

論文 Article

直径 75mm のコンクリート圧縮強度試験用供試体に関する検討

原稿受付 2024 年 7 月 29 日

ものづくり大学紀要 第 14 号 (2024) 31~36

澤本武博^{*1}, 舌間孝一郎^{*2}, 立屋敷久志^{*1}, 地頭蘭博^{*1}, 十河茂幸^{*3}^{*1} ものづくり大学 技能工芸学部 建設学科^{*2} 前橋工科大学 建築・都市・環境群^{*3} 近未来コンクリート研究会

概要 本研究では、コンクリートの圧縮強度試験の合理化および省力化を目的として、埼玉県および群馬県内の生コンクリート工場において、 $\phi 75\text{mm}$ 円柱供試体の圧縮強度試験を行った。60 種類の配合の試験結果より、 $\phi 75\text{mm}$ 供試体の変動係数は若干大きくなるものの、 $\phi 75\text{mm}$ 供試体と $\phi 100\text{mm}$ 供試体の圧縮強度および見掛け密度はほぼ同じとなり、 $\phi 75\text{mm}$ 供試体を管理用の圧縮強度試験用供試体として活用できると考えられる。

キーワード : 生コンクリート, $\phi 75\text{mm}$ 供試体, 圧縮強度, 変動係数, 見掛け密度

A Study on Compressive Strength Test Specimen of Concrete with Diameter of 75mm

Takehiro SAWAMOTO^{*1}, Koichiro SHITAMA^{*2}, Hisashi TATEYASHIKI^{*1},
Hiroshi JITOSONO^{*1} and Shigeyuki SOGO^{*3}^{*1} Dept. of Building Technologists, Institute of Technologists^{*2} Division of Architecture, Civil Engineering and Design Engineering, Maebashi Institute of Technology^{*3} Near Future Concrete Association**Abstract**

In this study, compressive strength tests of 75mm diameter cylindrical specimens were conducted at ready-mixed concrete plants in Saitama and Gunma prefectures in order to rationalize and save labor for compressive strength tests of concrete. Although the coefficient of variation of the $\phi 75\text{mm}$ specimen was slightly larger, the compressive strength and apparent density of the $\phi 75\text{mm}$ and $\phi 100\text{mm}$ specimens were almost the same from the 60-mixture test results. Therefore, it is considered possible to use the $\phi 75\text{mm}$ specimen as an experimental specimen for evaluating the structural strength of concrete.

Key Words : ready-mixed concrete, $\phi 75\text{mm}$ specimen, compressive strength, coefficient of variation, apparent density

1. はじめに

コンクリートの圧縮強度試験に用いる供試体は、JIS A 1132「コンクリートの強度試験用供試体の作り方」に規定されており、供試体は直径の 2 倍の高さをもつ円柱形で、その直径は粗骨材最大寸法の 3 倍以上かつ 100mm 以上と定められている。

そのため、粗骨材最大寸法が 20mm あるいは 25mm の場合、粗骨材最大寸法の 3 倍は 60mm あるいは 75mm であるが、 $\phi 100\text{mm}$ の供試体を使用しなければならない。

$\phi 100\text{mm}$ 供試体は、1 本の質量が約 3.6kg、体積が約 1570cm^3 であるため、 $\phi 75\text{mm}$ 供試体如果使用できれば、質量が約 1.5kg、体積が約 660cm^3 と 6 割

程度減となる。そして、従来の $\phi 100\text{mm}$ の供試体と比べて、作業性の向上、保管時におけるスペースの削減および圧縮強度試験後に発生する産業廃棄物の削減につながる。また、供試体の断面積が小さくなるため、最大容量 1000kN の耐圧試験機で高強度領域のコンクリートの圧縮強度試験が可能になる。

一方、供試体の形状が相似であれば、寸法が小さくなるほど弱い欠陥をもった要素が介入する確率が小さくなることにより、強度が高くなるのが一般的な性質である。しかし、直径が 150mm と 100mm の供試体のように寸法が比較的近い場合には、圧縮強度は同程度であるとされている²⁾。

