

論文 Article

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

原稿受付 2012年4月2日

ものづくり大学紀要 第3号 (2012) 68~73

菊田弘之^{*1}, 後藤正明^{*2}, 澤本武博^{*3}, 篠崎徹^{*4}, 森濱和正^{*5}^{*1}ものづくり大学大学院 ものづくり学研究科 大学院生^{*2}高崎市役所 (ものづくり大学大学院 ものづくり学研究科 修了)^{*3}ものづくり大学 技能工芸学部 建設学科^{*4}千代田建工株式会社^{*5}独立行政法人土木研究所**Effects of Form and Measure of BOSS Specimens
on Compressive Strength of Concrete**Hiroyuki KIKUTA^{*1}, Masaaki GOTO^{*2}, Takehiro SAWAMOTO^{*3},
Toru SHINOZAKI^{*4}, Kazumasa MORIHAMA^{*5}^{*1} Graduate student. Graduate school of Technologists, Institute of Technologists^{*2} TAKASAKI City Office (Graduate, Institute of Technologists)^{*3} Dept. of Building Technologists, Institute of Technologists^{*4} CHIYODAKENKO Co. Ltd.^{*5} Public Works Research Institute**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 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, installation of the BOSS mold become difficult because of 200mm length. On the other hand, in ISO, a specimen 100×100×100mm cube is generally used for compressive strength test. Therefore, the BOSS specimen is also internationally good to use the 100×100×100mm cube specimen. In this study, the BOSS specimen which size is 100×100×100mm cube was devised, and the effect of form of BOSS Specimens on compressive strength of concrete were investigated.

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測定する方法として、構造体からコア供試体を採取する方法が一般的に用いられているが、コア供試体の採取には、構造体への損傷や、その補修の必要性など、多くの問題を抱えている。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、図1に示したボス供試体による強度試験方法が考案され、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¹⁾。2006年度からは国土交通省の橋梁工事において「微破壊・非破壊試験を用いたコンクリート

