置)の強度を求め、この値を平均強度とした。

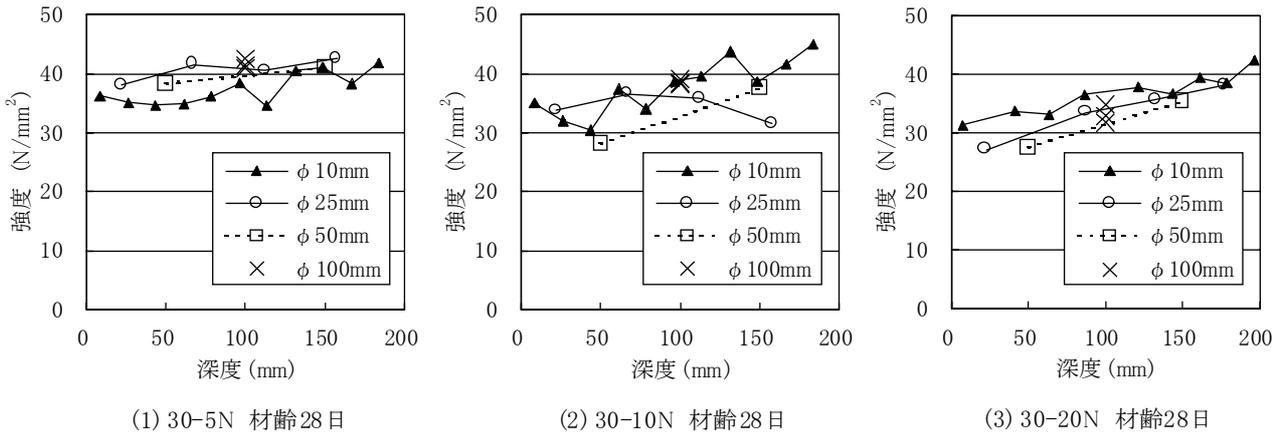


図-4 圧縮強度試験結果の例

また、 $\phi 25\text{mm}$  コアと $\phi 10\text{mm}$  コアの結果については回帰した直線の各深度ごとの値と各測定データとの差をバラツキとして、このバラツキの標準偏差を求めた。 $\phi 100\text{mm}$  コアについては材齢 28 日に 3 本ずつの圧縮強度試験を実施しており、この 3 本の標準偏差を求めた。

### 3.2 骨材寸法と圧縮強度の関係

30-20N の配合については 10mm フルイと 5mm フルイでウェットスクリーニングした試料(30-10N,30-5N)でも試験体を作製している。これらから採取したコア強度を比較することで粗骨材と骨材界面の存在が圧縮強度に与える影響をみた。

図-5 は 30-5N の強度を 100 として、30-10N と 30-20N の強度を比率で示した結果である。これによると、 $\phi 100\text{mm}$  コアでは骨材寸法が大きくなるにつれて圧縮強度が低下する傾向を示した。骨材寸法が大きくなるとコンクリート中の粗骨材の割合が大きくなるが、骨材自体の強度はモルタルよりも高いことからコンクリート強度に与える影響は小さく、骨材界面の影響によってコンクリートの圧縮強度が低下したものと考えられる。

$\phi 50\text{mm}$  と  $\phi 25\text{mm}$  コアについても  $\phi 100\text{mm}$  コアとほぼ同様の傾向を示したが、 $\phi 10\text{mm}$  コアについては骨材寸法の増加に伴う圧縮強度の減少割合が小さく、骨材界面がコンクリートの圧縮強度に与える影響が小さめに評価

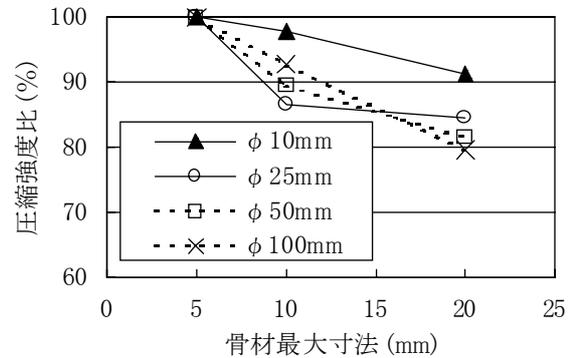


図-5 モルタル強度に対する  
コンクリート強度の比率

表-2 モルタル強度に対するコンクリート  
(Gmax20mm)強度の比率

コア径(mm)	10	25	50	100
強度比(%)	92.3	87.9	86.8	82.0

される結果となった。

表-2 は、今回の全てのコア試験結果をもとにモルタルコア強度に対するコンクリートコア強度 (Gmax20mm) の強度比を求めた結果である。この表でも  $\phi 10\text{mm}$  コアの強度比は他のコア径に比較して大きな値を示した。