筆者らは、コンクリートの圧縮強度試験の合理化および省力化を目的として、JIS A 1132 に規定されている供試体の直径は粗骨材最大寸法の 3 倍以上という条件を重視し、供試体の小型化を提案するために、 $\phi 75\text{mm}$ の円柱供試体がコンクリート圧縮強度試験用供試体として活用できる可能性を評価する一連の研究を実験室で行ってきた^{3),4),5),6),7)}。

本研究では、埼玉県および群馬県内の生コンクリート工場において実機試験を行い、 $\phi 75\text{mm}$ および $\phi 100\text{mm}$ の円柱供試体の圧縮強度、圧縮強度の変動係数、見掛け密度および作業性について比較検討した。そして、直径 75mm の円柱供試体のコンクリート圧縮強度試験用供試体への適用性について検討した。

2. 実験概要

2.1 コンクリートの配合

コンクリートの配合は、埼玉県内の 4 工場で 28 配合、群馬県内の 8 工場で 32 配合、合計 60 配合とした。コンクリートの配合の概略を表 1 に示す。表中の①～④は実施した配合の数を示している。呼び強度は 18～51、スランプは 8～23cm（スランプフロー 50cm）の範囲である。普通ポルトランドセメント（N）を用いた配合は 47、高炉セメント B 種（BB）を用いた配合は 10、中庸熱ポルトランドセメント（M）を用いた配合は 1、普通ポルトランドセメントに膨張材を添加した配合（N exp）は 2 配合である。また、粗骨材の最大寸法が 20mm の配合は 52、25mm の配合は 8 配合である。

2.2 供試体の作製

コンクリートの採取は、工程管理（53 配合）または製品管理（7 配合）の時に行うこととした。

$\phi 100\text{mm}$ 供試体の型枠は、JIS A 1132 「コンクリートの強度試験用供試体の作り方」に準拠した鋼製型枠とした。一方、 $\phi 75\text{mm}$ 供試体の型枠は、JIS A 5308 「レディーミクストコンクリート」附属書 JG（規定）軽量型枠に規定されている条件を満たしたプラスチック製の型枠を小型化したものを使用した。

$\phi 100\text{mm}$ 供試体は JIS A 1132 に準じて作製し、 $\phi 75\text{mm}$ 供試体も現行の JIS と同様に、 $\phi 16\text{mm}$ の突き棒を用いて 10cm^2 に 1 回の割合で 2 層に分けて突き、木槌で締め固めた。なお、突き数は 1 層当

Table 1 Outline of mix proportions of concrete

呼び強度 スランプ	18	21	24	27	30	33	36	40	42	46	48	50	51
8	BB① BB (25mm)①	N① BB① N(25mm)①											
12		N(25mm)①	BB① BB(25mm)①	N① BB②	N(exp)①			N①	N(exp)①				
15	N② BB①		N③	N③	N①	N②		N②	N①				
18	N③ N (25mm)④ BB①	N④	N②	N③	N①		N①	N①					
21				N①		N① BB① M①				N②		N①	
23											N①	N①	N①
50(70-)										N①			



Photo1 Fresh concrete tests

Photo2 Grinding of specimens (Left : $\phi 100$ Right : $\phi 75$)Photo3 After grinding (Upper : $\phi 100$ Lower : $\phi 75$)Photo4 Mass measurement (Left : $\phi 100$ Right : $\phi 75$)

