

論文 Article

Cube 型ボス供試体の実用化に関する研究

原稿受付 2014 年 3 月 25 日

ものづくり大学紀要 第 5 号 (2014) 24~29

澤本武博^{*1}, 篠崎徹^{*2}, 森濱和正^{*3}, 袴谷秀幸^{*4}^{*1}ものづくり大学 技能工芸学部 建設学科^{*2}千代田建工株式会社^{*3}独立行政法人土木研究所^{*4}戸田建設株式会社

A Study on Practical Use of Cube BOSS Specimen

Takehiro SAWAMOTO^{*1}, Toru SHINOZAKI^{*2},
Kazumasa MORIHAMA^{*3} and Hideyuki HAKAMAYA^{*4}^{*1}Dept. of Building Technologists, Institute of Technologists^{*2}CHIYODAKENKO Corporation^{*3}Public Works Research Institute^{*4}TODA Corporation

Abstract

As a method of estimating the strength of structure concrete, the core specimen is generally used. If the method of core specimen is used, the damage to the structure and the necessity for repair will arise. Therefore, the BOSS specimen with little damage to the structure was devised, and it has been a standard for NDIS number 3424. However, the present BOSS specimen is a 100×100×200mm prism, it does not correspond to ISO of cube specimen. In this study, the BOSS specimens which size were 100×100×100mm cube and 125×125×125mm cube were devised, and the effects of form of BOSS specimens on compressive strength of concrete were investigated. As a result, the splitting sides of the cube BOSS specimens were smooth, and the standard deviations of compressive strength of concrete were also small. Therefore, it is considered that the cube BOSS specimens can be used to the cube specimens for compressive strength of concrete. When core strength is estimated from cube BOSS strength, 0.8 coefficient by cube BOSS strength makes core strength.

Key Words : Concrete, Non-destructive testing, BOSS specimen, Compressive strength

1. はじめに

構造体コンクリートの強度を直接測定するには、構造体からコア供試体を採取して圧縮強度試験を行う必要がある。しかし、構造体の主要部材(柱や梁など)からコア供試体を採取すると、構造体の損傷や鉄筋の切断、その補修など多くの問題が

発生する。そのため、コア供試体による強度試験の問題点を軽減し、現場で容易に試験を行う方法として、ボス供試体による強度試験方法が考案され¹⁾、2005年に日本非破壊検査協会 NDIS 3424「ボス供試体の作製方法および圧縮強度試験方法」が制定、2011年に改正された²⁾。

しかし、従来から使われているボス供試体は、



Fig.1 Prism BOSS mold and Cube BOSS mold



Fig.3 Installation of Cube BOSS mold

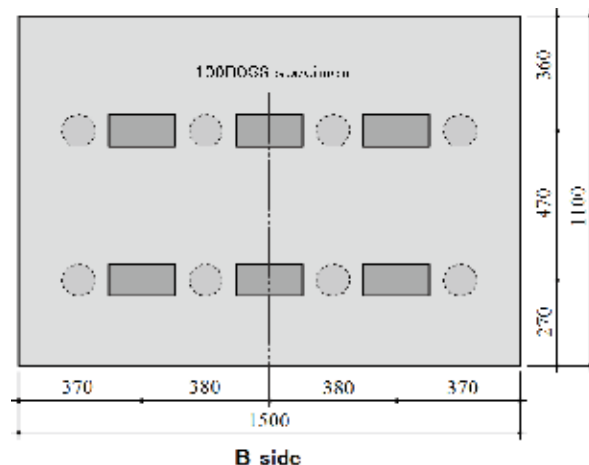
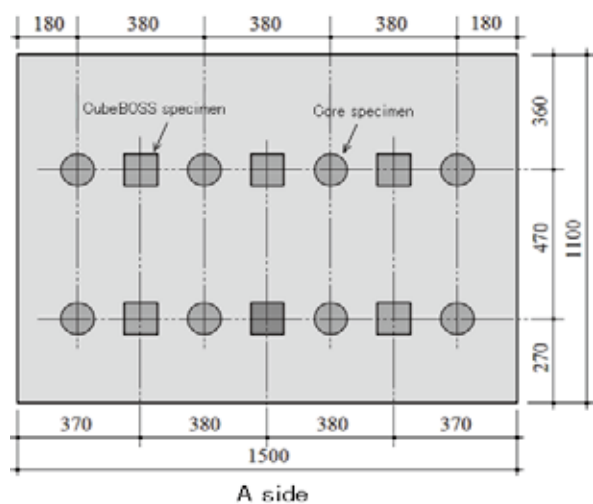