### 3.3 コア径と圧縮強度の関係

コア径と圧縮強度(平均強度)の関係について、モルタル試験体の結果を図-6 に、コンクリート試験体(Gmax20mm)の結果を図-7 に示す。図には各配合ごとに 3 材齢分のデータ(線)を示した。

モルタルの試験結果としては、 $\phi 100, 50, 25\text{mm}$  の圧縮強度がほぼ同一であった。

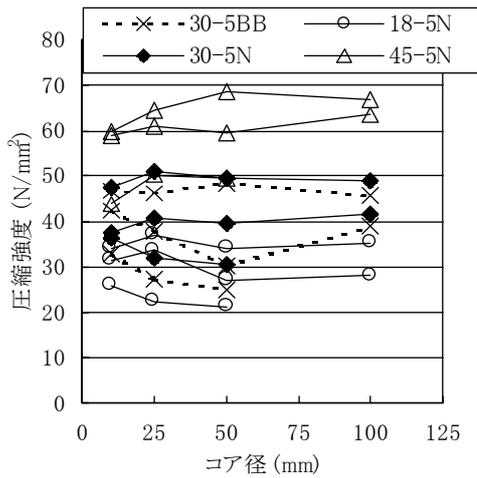


図-6 コア径と圧縮強度の関係 (モルタル)

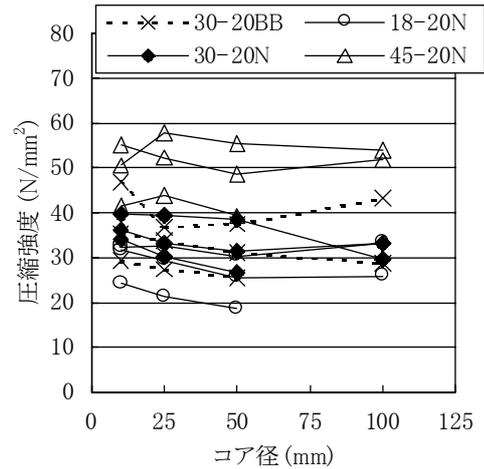


図-7 コア径と圧縮強度の関係(コンクリート)

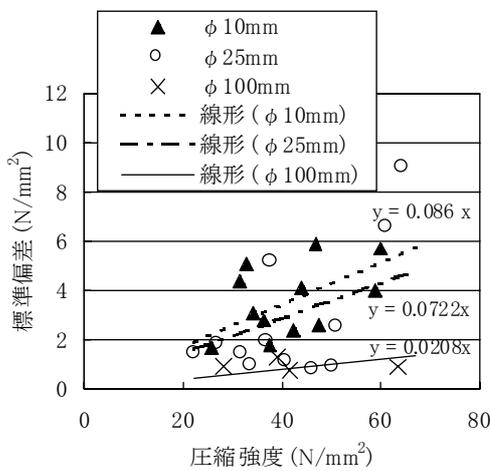


図-8 強度のバラツキの標準偏差 (モルタル)

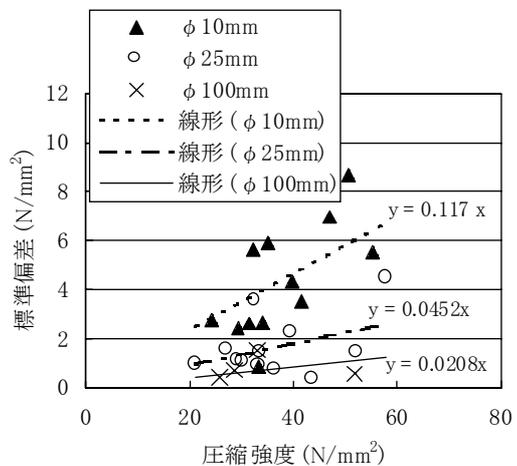


図-9 強度のバラツキの標準偏差 (コンクリート)

φ 10mm の強度はケースによって高いものと低いものが存在し、ややばらついているが、平均的には他のコア径と同程度の強度であった。各コア径ごとの強度をφ 100mm コアに対する比率で求めると、その平均値はφ 50mm コアで96%、φ 25mm コアで102%、φ 10mm コアで99%であった。

コンクリートの試験結果としては、φ 100mm とφ 50mm の圧縮強度は同程度、コア径が25mm,10mm と小さくなるに従い、圧縮強度はわずかに高くなる傾向を示した。各コア径ごとの強度をφ 100mm コアに対する比率で求めると、その平均値はφ 50mm コアで101%、φ 25mm コアで107%、φ 10mm コアで112%であった。