り $\phi 100\text{mm}$ 供試体は 8 回, $\phi 75\text{mm}$ 供試体は 5 回となる。

供試体は打込み後翌日に脱型し, 水温を 20°C に保つことのできるコンクリート養生水槽内で所定の材齢まで水中養生を行った。

2.3 圧縮強度試験

圧縮強度試験は JIS A 1108「コンクリートの圧縮強度試験方法」に準拠したアムスラー式圧縮試験機を用い, 材齢 7 日および材齢 28 日において 3 本ずつ行った。なお, $\phi 75\text{mm}$ 供試体の打込み面の処理は, $\phi 100\text{mm}$ 供試体と同様の方法で, 機械研磨 (48 配合) またはキャッピング (12 配合) とした。フレッシュ試験, 供試体の研磨, 研磨後および質量の測定の状況を, それぞれ写真 1, 写真 2, 写真 3 および写真 4 に示す。

3. 実験結果および考察

3.1 圧縮強度試験

$\phi 100\text{mm}$ 供試体および $\phi 75\text{mm}$ 供試体の材齢 7 日および 28 日の圧縮強度の関係を, それぞれ図 1 (a) および図 1 (b) に示す。 $\phi 75\text{mm}$ 供試体と $\phi 100\text{mm}$ 供試体の圧縮強度の関係を原点を通る線形で近似すると, 材齢 7 日および材齢 28 日において, 傾きがそれぞれ 1.009 および 0.997, 決定係数がそれぞれ 0.998 および 0.999 となった。図 1 (c) は材齢 7 日および材齢 28 日の圧縮強度の関係をまとめたものであり, 傾きは 1.001, 決定係数は 0.999 となり, 両者の強度は同一であると考えてよい結果となった。

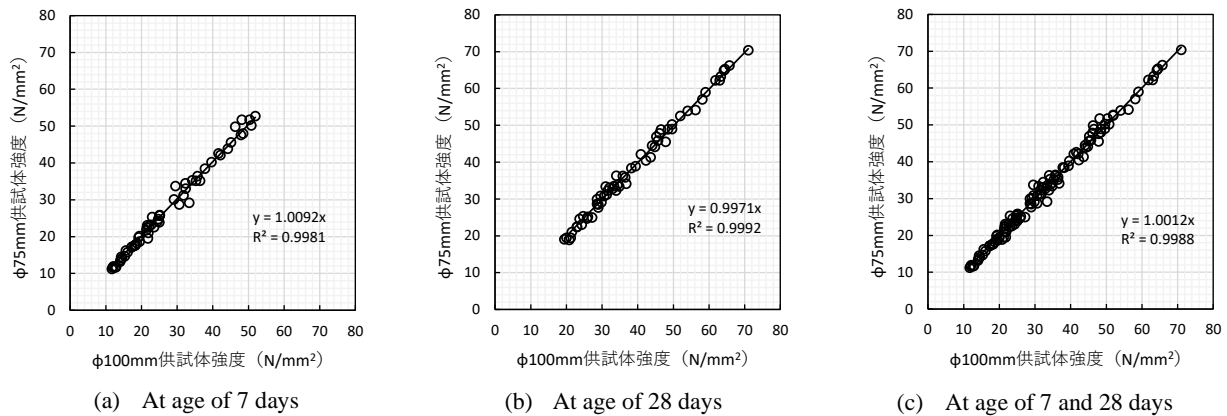


Fig.1 Relation between compressive strength of φ100mm and φ75mm specimens

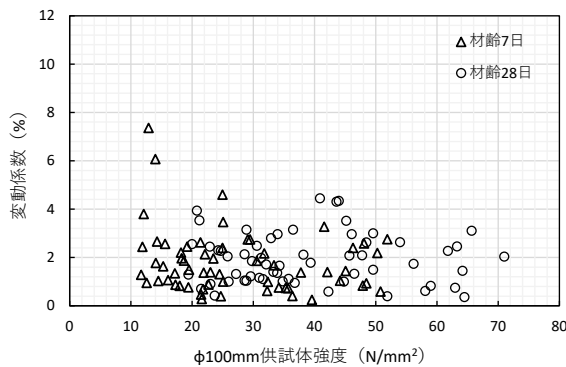


Fig.2 Coefficient of variation of φ100mm specimens

3.2 圧縮強度の変動係数

φ100mm 供試体および φ75mm 供試体の圧縮強度の変動係数を、それぞれ図2および図3に示す。φ100mm 供試体では、低強度領域において変動係数が大きくなっている場合も見受けられるが、どの強度領域も概ね 0~4% の範囲内にあった。φ75mm 供試体では、変動係数が 10% 近くになる場合もあったが、どの強度領域も概ね 0~5% の範囲内にあった。そのため、いずれの供試体も圧縮強度が変動係数に及ぼす影響は小さいと考えられる。

