

導電率を用いたコンクリートの圧縮強度推定メカニズム

芝浦工業大学 学生会員 ○寺内 和子
芝浦工業大学 正会員 伊代田 岳史

1. 背景・目的

コンクリートの型枠脱型時期の判断は品質管理用の供試体を用いた圧縮強度試験をひとつの目安として行われているが、打込み環境によって圧縮強度は左右されやすく、躯体の圧縮強度と差異が生じ、正確な強度を推定することは難しい。そこで、既往の研究では圧縮強度を精度よく推定することを目的としてコンクリートの電気的特性（導電率）に着目し圧縮強度との関係を把握する実験的検討を行ったところ、コンクリートの導電率と圧縮強度に相関性があることが報告されている¹⁾。そこで、本研究ではコンクリートの導電率と圧縮強度の相関性の分析を目的とする。圧縮強度は空隙と深く関係することから、空隙とその孔内の水分状態に着目した実験を行った。

2. 実験概要

2.1 試験体諸元

本研究で使用したコンクリートの配合を表-1 に示す。セメント種類、水セメント比、混和剤添加の有無で比較した。セメントは普通ポルトランドセメント(N)とそれに高炉スラグ微粉末を50%置換したものをBB、70%置換したものをBCとした。また、混和剤は凝結促進剤を使用し、凝結速度が初期強度に与える影響を調査した。

2.2 試験概要

(1) 導電率計測

導電率とは、物質中の電気の通りやすさを表す値である。本研究では、導電率計のプローブをφ100×200mmの供試体に表層から50mmの位置に埋め込んだ。コンクリート打



写真-1 導電率計測の様子

込み後すぐに封かん養生をし、恒温恒湿室(20℃RH60%)に静置し、5分間隔で計測を行った。計測の様

キーワード 導電率、圧縮強度、空隙、アルキメデス法

表-1 コンクリートの計画配合とフレッシュ性能

記号	セメント種類	W/C(%)	s/a(%)	単位置換率(kg/m ³)		置換率	混和剤	フレッシュ性能		
				W	OPC(%)			BFS(%)	air(%)	slump(cm)
N30	N	30	48	170	100	-	-	3.8	11.0	
N50		50						4.9	21.5	
N50混		65						○	3.5	19.0
N65								4.8	11.0	
BB50	BB	50	48	170	50	50	○	4.1	19.5	
BB50混								4.4	19.0	
BC50								BC	165	30

子を写真-1 に示す。導電率計プローブのセンサ部寸法がφ20mmと小さいため骨材分布の影響を受けると考え、センサ部にはコンクリートをウェットスクリーニングしたモルタルを詰めた。また、導電率計の個体差による値の変動を避けるため、本研究では全て導電率比を算出して検討を行った。導電率比の算出は式(1)に示す。

$$\text{導電率比} = \frac{\text{生導電率値}}{\text{導電率ピーク値}} \dots (1)$$

(2) 圧縮強度試験

φ100×200mmの供試体を材齢まで脱型せずに恒温恒湿室で養生し、材齢日にJIS A 1108に準拠して測定した。材齢は1日、3日、7日、28日で行い、硬化の違いBC50のみ、1.8日、3日、7日、28日で行った。

(3) 空隙の計測

(i) アルキメデス法

圧縮強度試験で破壊した供試体から大きさ2×2cm程度の小片を集め、およそ100gを供試体とした。材齢時の空隙を求めるため、アセトン脱気し水和を停止させた。その後、105℃の乾燥炉で絶乾、真空脱気で供試体を飽水させ、アルキメデス法により空隙率を求めた。

(ii) 質量計測法

φ100×50mmを供試体とし、脱型直後から随時供試体の質量を計測することで初期質量からの質量減少率を求めた。計測は恒量になるまで恒温恒湿室で行った。質量減少のスピードから空隙を調査する。また、導電率は水(イオン)を計測するものであり、水分状態を把握するためにコンクリートの飽和度を求めた。飽和度はアルキメデス法により算出した空隙率に質量計測用供試体の体積を乗ずることで算出した。

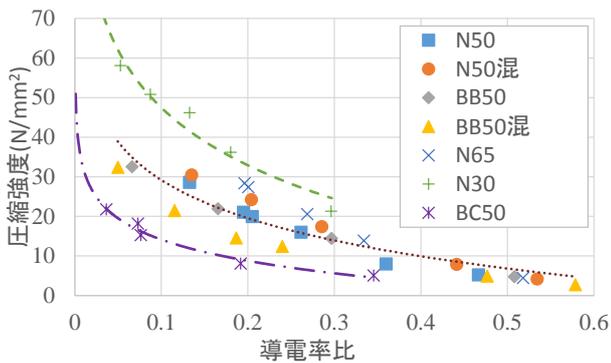


図-1 導電率と圧縮強度

3. 実験結果および考察

3.1 導電率比と圧縮強度

導電率比と圧縮強度の関係を図-1 に示す。既往の研究¹⁾の通り、全ての配合において材齢とともに導電率比が減少すると圧縮強度は増加した。しかし N30 と BC50 においては他のものとは異なった相関がみられた。

