

エコーチップによるコンクリート強度推定時のばらつきに関する検討

(株)熊谷組技術研究所
日本大学生産工学部

正会員 ○野中 英
正会員 湯浅 昇

1. はじめに

エコーチップ硬さ試験機（以下、エコーチップとする）は、図1に示すように打撃速度と反発速度から、金属の硬さを測定する装置であり、ASTM A 956 “Standard Test Method for Leeb Hardness Testing of Steel Products”において規格化されている。エコーチップは、コンクリートの圧縮強度推定に使用される反発度の試験方法と同様な原理であり、コンクリートに適用することも可能と考えられ、コンクリートへの適用を試みた事例もいくつかある¹⁾²⁾。

本報告では、エコーチップをコンクリートへ適用した場合のばらつきを、ヒストグラム、標準偏差、変動係数により検討するとともに、試験回数を提示した。

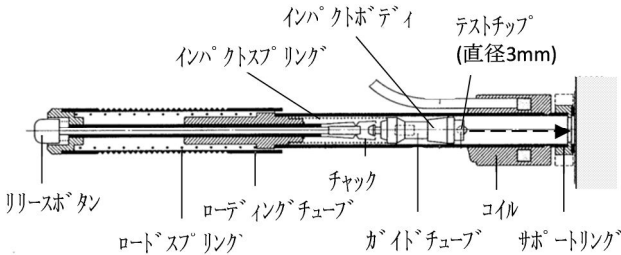


図1 エコーチップ試験機

2. 実験概要

(1)実験の要因と水準

表1に、実験の要因と水準を示す。実験の要因は主に打撃回数とし、測定するコンクリートの品質を変化させるために水セメント比および測定材齢を変化させた。また、水準は表1に示す通りとした。

(2)試験体およびコンクリートの配合

表1、表2に、使用材料およびコンクリートの配合を示す。コンクリートの配合は、水セメント比40%、60%、80%の3種類とした。

(3)供試体および養生

エコーチップの供試体は、図2に示す壁を模擬した300×300×150mmとした。コンクリート打設後の養生は、所定の測定材齢まで型枠内に存置した封かん養生とした。

(4)エコーチップの測定

測定面は、図2に示すように、300×300mmの1面とし、20mm毎に分割した225点測定したもの、中心の100点選定したもの、上下各8点の16点測定したものの3種類とした。測定点の間隔は5mm以上離すようにした。

3. 実験結果

図3、図4に、エコーチップ硬さ値のヒストグラムの一例を示す。試験回数による分布は、225点測定した場合では、正規分布となっているが、100点測定、16点測定と測定点が少なくなるのに従い、分布にばらつきが生じるとともに、16点測定の場合には、最頻値が認められなくなった。

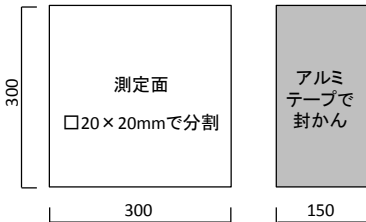


図2 試験体概要図(単位 mm)

表1 実験の要因と水準

要因	水準
打撃回数	16回、100回、250回
水セメント比	40%、60%、80%
測定材齢	1日、3日、7日、28日

表2 使用材料

水	つくば市水道水
セメント	S社製普通ポルトランドセメント(密度3.15g/cm ³)
細骨材	S1:つくば市産川砂(表乾密度2.50g/cm ³)
	S2:つくば市産砕砂(表乾密度2.59g/cm ³)
粗骨材	つくば市産砕石(表乾密度2.59g/cm ³)
混和剤	Ad1: B社製高性能AE減水剤
	Ad2: P社製増粘性混入AE減水

表3 コンクリートの配合

W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)						
		水	セメント	細骨材		粗骨材	混和剤	
				S1	S2		Ad1	Ad2
40	42.7	185	463	333	344	950	4.63	—
60	47.0	185	308	395	409	950	—	1.54
80	48.8	185	231	425	440	950	—	1.16

キーワード コンクリート，エコーチップ，ばらつき，強度推定，非破壊試験

連絡先 〒162-8557 東京都新宿区津久戸町2-1 (株)熊谷組 技術研究所 TEL 03-3235-8723

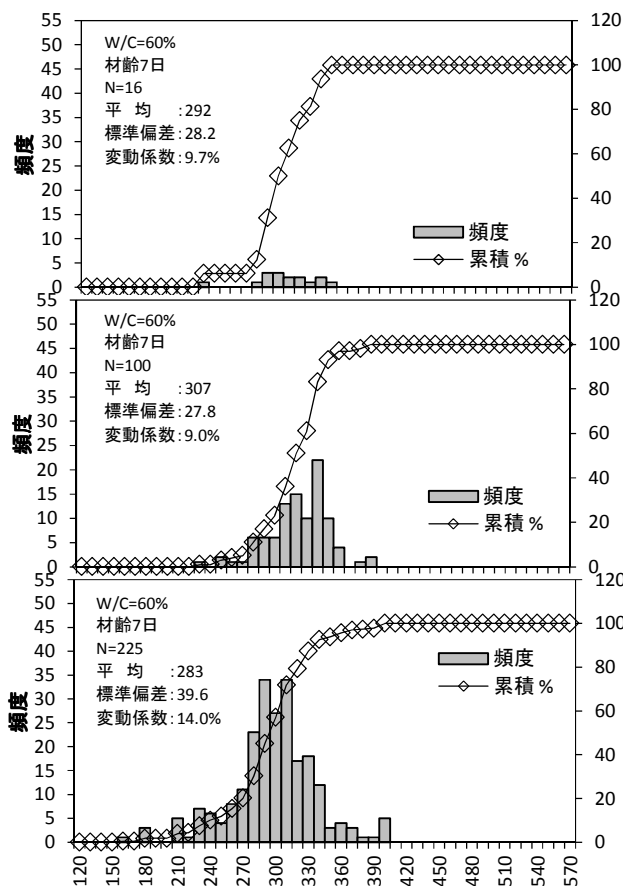


図3 ヒストグラム (試験数の違い)

