

ブラシ型載荷板を用いた強度評価用コンクリートコア寸法縮小の検討

佐賀大学大学院 学生員 ○西岡早和子
佐賀大学 正会員 山内直利

佐賀大学 非会員 奥 一郎
佐賀大学 正会員 石橋孝治

1. はじめに

構造体のコンクリートの強度を推定する際には、JIS A 1107の規定に従い、直径が10cm、直径高さ比が2であるコアを採取して強度評価を行うのが一般的であるが、近年、被採取構造体への損傷を配慮して、かなり小径のコアを用いて構造体コンクリートの強度評価を行う「ソフトコアリング」が提案され、実用化されつつある。本研究では、この「ソフトコアリング」の研究報告を踏まえ、供試体の直径高さ比の影響を排除できるブラシ型載荷板¹⁾を用いて更に供試体の縮小化が可能か検討を行い、試験誤差を定量化できるか試みた。

2. 実験概要

本研究では、模擬構造部材として785×1690×300mmのコンクリート試験体(表-1 配合表参照)を作製し、これよりコア抜機を用いて様々な値の直径高さ比(H/D=2.0, 1.5, 1.0)を持つコア供試体(φ100×200mm=15体、φ50×100mm=33体、φ50×75mm=32体、φ50×50mm=43体、φ35×70mm=29体、φ35×52.5mm=30体、φ35×35mm=48体)を採取した。ここでは、構造体コンクリート強度がφ100×200mmコアの圧縮強度で表されると仮定し、各径コアとφ100×200mmコアの圧縮強度の関係を考察することとした。供試体は両端をコンクリートカッターで切断し、端面の研磨処理を行った後、圧縮強度試験を行った。圧縮試験は、従来のソリッド型載荷板と、直径高さ比の影響を排除するとされるブラシ型載荷板(□32×32mm、l=33mmのスチールピンを密接に束ねたもの)を用いて行った。

3. 実験結果及び考察

1) 採取コアの圧縮強度

表-2に採取した供試体の総数と、各径のコア供試体から得られた平均圧縮強度とその標準偏差sを示す。

材料が均一であれば、コア径(供試体容積)が小さくなるほど圧縮強度は大きくなるが、今回行った試験の結果では、ソリッド型・ブラシ型載荷板双方とも、概ねコア径が小さくなるとともに圧縮強度は低下していく傾向が得られた。これはコア寸法の小型化により、粗骨材の影響で材料の不均一性が卓越するためではないかと考えられる。

2) 各径コアの圧縮強度のばらつき

図-1、図-2にソリッド及びブラシ型載荷板で試験を行って得られたφ100、φ35mmコアの強度のばらつきを一例として示す。各寸法のコア強度が正規分布していると仮定し、平均圧縮強度 $\bar{X}$ と標準偏差sを用いてグラフ化した。図-1においては、φ100mmコアと比較して、φ35mmコアの強度のばらつきが明らかに大きいことがわかる。また、供試体のH/Dが小

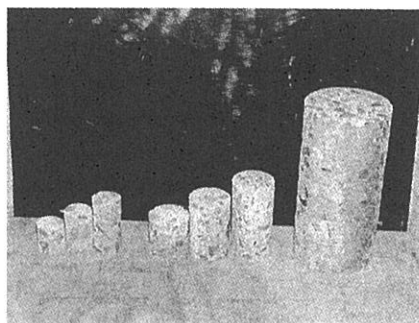


写真-1 供試体の外観

表-1 模擬構造部材の配合表

コンクリートの種類による記号	呼び強度(N/mm ²)	スランブ(cm)	粗骨材最大寸法(mm)	空気量(%)
普通	18	12	20	4.5
標準供試体28日圧縮強度 $\sigma_{28}=19.2\text{N/mm}^2$				
標準供試体直前圧縮強度 $\sigma=19.3\text{N/mm}^2$				

表-2 供試体の圧縮強度とばらつき

<ソリッド>

直径(mm)	H/D	本数	平均圧縮強度(N/mm ²)	標準偏差s(N/mm ²)
100	2	15	24.2	1.7
	2	16	23.8	2
50	1.5	16	23.1	3
	1	20	27.9	3.9
35	2	13	17.7	3.8
	1.5	14	19.8	3.8
	1	22	25.5	3.7

<ブラシ>

直径(mm)	H/D	本数	平均圧縮強度(N/mm ²)	標準偏差s(N/mm ²)
50	2	17	21.5	4.4
	1.5	16	19.7	6.7
35	1	23	21.7	3.6
	2	16	20	3.7
	1.5	16	19.2	3.8
	1	26	19.5	3.7

さくなるほど、得られる圧縮強度は大きくなる。図-2のブラシ型載荷板を使用した場合においては、図-1と同様に、 $\phi 35\text{mm}$ コアは $\phi 100\text{mm}$ コアと比較すると明らかに強度のばらつきが大きいことがわかる。しかし、得られた圧縮強度は H/D が変化しても、ほぼ一定の値を示している。このことから、ブラシ型載荷板を用いると、 H/D の影響が排除されて安定した圧縮強度が得られることがわかる。