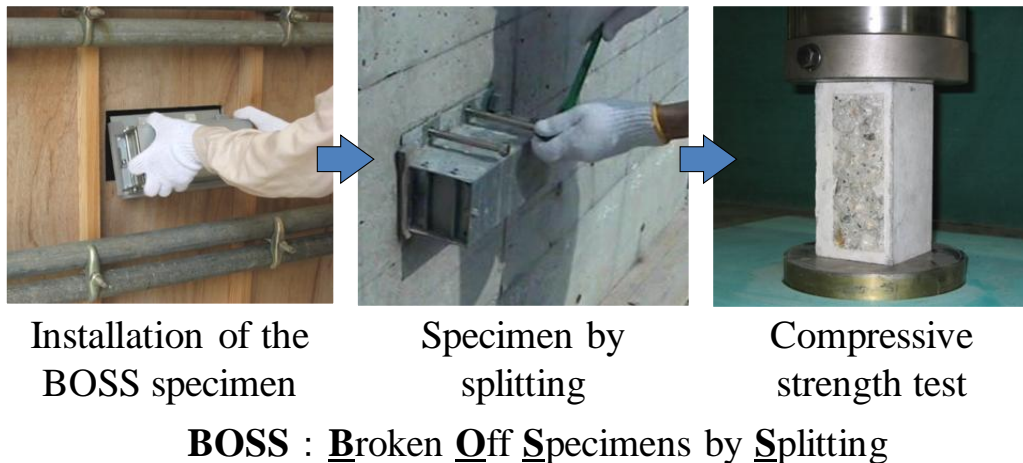


Fig.1 Compressive strength test of BOSS specimen

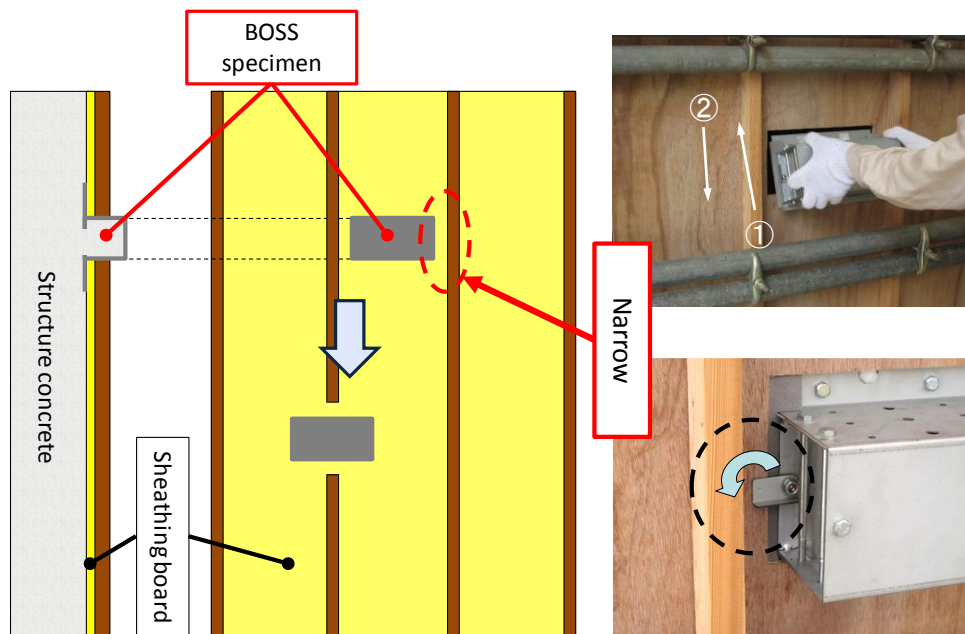


Fig.2 Installation of the BOSS specimen in problem

の強度測定の試行」が行われており、ボス供試体試験もひとつの方法として採用されている。

ボス供試体の寸法は、コンクリートの粗骨材の最大寸法によって $75 \times 75 \times 150 \text{mm}$ 、 $100 \times 100 \times 200 \text{mm}$ および $125 \times 125 \times 250 \text{mm}$ の 3 種類が使用されている。しかし、供試体の長さが少なくとも 150mm 以上となる為、大きさの都合により設置する型枠への配慮が必要となり、場合によっては図 2 に示すように型枠の縦桟木を切断して、ボス型枠の設置場所を確保する必要性が生じることもある。

一方、圧縮強度試験に用いられる供試体は、国

内で一般に $\phi 100 \times 200 \text{mm}$ の円柱供試体であるため、ボス供試体の寸法も載荷面の一辺と高さの比を $1:2$ としている。しかし、ISO²⁾では圧縮強度試験用供試体として立方体を用いることが標準となっているため、ボス供試体も同様の形状にすると国際的にもよいと考えられる。

本研究では、 $100 \times 100 \times 200 \text{mm}$ のボス供試体を、半分の大きさの $100 \times 100 \times 100 \text{mm}$ の寸法にすることを考案し、ボス供試体の形状および寸法が強度性状に及ぼす影響について検討した。

Table 1 Mix proportions and test results

W/C (%)	s/a (%)	Unit content (kg/m ³)						Test result			
		W	C	S	G	Ad1*	Ad2**	Slump (cm)	Slump flow (mm)	Air Content (%)	Compressive strength (N/mm ²)
65.0	48.0	180	277	861	965	C × 0.4%	C × 0.005%	12.0	–	4.6	30.2
50.0		175	350	838	940			10.5	–	4.7	43.9
35.0		170	486	791	886	C × 1.5%		22.0	375	6.0	76.0

* W/C60%~50%: Water-reducing and air-entraining admixture

* W/C35%: High-range water-reducing and air-entraining admixture

** W/C65%~35%: Air entraining agent



Fig.3 Molds used for this experiment

2. 実験概要

2.1 コンクリートの配合

使用材料は、普通ポルトランドセメント (3.16g/cm³)、栃木県栃木市尻内町産陸砂 (表乾密度 2.61g/cm³, 吸水率 2.26%, 粗粒率 2.75) および栃木県佐野市会沢町産石灰岩碎石 (最大寸法 20mm, 表乾密度 2.70g/cm³, 吸水率 0.66%, 粗粒率 6.62) であり、混和剤には AE 減水剤、高性能 AE 減水剤および AE 助剤を用いた。

コンクリートの配合および試験結果は、表 1 に示した通りであり、水セメント比を 65%、50% および 35% の 3 種類とした。なお、水セメント比の大きい配合においては、材料分離の影響を考慮し、スランプを小さくすることとした。また、表 1 に示した圧縮強度は、標準水中養生を行った材齢 28 日における強度である。