そして、φ100mm 供試体の変動係数の平均値が 1.87% に対して、φ75mm 供試体の平均値は 2.71% と 0.8% 程度大きくなった。これは、φ100mm 供試体に比べ、φ75mm 供試体の強度は寸法効果による強度増加と供試体作製時の偏りによる強度減少の影響が混在すると考えられ、両者の影響により φ100mm 供試体および φ75mm 供試体の圧縮強度はほぼ同じになると考えられる。

これまでの実験室での試験^{5),6),7)}と比べると、生コンクリート工場で行った実機試験の方が、両者

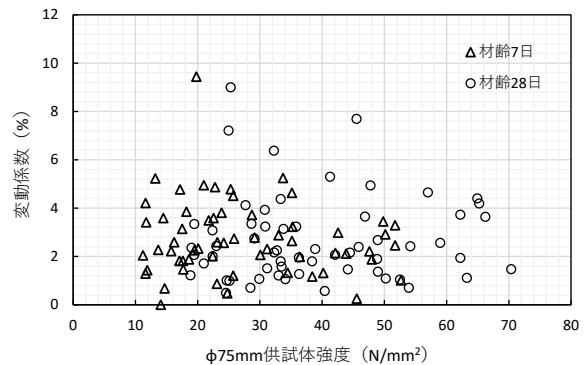


Fig.3 Coefficient of variation of φ75mm specimens

の変動係数は小さく、また実験室での試験の φ75mm 供試体の変動係数が φ100mm 供試体より 1~2% 程度大きくなっているのに対して、実機試験では 0.8% 程度と変動係数の差は小さくなっている。

3.3 見掛け密度

φ100mm 供試体および φ75mm 供試体の圧縮強度と見掛け密度の関係を、それぞれ図4および図5に示す。いずれの供試体も圧縮強度が大きくなるほどセメント量が増加するため、見掛け密度は大きくなるという同様の傾向を示した。

φ100mm 供試体および φ75mm 供試体の材齢 7 日および 28 日の見掛け密度の関係を、それぞれ図6 (a) および図 6 (b) に示す。φ75mm 供試体と φ100mm 供試体の見掛け密度の関係を原点を通る線形で近似すると、材齢 7 日および材齢 28 日において、傾きがそれぞれ 0.9918 および 0.9929 となった。図 6 (c) は材齢 7 日および材齢 28 日の見掛け密度の関係をまとめたものであり、傾きは 0.9924 となった。φ75mm 供試体の方が φ100mm 供

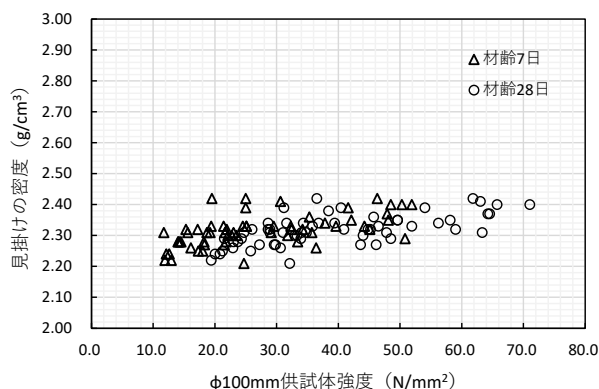


Fig.4 Relation between compressive strength and apparent density of $\phi 100\text{mm}$ specimens