Fig.2 Plan of wall specimen

100×100×200mm の直方体であるため、この供試体では、ボス型枠の長さの寸法の影響により、ボス型枠を取付ける構造体型枠の縦桟木の間隔などへの配慮が必要となる。

一方、圧縮強度試験用の供試体は、国内では一般にφ100×200mm の円柱供試体が用いられているため、ボス供試体の寸法も円柱供試体と同様に供試体の高さと載荷面の一辺長さとの比(h/d)を2:1としている²⁾。しかし、ISOでは圧縮強度試験用の供試体に立方体も規定されているため³⁾、ボス供試体も同様の形状にすることにより、立方体を標準としている国でも簡便にかつ精度よく構造体コンクリートの圧縮強度を直接推定することが可能になると考えられる。

本研究では、100×100×100mm および 125×125×125mm の Cube 型のボス供試体を開発し、従来から使用されている 100×100×200mm および 125×125×200mm のボス供試体、コア供試体とのコンクリートの圧縮強度について比較検討を行い、実用化を試みた。

2. 実験概要

2. 1 使用したボス型枠の種類および実物大壁試験体への取付け

実験に使用したボス型枠を図1に示す。従来の直方体のボス型枠は、100×100×200mm (以下、従来100ボスと呼ぶ)および125×125×250mm (以下、従来125ボスと呼ぶ)の2種類とした。また、今回提案する Cube 型ボス型枠は100×100×100mm (以下、Cube100ボスと呼ぶ)および125×125×125mm (以下、Cube125ボスと呼ぶ)の2種類とした。

実物大壁試験体は、図2に示したように、高さ1100mm、長さ1500mm、厚さ400mmの寸法とし、各壁供試体の両面の上部と下部に、ボス供試体を3個ずつ計6個取り付けた。Cubeボスの取付けの様子を図3に示す。

2. 2 実物大壁試験体へのコンクリートの打込みおよびボス供試体の作製方法

実験では F_c (呼び強度) 18, 27, 36 および 60

Table 1 Mix proportions and test results

	Fc	Gmax (mm)	W/C(%)	s/a(%)	Unit content(kg/m ³)					Test results			
					W	C	S	G	Ad	Slump(cm)	Slump flow(mm)	Air content(%)	Temperature(°C)
Ordinary strength	18	20	70.0	49.3	174	249	908	935	2.988	17.5	—	4.6	22.7
	27	20	53.5	47.4	182	341	822	924	4.092	19.5	—	3.6	22.6
	36	20	45.0	46.8	170	378	812	935	3.402	18.5	—	4.0	25.2
High strength	60	20	31.0	48.4	170	549	773	851	7.686	—	593 × 623	5.2	26.2



Fig.4 Placing of concrete to wall specimen



Fig.6 Break off BOSS specimen by splitting



Fig.5 Sealed curing of BOSS specimen

の4種類のレディーミクストコンクリートを使用した。コンクリートの配合および試験結果を表1に示す。実物大壁型枠へのコンクリートの打ち込みおよび締め固めは3層に分けて行った。まず下部に取り付けたボス型枠の下面まで打ち込み、棒状バイブレータで締め固めた後、上部に取り付けたボス型枠の下面まで打ち込み、締め固めと同時にボス型枠を軽く叩きコンクリートが充填されているかどうか確認した。その後続けて壁型枠の上面まで打ち込み、上部に取り付けたボス型枠も下部のボス型枠と同様に締め固め充填を確認した。図4に壁試験体へのコンクリートの打ち込みの様子を示す。