3.2 空隙量計測

空隙率と圧縮強度の関係を図-2 に示す。材齢とともに空隙率が減少すると圧縮強度は増加した。N65, BC50 以外の配合では概ね同一曲線上であり相関性が高いと言える。導電率比と空隙率の関係を図-3 に、導電率比と飽和度の関係を図-4 に示す。導電率比が減少すると空隙率は減少するが、飽和度は一定の値となった。これは、空隙内の水分が減少したことを示していると考え、導電率計はこの水分を計測しているのではないかと考えた。そこで、質量計測法で算出した RH60% 環境での質量減少率と導電率比との関係を表したものを図-5 に示す。質量減少率は、水和に使われていない自由水の逸散量を表している。導電率比が減少すると減少率も小さくなり、その関係は配合によらず直接的であることから、導電率はコンクリート中の水分量を計測していることがわかる。

4. まとめ

- 1) 導電率と圧縮強度に相関性はみられたが、配合によってその相関は異なるものであった。
- 2) 空隙率には圧縮強度と導電率比に相関がみられた。
- 3) 導電率比と減少率の相関から導電率比はコンクリート中の水分を計測していることがわかり、これにより間接的に空隙を計測していた。

参考文献

1) 槇島修ほか:コンクリート構造物の導電率測定による躯体内の強度発現の測定法に関する基礎的研究, 土木学会第 69 回 年次学術講演会, V-032, pp. 441-442, 2014

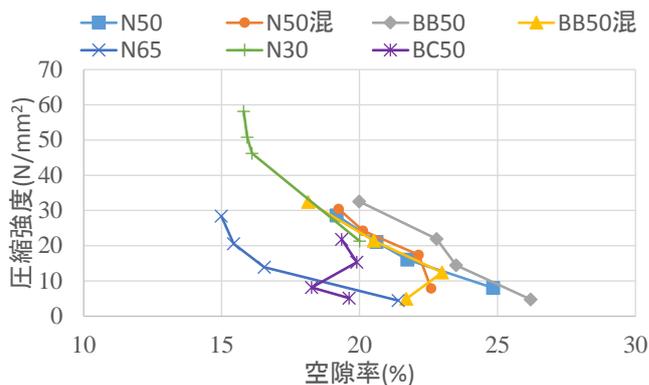


図-2 空隙率と圧縮強度

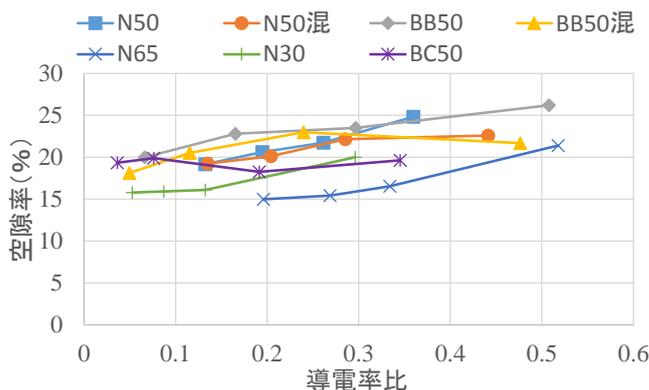


図-3 導電率比と空隙率

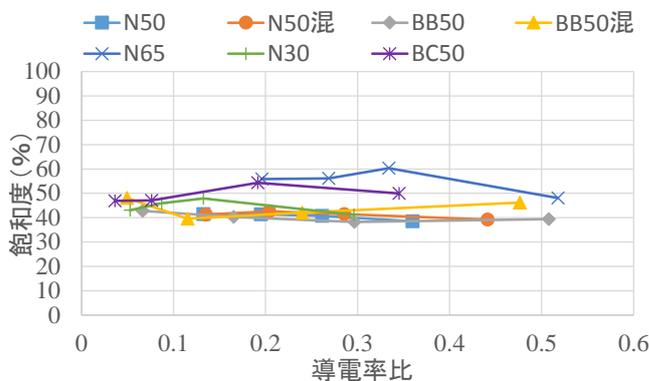


図-4 導電率比と飽和度

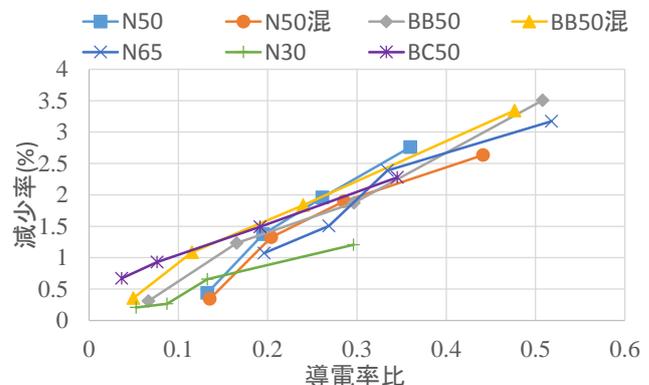


図-5 導電率比と減少率

本研究は飛島建設(株)との共同研究であることを付記する。