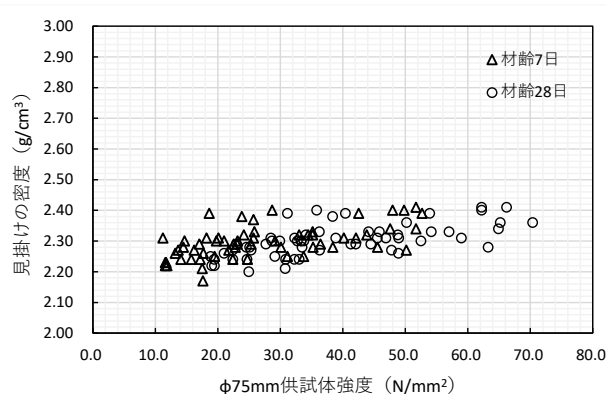
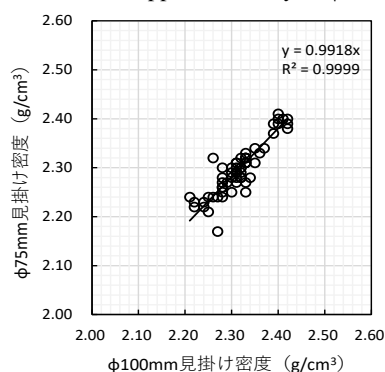
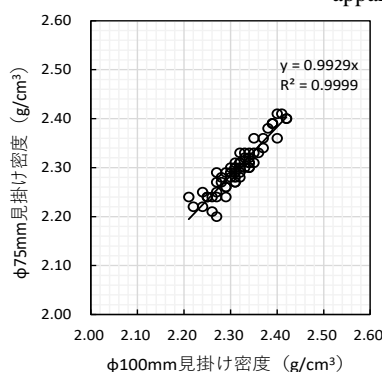


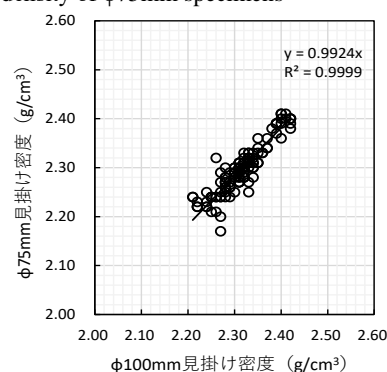
Fig.5 Relation between compressive strength and apparent density of $\phi 75\text{mm}$ specimens



(a) At age of 7 days



(b) At age of 28 days



(c) At age of 7 and 28 days

Fig.6 Relation between apparent density of $\phi 100\text{mm}$ and $\phi 75\text{mm}$ specimens

試体に比べて、若干見掛け密度が小さくなっているが、その差は0.8%程度と小さく、 $\phi 100\text{mm}$ 供試体および $\phi 75\text{mm}$ 供試体の充填状況は同一であると考えてよい結果となった。

3.4 作業性および今後の課題

(1) 試料採取

既存のハンドスコップは $\phi 100\text{mm}$ 供試体の対応のため、小さめのハンドスコップを用意しておくことで作業効率が向上すると考えられる。小さめのスコップで採取すると試料の偏りが考えられるが、これまでの実験室で $\phi 75\text{mm}$ 供試体対応のハンドスコップを用いた場合でも $\phi 75\text{mm}$ と $\phi 100\text{mm}$ 供試体の圧縮強度はほぼ同じとなっており^{5),7)}、ハンドスコップのサイズを変更しても問題ないと考えられる。

(2) 機械研磨

$\phi 75\text{mm}$ 供試体の方が平滑度などによる影響を受けやすいため、場合によっては研磨機の研磨スピードを下げることも考えられる。また、現在の

研磨機の器具が $\phi 100\text{mm}$ 供試体対応のため、 $\phi 75\text{mm}$ 供試体対応にすると、研磨後の清掃なども効率がよくなる。