2. 3 実物大壁試験体およびボス供試体の養生方法

コンクリートの打ち込み後、実物大壁試験体は材齢7日で型枠を脱型し、その後気中養生とした。



Fig.7 Compressive strength test

ボス供試体の養生方法は、図5に示すようにボス型枠を脱型しないで、そのままの状態を取付けて置き、材齢28日まで封かん養生とした。また、円柱供試体はJIS A 1132に準拠して作製し、円柱供試体の型枠は脱型しないで打ち込み面をビニールで密閉し、壁試験体の近傍で試験材齢まで封かん養生とした。

2. 4 圧縮強度試験

各ボス供試体は、図2に示す実物大壁試験体の

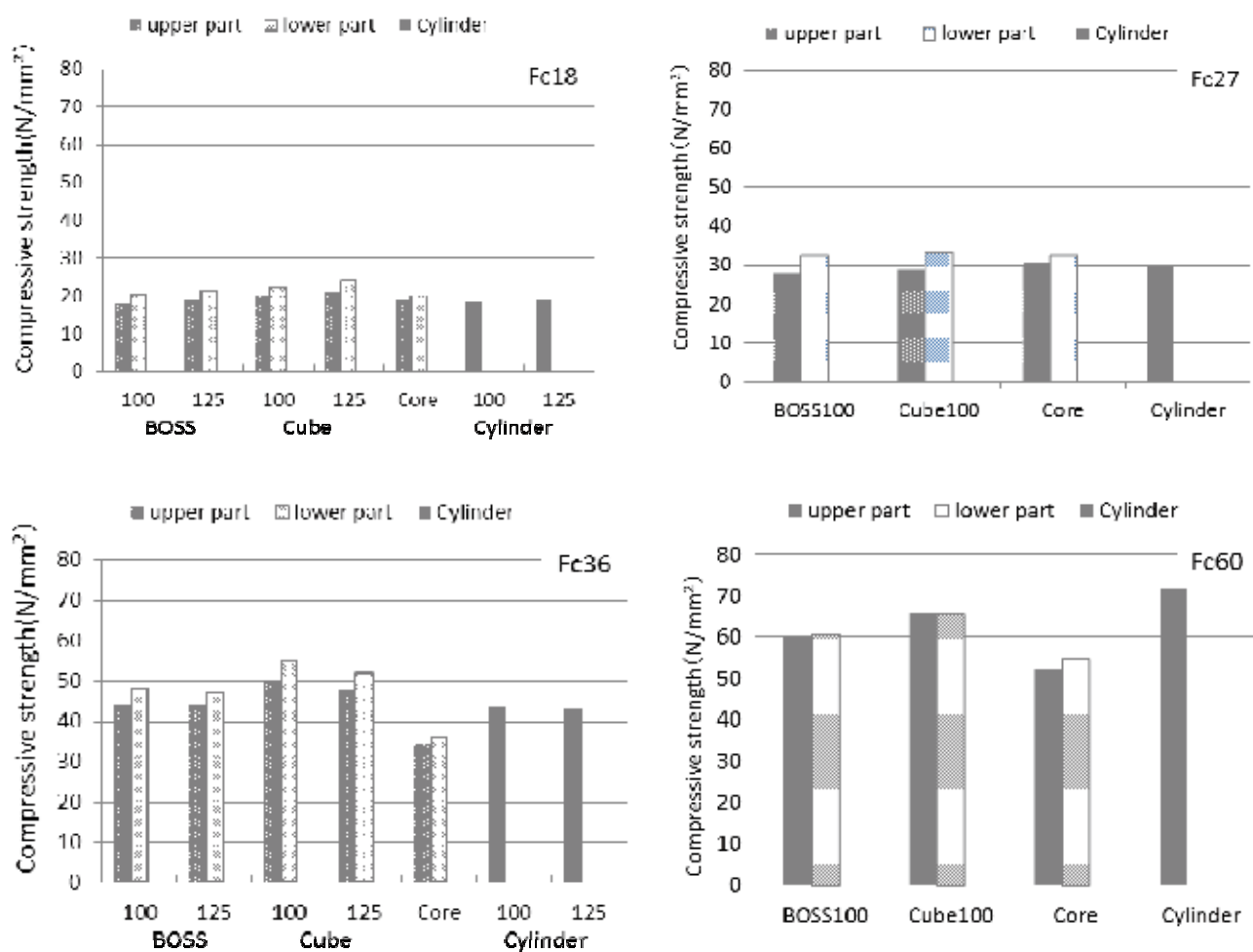


Fig.8 Relation between type of specimen and compressive strength of concrete

位置から圧縮強度試験前に割り取った。ボス供試体の割り取りの様子を図6に示す。また、コア供試体は、各ボス供試体位置の左右から $\phi 100 \times 200\text{mm}$ の供試体を上下4本ずつ採取した。ボス供試体はNDIS 3424、コアおよび円柱供試体はJIS A 1108に準拠して材齢28日で圧縮強度試験を行った。