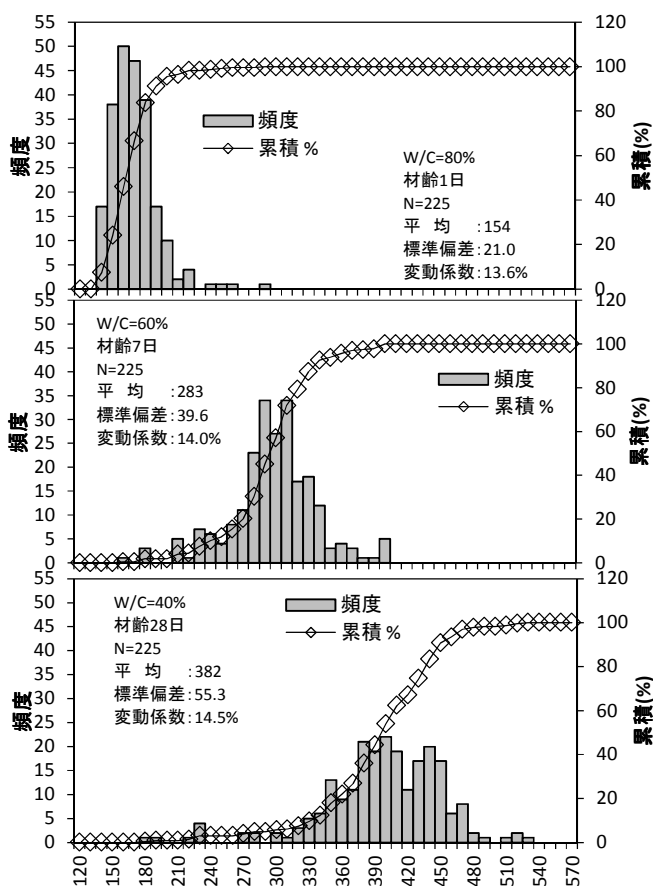


図4 ヒストグラム (強度の違い)

コンクリートの調合および測定材齢による影響（強度の違い）では、水セメント比が小さいほど、測定材齢が遅くなるほど分布の幅は広がった。

表4に、測定数とエコーチップ硬さ値、標準偏差、変動係数を示す。

エコーチップ硬さ値は、試験回数による大きな違いは認められなかった。

標準偏差は、225点測定した場合に、水セメント比が小さくなるほど、測定材齢が大きくなるほど大きくなった。測定点が100点、16点と少なくなるにつれて、その傾向は明確ではなくなった。このとき、変動係数が10～16%の範囲であることから、測定値が大きくなったことにより、標準偏差も大きくなったと考えられる。

打撃回数が少ない場合には、標準偏差にばらつきが認められたが、これはヒストグラムでも示したように、測定点が少ないことにより異常な点の影響が大きくなったためと考えられる。そのため、エコーチップにおいても反発度と同様に平均の±20%の値の除却が必要と考えられる。また、統計処理から求めた変動係数が15%の事象を精度10%で推定するために必要なデータ数は、およそ10個であった。

4. まとめ

本研究の結果、以下の知見が得られた。

- (1) 試験回数、強度の違いによるばらつきは、試験回数が少ないほど、強度が大きいほど大きくなった。
- (2) 変動係数は15%程度であり、この事象を精度10%で推定するためのデータ数は10個である。

参考文献

- 1) 湯浅、金森、野中、三谷：コンクリートの圧縮強度推定を目的としたエコーチップ硬さ試験に関する検討（その1～3）、日本建築学会学術講演要旨集、pp. 347-352、2015. 9
- 2) 重松、豊福、亀井：エコーチップ硬さ試験による構造物中のコンクリートの品質検査方法に関する研究、土木学会西武支部研究発表会、pp. A-572-573、2002. 3

表4 測定数とエコーチップ硬さ値、標準偏差、変動係数

W/C (%)	材齢 (日)	エコーチップ硬さ値			標準偏差			変動係数(%)		
		N=16	N=100	N=225	N=16	N=100	N=225	N=16	N=100	N=225
80	1	155	155	154	14.7	18.7	21.0	9.5	12.1	13.6
	3	178	169	167	30.5	20.3	24.3	17.1	12.0	14.5
	7	194	205	205	32.5	25.4	33.0	16.8	12.4	16.1
	28	226	236	236	23.1	30.4	39.4	10.2	12.9	16.7
60	1	184	196	188	27.3	21.4	24.1	14.8	10.9	12.8
	3	246	257	253	38.0	32.0	37.2	15.4	12.5	14.7
	7	292	307	283	28.2	27.8	39.6	9.7	9.0	14.0
	28	333	324	326	44.3	38.3	44.6	13.3	14.9	13.7
40	1	270	295	274	36.0	31.7	39.7	13.3	10.8	14.5
	3	346	318	325	49.2	61.2	51.7	14.2	19.3	15.9
	7	380	387	370	37.0	39.9	50.0	9.7	10.3	13.5
	28	395	388	382	39.4	50.1	55.3	10.0	12.9	14.5