(3) 運搬および保管スペース

$\phi 75\text{mm}$ 供試体は1.5kg程度のため、運搬が容易であり、保管するスペースが少なくすむ。 $\phi 75\text{mm}$ 供試体は水槽への沈め・取出しがしづらい場合もあるため、 $\phi 75\text{mm}$ 供試体対応の供試体つかみ具があるとよい。

4. まとめ

本研究では、コンクリートの圧縮強度試験の合理化および省力化を目的として、直径75mmの円柱供試体のコンクリート圧縮強度試験用供試体への適用性を、埼玉県内の4工場で28配合、群馬県内の8工場で32配合、合計60配合の圧縮強度試験を行った結果、以下の(1)~(3)が明らかになった。(1)60配合における材齢7日および28日の圧縮強

度試験結果から、 $\phi 75\text{mm}$ 供試体と $\phi 100\text{mm}$ 供試体の圧縮強度の関係を原点を通る線形で近似すると、傾きは 1.001, 決定係数は 0.999 となり、両者の強度は同一であると考えてよい結果となった。

(2) $\phi 100\text{mm}$ 供試体の変動係数の平均値が 1.87% に対して、 $\phi 75\text{mm}$ 供試体の変動係数の平均値は 2.71% となり、0.8% 程度と若干大きくなる傾向にあった。

(3) $\phi 100\text{mm}$ 供試体と $\phi 75\text{mm}$ 供試体の見掛け密度の差は 0.8% 程度と小さく、供試体寸法が見掛け密度に及ぼす影響はほとんどない結果となった。

以上の実験結果より、直径 75mm の円柱供試体を管理用のコンクリート圧縮強度試験用供試体へ適用できると考えられる。高強度領域のデータが少ないため、今後さらなるデータを蓄積していく予定である。

謝辞

実機試験を行うにあたり、埼玉県生コンクリート工業組合、群馬県生コンクリート工業組合、埼玉太平洋生コン（株）浦和工場、埼玉太平洋生コン（株）所沢工場、クマコン熊谷（株）大宮工場、小山レミコン（株）埼玉工場、三山アドコス生コン（株）富士見工場、北関東秩父コンクリート（株）高崎工場、北関東秩父コンクリート（株）新治工

場、県央アサノコンクリート（株）、上州生コン（株）国定工場、太田生コンクリート工業（株）、白砂生コン（有）本社工場、東亜生コンクリート（株）にご協力いただきました。また、データ整理にあたり、KTS（株）、ものづくり大学澤本研究室の藤井匠氏にご協力いただきました。ここに記して深謝いたします。

文 献

- 1) 西林新蔵ほか編：コンクリート工学ハンドブック，朝倉書店，pp.367-368，2009
- 2) 日本コンクリート工学協会：コンクリート便覧，技報堂出版，p.230，1996
- 3) 中村則清，若林和義，坂本大河，澤本武博： $\phi 75\text{mm}$ コンクリート圧縮強度用供試体の作製方法に関する実験研究（その 1 見掛け密度の検討），日本建築学会大会学術講演梗概集（北陸），pp.341-342，2019.9
- 4) 若林和義，中村則清，坂本大河，澤本武博： $\phi 75\text{mm}$ コンクリート圧縮強度用供試体の作製方法に関する実験研究（その 2 圧縮強度の検討），日本建築学会大会学術講演梗概集（北陸），pp.343-344，2019.9
- 5) 坂本大河，澤本武博，中村則清，若林和義： $\phi 75\text{mm}$ 供試体を用いたコンクリートの圧縮強度に関する研究，日本建築学会大会学術講演梗概集（北陸），pp.319-320，2019.9
- 6) 竹田宣典，十河茂幸：供試体の直径を 75mm とした場合の圧縮強度に関する検討，土木学会令和元年度全国大会概要集，V-572，2019.9
- 7) 澤本武博，立屋敷久志，地頭蘭博：省力化を目的としたコンクリートの圧縮強度試験用供試体の小型化に関する研究，ものづくり大学 紀要，No.13，pp.25-30，2024.3