圧縮強度試験の様子を図7に示す。なお、ボス供試体の圧縮強度は、壁試験体ごとに上部3個、下部3個のそれぞれの平均値で、コア供試体も同様の壁試験体ごとに上部4本、下部4本のそれぞれの平均値とした。また、円柱供試体の圧縮強度は3本の平均値とした。

3. 実験結果および考察

3. 1 圧縮強度

Fc18~60の従来ボス供試体、Cube型ボス供試

体、コア供試体および円柱供試体の圧縮強度（以下、従来ボス強度、Cubeボス強度、コア強度および円柱強度と呼ぶ）を図8に示す。なお、従来125ボス、Cube125ボスおよび円柱125は、Fc18およびFc36のみ実験を行った。各供試体の圧縮強度を比較すると概ねCubeボス強度が一番高く、従来ボス強度、コア強度の順となっている。これは、供試体の形状による圧縮強度は、載荷板の摩擦の影響を受けるため、載荷面積が同じ場合には供試体の高さが低いほど摩擦の影響を受け強度が大きくなり、また供試体の高さが同じ場合には載荷面積が大きいかほど摩擦の影響を受け強度が大きくなると考えられる。そのため、供試体の形状や寸法による強度への影響を考えると、ほぼ適正な結果であると思われる。なお、Cube100ボス強度とCube125ボス強度の差はさほど見られなかった。