2.2 供試体の作製方法

(1) 使用した型枠

実験に使用した型枠は、図 3 に示した通りであり、左から φ100×200mm の型枠 (以下、円柱と略記)、100×100×200mm のボス型枠 (以下、ボス 200 と略記) および 100×100×100mm の立方体の型枠 (以下、ボス 100 と略記) の 3 種類である。

(2) コンクリートの打込みおよび締固め

本研究では、基礎的な研究として、供試体の形状による影響を調べることを目的とした。そのため、コンクリートを構造体からボス型枠に打ち込むのではなく、図 4 に示すように型枠開口部から直接コンクリートを打ち込むこととした。

コンクリートの突き固め回数は、JIS A 1132 に準拠して打設開口部の面積から突回数を求めることとし、円柱の場合は 2 層 8 回、ボス 200 の場合は 2 層 20 回、ボス 100 の場合は 2 層 10 回、突棒を用いて締め固めた。また、型枠の叩きは、円柱供試体は JIS に準拠し、ボス供試体は NDIS に準拠した。

(3) 供試体の脱型及び養生



Fig.4 Placement of concrete

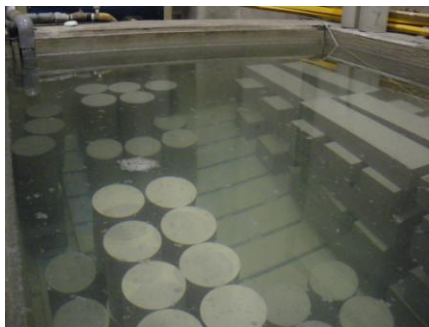


Fig.5 Underwater curing and sealed curing



Fig.6 Compressive strength test (Cylinder specimen, BOSS200 specimen, BOSS100 specimen)

コンクリートの打設後、材齢 1 日で脱型した。その後、図 5 に示したように材齢 7 日および材齢 28 日まで封かん養生 (室温 20°C) および水中養生 (水温 20°C) を行った。

2.3 圧縮強度試験

作製した供試体は全て JIS A 1108 : 2006 および NDIS 3424 : 2011 に準拠して圧縮強度試験を行った。各供試体の圧縮強度試験時の様子は、図 6 示す通りである。なお、いずれの配合および供試体の種類においても、3 本の平均値を圧縮強度とした。

3. 実験結果および考察

3.1 供試体を封かん養生した場合

封かん養生した材齢 7 日および材齢 28 日の各供試体の関係は、図 7 に示す通りである。ボス 200 と円柱の圧縮強度を比較すると、普通コンクリートにおいてボス 200 の方が若干大きい値を示し、NDIS3424 に示されている解説 (NDIS はボスと構造体コアの比較) と同様の傾向にあった。ボス 100 と円柱の圧縮強度を比較すると、ボス 100 の方が円柱よりも大きい値を示し、形状の影響はボス

200 よりも大きくなった。ボス 100 とボス 200 の圧縮強度の比較では、ボス 100 の方が若干大きくなる傾向にあった。これは、供試体の高さが低くなるほど、載荷板の摩擦の影響を受けるためと考えられる。

3.2 供試体を水中養生した場合

水中養生した材齢 7 日および材齢 28 日の各供試体の関係は、図 8 に示す通りである。ボス 200 と円柱の圧縮強度を比較すると、3.1 と同様、ボス 200 の方が圧縮強度は若干大きい値を示した。ボス 100 と円柱の比較においても、ボス 100 の方が圧縮強度の値は大きく、形状の影響もボス 100 の方が大きい傾向にあった。ボス 100 とボス 200 の圧縮強度の比較も、ボス 100 の方が強度は大きくなる傾向にあった。

3.3 円柱・ボス 200・ボス 100 の強度比

円柱・ボス 200・ボス 100 の強度比は、表 2 に示す通りである。ボス 200 の圧縮強度に対する円柱の圧縮強度の比は、普通コンクリートで 0.85~0.95 程度、高強度コンクリートで 1 程度となり、コンクリートの水セメント比が小さくなる (圧縮強度が大きくなる) ほど、強度比は 1 に近づく傾向にあった。これは、コンクリートの圧縮強度が大