3) 供試体採取数と推定精度

寺田らによれば、実構造物の構造体コンクリート強度は、母標準偏差 $\sigma_e=4.0\text{N/mm}^2$ 程度も十分ありうると考えられる²⁾。そこで、今回はそれに倣って $\sigma_e=4.0\text{N/mm}^2$ と仮定し、算出した信頼区間 β_{kl} と採取箇所数 k の関係を検討した。図-3に信頼率95%の場合の信頼区間 β_{kl} と採取箇所数 k の関係を、一例として $\phi 35\times 35\text{mm}$ コア（ブラシ型載荷板にて試験）と $\phi 100\text{mm}$ コアについて示す。信頼区間 β_{kl} は、コア採取箇所数 k が大きくなるほど小さくなり、ある値に漸近していく。図-3からもわかるように、 $k=4$ までは信頼区間 β_{kl} は大きく変化するが、 $k=5$ あるいは6以上になると、変化率は減少する。このことから、ある領域の強度を推定する場合、コアの採取箇所数と推定精度のバランスを考慮すると、コアは6～12箇所より採取することが望ましいといえる。ここで、図からもわかるように、 $\phi 35\text{mm}$ コアを6箇所から各1本採取した場合の $\phi 35\text{mm}$ コア強度による構造体コンクリート強度の推定精度と、コアを3箇所から各1本採取した場合の $\phi 100\text{mm}$ コアによる推定精度は、ほぼ同値となる。コア容積比では、 $\phi 100\times 200\text{mm}$ コア3本に対し、 $\phi 35\times 35\text{mm}$ コア6本では断然 $\phi 35\text{mm}$ コアの方が少なく、断面欠損が少なくとも良好な精度で強度推定が行われる可能性を示しているといえる。他径のコアも、結果はほぼ同様であった。

4. まとめ

- 1) ソリッド型・ブラシ型載荷板を用いた圧縮試験は双方とも、コア径が小さくなるとともに圧縮強度は低下していく傾向が得られた。コア寸法の小型化により、粗骨材の影響で材料の不均一性が卓越するためではないかと考えられる。
- 2) ソリッド型・ブラシ型載荷板ともに得られた圧縮強度の標準偏差には大きな差異はみられなかった。
- 3) ブラシ型載荷板を用いた場合、 H/D の変化は圧縮強度に影響していない。このことより、ソフトコアリングで提案されている強度推定式において、 H/D を変数としない強度推定式が提案できる可能性があると考えられる。この強度推定式については、今後データを更に蓄積した上で検討を進めていく予定である。
- 4) 構造体コンクリート強度の標準偏差を $\sigma_e=4.0\text{N/mm}^2$ と仮定すると、コアを6箇所から各1本採取したときの $\phi 35\text{mm}$ コアによる推定精度と、コアを3箇所から各1本採取したときの $\phi 100\text{mm}$ コアによる推定精度は、ほぼ同値となる。

参考文献 1) GONANO ; Stress gradient and size effect phenomena in brittle material, ph.D. Thesis, JCU, 1974

2) 寺田謙一ほか ; 小径コアによる既存構造物の強度調査法「ソフトコアリング」の開発、銭高組技報 No.25, 2000 年

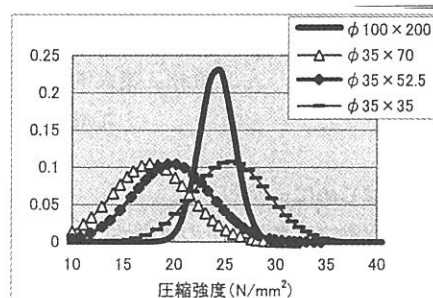


図-1 $\phi 100$ 、 $\phi 35\text{mm}$ コアの強度のばらつき(ソリッド)

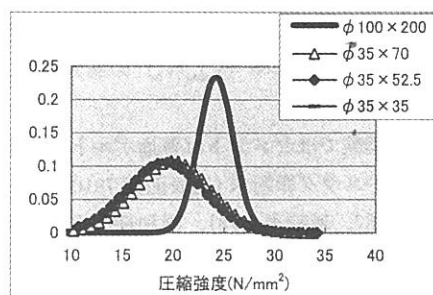


図-2 $\phi 100$ 、 $\phi 35\text{mm}$ コアの強度のばらつき(ブラシ)

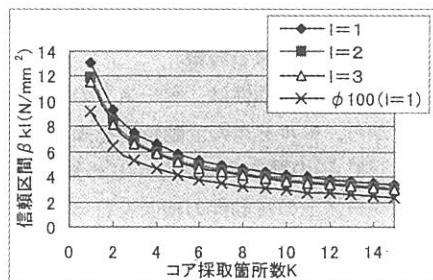


図-3 信頼区間と採取箇所との関係

($\sigma_e=4\text{N/mm}^2$ 、 $\phi 35\times 35$: ブラシ)