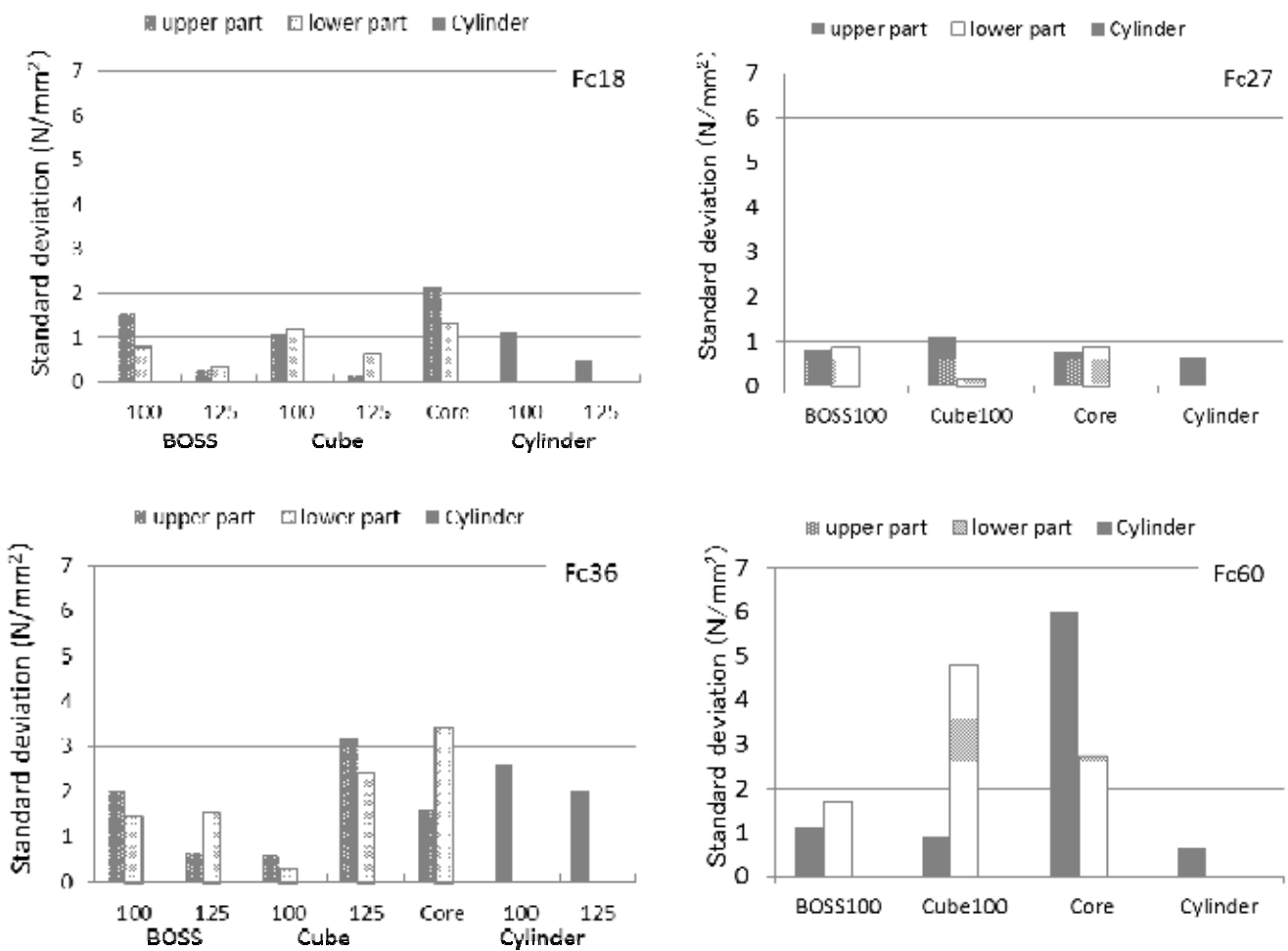


Fig.9 Relation between type of specimen and Standard deviation of concrete

3. 2 標準偏差

Fc18~60 の従来ボス強度, Cube ボス強度, コア強度および円柱強度の標準偏差を図9に示す. 各供試体の標準偏差を比較すると, Fc18 および Fc27 のコンクリートで, Cube ボス強度の標準偏差は $0.2 \sim 1.2 \text{ N/mm}^2$, Fc36 のコンクリートで $0.3 \sim 3.2 \text{ N/mm}^2$, Fc60 のコンクリートで $1 \sim 5 \text{ N/mm}^2$ とばらつきは小さく, 従来ボス強度, コア強度および円柱強度の標準偏差と大差なかった.

Fc18 の下部および Fc27~60 の上部と下部の割取り面は, Cube100 ボスおよび Cube125 ボスいずれの場合も平滑であった. Fc18 の上部では, ブリーディング水の移動により強度が低下する傾向にあるためか, 割取り面に少し凹凸が生じたが, Cube ボス強度に及ぼす影響はほとんど見受けられなかった.

3. 3 Cube ボス強度から構造体コンクリート強度の推定方法

従来ボス強度とコア強度の関係および Cube ボス強度とコア強度の関係を図10に示す. コンクリートをボス供試体および円柱供試体に直接打ち込んだ既往の研究データも併せて示す⁴⁾. 従来ボス強度とコア強度の関係は, NDIS 3424 に示されているように従来ボス強度がコア強度より若干大きくなった.

通常, 構造体コンクリートの強度推定は, コア強度を指標として推定していることから, 本研究でも Cube ボス強度とコア強度の相関性を求め, Cube ボス強度から構造体コンクリートの強度を推定している. 図10右側より Cube ボス強度とコア強度の相関性を求めると図11に示す回帰直線式となる. 図より Cube 強度の方がコア強度より1.27倍程大きな値となっているため, 円柱供試体を標準とする国では Cube ボス強度に0.8程度の補正係数を乗じることで, 構造体コンクリートの強度を算出できると考える. なお, 0.8程度の補正