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

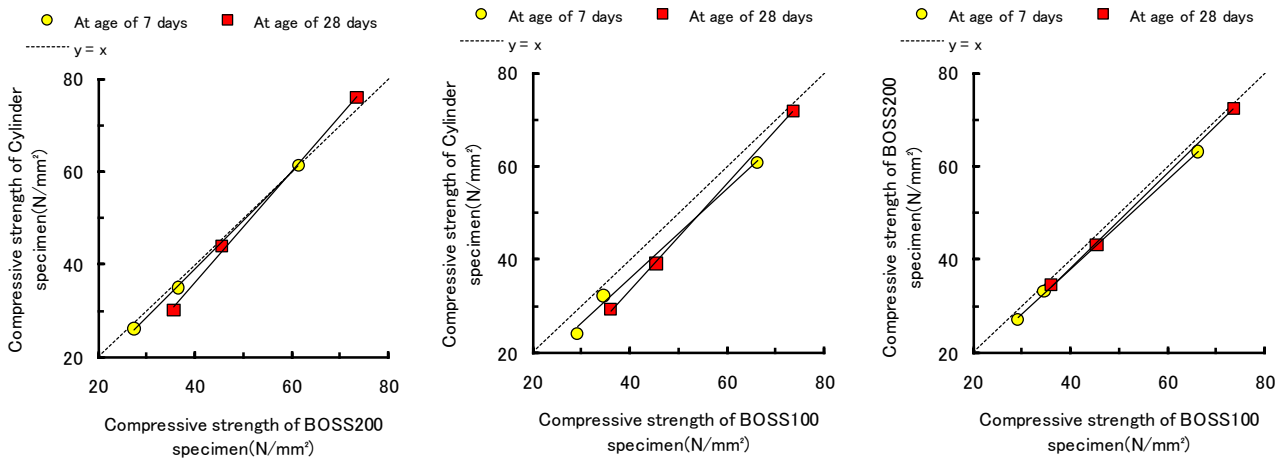


Fig.7 Relation between cylinder specimen, BOSS 200 specimen, and BOSS 100 specimen (Sealed curing)

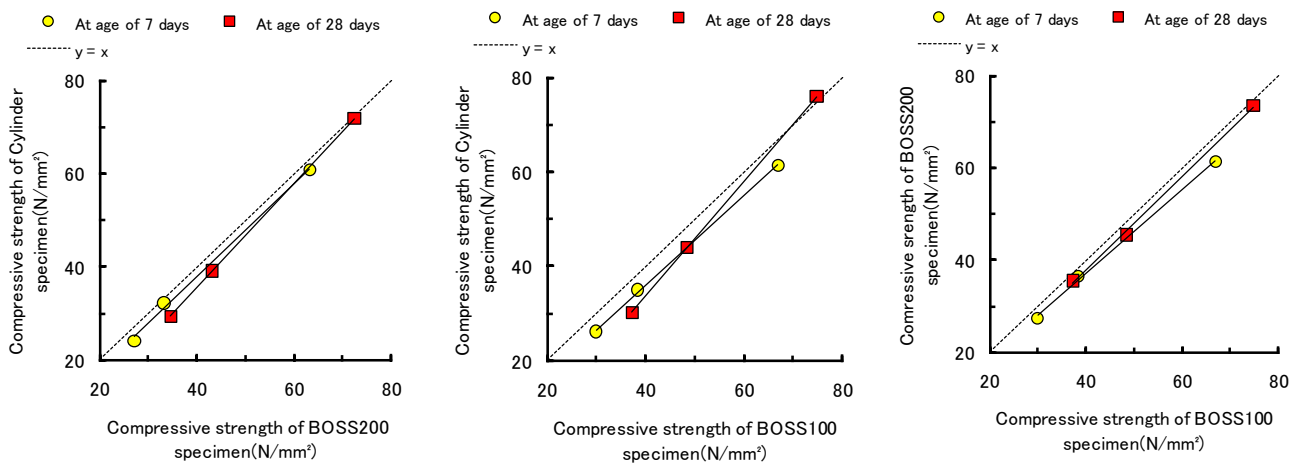


Fig.8 Relation between cylinder specimen, BOSS 200 specimen, and BOSS 100 specimen (Underwater curing)