φ 20 ~ 25mm コアによるコンクリートの圧縮強度試験については、これまでに多くの報告があり、φ 100mm コアに対する小径コアの強度の比率(強度比)は高くでる傾向<sup>2)3)</sup>と、低くでる傾向<sup>4)5)</sup>の双方が報告されている。今回の結果は前者と類似するものであった。

### 3.4 コア寸法と試験結果のバラツキ

φ 100, 25, 10mm コアの圧縮強度(平均強度)とバラツキの標準偏差の関係について、モルタル試験体の結果を図-8に、コンクリート試験体(Gmax20mm)の結果を図-9に示す。φ 25mm とφ 10mm コアについては4配合の3材齢分のデータを示した。φ 100mm コアについては4配合の1材齢(28日)分のデータである。

図-8, 9 から圧縮強度のバラツキの標準偏

差はコア径が小さくなるほど大きくなる傾向を示した。変動係数でみるとモルタル、コンクリートとで大きな違いは無く、概略的にみてφ 100mm コアで2%，φ 25mm コアで5%，φ 10mm コアで10%程度であった。

#### 4. まとめ

直径を 25mm または 10mm としたコンクリートコアの圧縮強度試験について、実験を行った結果を以下に整理する。

(1) 骨材最大寸法を 5mm, 10mm, 20mm とした試験体からφ 100,50,25,10mm のコアを採取し、骨材寸法とコア強度の関連を調査した。この結果、骨材寸法が大きくなるほどコア強度は低下する傾向を示すが、φ 10mm コアではその低下率が他のコア径に比較して小さかった。

(2) 種々の配合のモルタルおよびコンクリート試験体からφ 100,50,25,10mm のコアを採取し、コア径とコア強度の関係を調査した。この結果、モルタルに対してはコア径によらず同じ強度を示し、コンクリートに対してはコア径が小さくなるほどコア強度が高くなる傾向を示した。

(3) 圧縮強度のバラツキの標準偏差はコア径が小さくなるほど大きくなる傾向を示した。今回の試験結果の範囲では、圧縮強度の値に対する変動係数の目安としてはφ 100mm コアで2%，φ 25mm コアで5%程度、φ 10mm コアで10%程度であり、モルタルを対象とした試験とコンクリートを対象とした試験とで差は認められなかった。

#### 5. おわりに

φ 25mm コアとφ 10mm コアの圧縮強度試験について比較的良好な結果が得られた。

φ 25mm コアは強度のバラツキも小さく、標準コア(φ 100mm コア)に替わって品質管理・検査に適用でき得る可能性を示した。φ 25mm 程度のコアであれば、圧縮試験時に留意が必要であるが、300kN 程度のコンクリート用圧縮試験機で試験が可能である。

φ 10mm コアについては専用の小型圧縮試験機が必要であり、また、試験結果として、コンクリートに対してはやや高い圧縮強度となること、強度のバラツキもφ 25mm コアに比較すると大きくなる傾向があることが分かった。しかしながら、これらの特性を考慮した評価方法を確立すれば適用が可能と考えられる。φ 10mm コアはコアの長さが 20mm あれば試験が可能なことから、コンクリート表面からコアリングを行っても、鉄筋位置に到達することなくコアを採取することができる。このため従来の標準コアに比較して構造物に与えるダメージは格段に小さく、その利用価値は大きいと考えられる。

今後、試験データを更に蓄積し、試験の信頼性を確認していくとともに、品質管理・検査に適用する場合の仕様、評価法について検討を進めていく予定である。

#### 参考文献

- 1) 片平博, 森濱和正, 石原雅規, 河野広隆 : ボス供試体と小径コアによるコンクリートの圧縮強度の推定実験, 土木技術資料, Vol.44, No.3, pp.40-45, 2002.3
- 2) 寺田謙一ほか : 小径コアによる構造体コンクリート強度の推定法に関する研究(その1~5), 日本建築学会大会学術講演梗概集, A-1, pp.847-856, 2000.9
- 3) 杉山英祐ほか : 小径コアによる構造体コンクリート強度の推定法に関する研究(その7), 日本建築学会大会学術講演梗概集, A-1, pp.797-798, 2003.9
- 4) 国本正恵ほか : 小径コアを用いたコンクリートの圧縮強度試験方法の検討, コンクリート工学年次論文集, Vol.22, No.1, pp.427-432, 2000.7
- 5) 大池武, 川口徹 : 直径の異なるコア供試体の強度試験結果の信頼性に関する検討, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.353-354, 2001.9