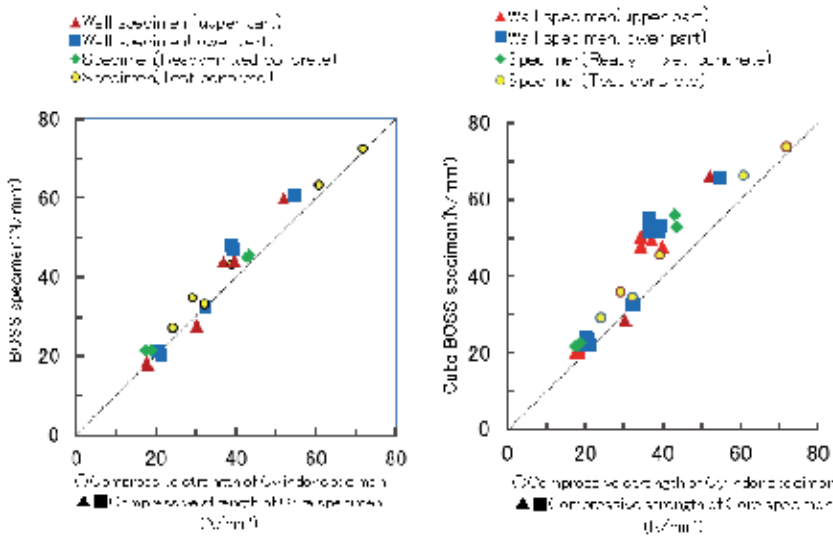


Fig.10 Relation between BOSS specimen, Cube BOSS specimen and Core specimen

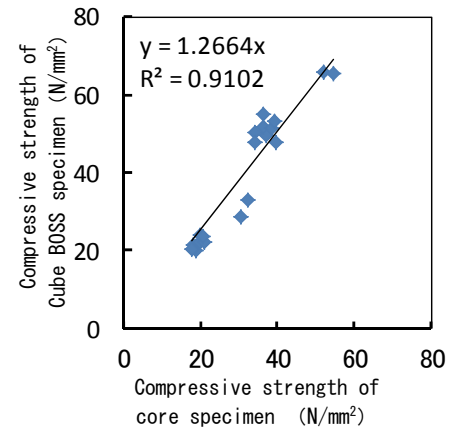


Fig.11 Relation between Cube BOSS specimen and Core specimen

係数は、ISO に示されている立方体供試体強度を円柱供試体強度に変換する補正係数ともほぼ同じである⁵⁾。本結果より、立方体供試体を標準とする国でも、Cube 型ボス供試体により直接構造体コンクリートの強度を推定できると考えられる。

4. まとめ

100×100×100mm および 125×125×125mm の Cube 型ボス供試体を開発し、従来ボス供試体およびコア供試体との圧縮強度を比較検討し、実用化を試みた結果、以下の(1)~(3)が明らかとなった。

- (1) 各種供試体の圧縮強度試験を行った結果、概ね Cube ボス強度が最も大きくなり、次に従来ボス強度、コア強度の順となった。
- (2) Cube100 ボスおよび Cube125 ボスの割取り面は平滑で、圧縮強度の標準偏差も小さく、立方体供試体として十分活用できると考えられる。
- (3) Cube ボス供試体を実用化し、Cube ボス強度からコア強度(≒構造体コンクリート強度)を推定する場合には0.8程度の補正係数を乗じる必要があると考えられる。

謝 辞

本研究を行うにあたり、澤本研究室の大学院生、学部4年生、ならびに構造物総合実習Ⅲの非常勤講師の先生方、授業を履修した学部生に多大なご協力をいただきました。ここに記して深謝いたします。

文 献

- 1) 白山和久ほか：凸部供試体による構造体コンクリートの強度推定について、セメント技術年報，40，pp.257-260，1986
- 2) 日本非破壊検査協会：NDIS3424「ボス供試体の作製方法及び試験方法」，2011
- 3) INTERNATIONAL STANDARD:ISO 1920-3「Testing of concrete – Part3:Making and curing test specimens」，2004
- 4) 澤本武博ほか：ボス供試体の形状および寸法がコンクリートの圧縮強度に及ぼす影響，日本非破壊検査協会平成 24 年度春季講演大会講演概要集，pp.77-80，2012
- 5) INTERNATIONAL STANDARD:ISO 22965「コンクリートの仕様，性能，製造および適合性」，2007