Table 2 Strength ratio of cylinder specimen, BOSS 200 specimen, and BOSS 100 specimen

Type	W/C (%)	Age (day)	Cylinder / BOSS 200		Cylinder / BOSS 100		BOSS 200 / BOSS 100	
			Sealed	Underwater	Sealed	Underwater	Sealed	Underwater
Normal strength	65	7	0.89	0.96	0.83	0.88	0.93	0.92
		28	0.85	0.85	0.81	0.81	0.96	0.95
	50	7	0.97	0.96	0.94	0.91	0.96	0.96
		28	0.91	0.96	0.86	0.91	0.95	0.94
High strength	35	7	0.96	1.00	0.92	0.92	0.95	0.92
		28	0.99	1.03	0.98	1.02	0.98	0.98

きくなるほど、供試体の形状が強度に及ぼす影響は小さくなることを表しており、円柱供試体と立方体供試体の強度を比較した既往の研究³⁾とも一致する。そして、ボス100の圧縮強度に対する円柱の圧縮強度の比は、普通コンクリートで0.8~0.9程度、高強度コンクリートで1程度となり、普通コンクリートの場合にボス200よりも強度比が小さくなる傾向にあった。

一方、養生方法の相違においては、封かん養生を行った場合よりも水中養生を行った場合の方が、

強度比は1に近づく傾向にあり、形状の変化が圧縮強度に及ぼす影響は若干小さくなる傾向にあった。しかし、材齢の相違においては、いずれの供試体の形状を比較した場合でも、あまり変化は見受けられなかった。

3.4 ISOの補正係数とボス100の補正係数の比較

表3に、ISOとボス100の補正係数の比較を示す。ISOの立方体供試体を円柱供試体の圧縮強度に換算する場合の補正係数^{4,5)}は、普通コンクリー

Table 3 Coefficient which converts BOSS 100 into cylinder specimen

Type	ISO	BOSS100	
		Sealed	Underwater
Normal strength	0.8	0.8~0.85	0.8~0.9
High strength	0.8~0.85	About 1	About 1

トの場合で 0.8 程度，高強度コンクリートで 0.8~0.85 程度であるのに対して，今回実験を行った立方体のボス 100 の補正係数は，普通コンクリートで 0.8~0.9 程度，高強度コンクリートで 1 程度となり，ISO の補正係数よりもボス 100 の補正係数の方が，若干であるが 1 に近づく結果となった。これは，ISO と本実験で型枠の材質が異なることや，コンクリートの使用材料も異なることなど、必ずしも条件が同じでないことが円柱と立方体供試体の強度比に影響を及ぼしていると考えられる。

4. まとめ

φ100×200mm の円柱供試体，100×100×200mm のボス供試体および 100×100×100mm のボス供試体の 3 種類を作製し，形状の違いが強度性状に及ぼす影響について検討を行った結果，以下のような傾向を示した。

- (1) 円柱、ボス 200 およびボス 100 の圧縮強度を比較すると，ボス 100 が最も大きい強度を示し、次にボス 200，円柱の順になった。
- (2) ボス 100 を円柱の強度に換算する際の補正係数は，普通コンクリートで 0.8~0.9 程度，高強度コンクリートで 1.0 程度となり，ISO の補正係数より若干 1 に近づく傾向にあった。

- (3) 普通コンクリートにおいて，封かん養生を行った場合よりも，水中養生を行った場合の方が，補正係数は 1 に近づく傾向にあり，形状の変化が圧縮強度に及ぼす影響は若干小さくなった。

今後，実物大壁試験体にボス 100 の型枠を設置し，コンクリートの充てん状況および円柱・コア・ボス供試体の強度性状を調べ，強度補正係数を検討する予定である。

謝 辞

本研究を行うにあたり，澤本研究室の大学院生の土田祥彬氏ならびに学部 4 年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) 日本非破壊検査協会：「ボス供試体の作製方法及び試験方法」NDIS3424, 2011
- 2) ISO 1920-3, 2004
- 3) コンクリート工学ハンドブック, 朝倉書店, p.371, 2009
- 4) ISO 22965, 2007
- 5) 公益社団法人日本コンクリート工学会：コンクリート技士研修テキスト, p.196, 2011