

電気伝導率計を用いた圧縮強度推定メカニズムの検討

芝浦工業大学 大学院理工学研究科
芝浦工業大学 工学部

○太田真帆
寺内和子
伊代田岳史

1. はじめに

コンクリート構造物を安全かつ長期的に使用するためには所要の強度を得る必要がある。そのためには、初期に十分な養生が必要であり、適切に型枠脱型時期を判定する必要がある。コンクリート標準示方書において、型枠を脱型する指標として型枠脱型強度がセメント種類によらずに一律に定めている。しかし、現場によってコンクリートを打込む環境は異なるため、型枠脱型強度を精度よく判断するのは困難であると考えられる。そこで、適切な型枠脱型時期を判定するためには、型枠内の強度を推定する手法が必要である。既往の研究において型枠内のコンクリートの強度を把握する手法として、直接コンクリート内に電気伝導率計を埋め込む方法が提案¹⁾されている。しかし、この相関が得られるメカニズムはわかってはいない。

そこで、本研究は電気伝導率と圧縮強度に相関が得られた要因について分析をすることを目的とした。封緘養生で計測した圧縮強度と電気伝導率比において相関があったことから、水和反応による水隙部の減少と電気伝導率との関係を見ることとした。

2. 実験概要

2.1 供試体諸元

本研究で使用したコンクリートの配合を表-1に示す。結合材には普通ポルトランドセメント(N)と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、計測される電気伝導率の混和材の影響をみるためにN、BBの配合において近年開発された凝結促進剤を添加した試験体も作製をした。

2.2 試験概要

(1) 電気伝導率の計測

電気伝導率の測定風景を写真-1に示す。本研究では電気伝導率の測定に用いるプローブはφ100×200mmの供試体に表層から50mmの位置に埋め込んで計測を行った。コンクリートは打込み後すぐに封緘養生をし、RH60%、20℃の恒温



写真-1 電気伝導率測定

表-1 計画配合

セメント種類	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)					凝結促進剤添加率
			W	C	BFS	S	G	
N	50	48	170	340	-	839	955	0
N凝結促進剤								2
BB			170	170	833	948	0	
BB凝結促進剤							2	
BC			165	102	238	841	957	-

恒温室に静置し、5分間隔で計測を行った。プローブのセンサ部の寸法が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打込んだ。計測する機械による電気伝導率の値の変動を避けるために、本研究では全て電気伝導率比を算出して検討を行った。電気伝導率比の算出は式[1]に示す。

$$\text{電気伝導率比} = \frac{\text{計測した電気伝導率比}}{\text{ピーク値}} \quad [1]$$

(2) 圧縮強度試験

100×200mmの供試体を材齢まで脱型せずにRH60%、20℃の恒温恒温室で型枠存置した。N、BBでは型枠脱型材齢を1,3,7,28,91日で実施した。硬化の違いBCのみ型枠脱型時期を1,8,3,7,28日で実施した。

(3) 水分量計測

電気伝導率を計測した供試体は封緘養生であるため、材齢とともに水和が進行しコンクリート内の水隙部は減少する。そこで、水隙部の水分量と電気伝導率比との関係を確認するために、質量計測を行った。水分量計測に用いた供試体はφ100×50mmの塩化ビニール管を用いて作製した。供試体の高さを50mmとした理由は、圧縮強度と同様の高さ200mmとすると脱水するまでに時間が相当かかると考えたためである。供試体はコンクリートの打込み直後に直ちに封緘し、RH60%、温度20℃の部屋に静置した。供試体は圧縮強度と同様に封緘養生を1,3,7,28,91日行ったものを作製した。試験方法の手順は封緘養生終了後に供試体を脱型し20℃、RH60%の環境下で質量が恒量になるまで計測を行った。恒量になるま

でに抜けた量を供試体の体積で除して単位体積当たりの水分量を算出し電気伝導率比との関係を確認した。

(4) 空隙率測定

水隙部となりうる部分を算出するために空隙率を算出した。空隙率の算出には圧縮強度を実施した後におよそ20×20mm程度の試験片を採取し、100gほど集め重量測定後にアセトンで水和停止させ、絶乾密度、飽水密度、水中密度を測定しアルキメデス法を用いて行った。

3. 試験結果・考察

(1) 電気伝導率比と圧縮強度

圧縮強度と電気伝導率比の関係を図-1に示す。セメント種類によらずに圧縮強度が増加するにつれて電気伝導率比は減少した。

(2) 電気伝導率比と単位体積当たりの水分量

単位体積当たりの水分量と電気伝導率比の関係を図-2に示す。セメント種類によらず水分量が多いものほど電気伝導率比は高い値を示した。このことから、電気伝導率比は測定に用いた供試体がRH60%で抜けることができる水分量と関係があることがいえる。

(3) 電気伝導率比と飽和度

測定した空隙率と質量計測で用いた供試体が絶乾状態までに抜けた水分量の結果より飽和度を算出し、電気伝導率比との関係をみた。飽和度と電気伝導率比の関係を図-3に示す。セメント種類によらず概ね一定であった。このことより、飽和度が一定に保たれる封緘状態では、水の消費することで水和が進行し空隙が減少する。すなわち、図-4に示すように電気伝導率比は供試体内の水隙の減少を計測しているといえる。よって封緘状態では電気伝導率比を用いることで圧縮強度を推定できたのではないかと考える。

4. まとめ

本研究で得られた結果を以下にまとめる

- 1.電気伝導率比はセメント種類によらずに、圧縮強度を推定できる。
- 2.電気伝導率比はRH60%で逸散できる水分量と相関があった。
- 3.飽和度が一定なため、封緘状態における電気伝導率比と強度に相関があるのは、空隙内の水分量を計測しているからである。

[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
- 2) 太田真帆, 伊代田岳史: 硬化前のコンクリートにおける電気抵抗値の挙動要因の分析, 第69回セメント技術大会講演要旨

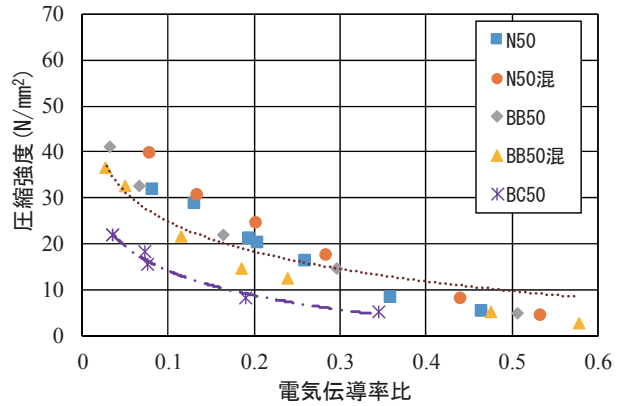


図-1 電気伝導率比と強度の関係

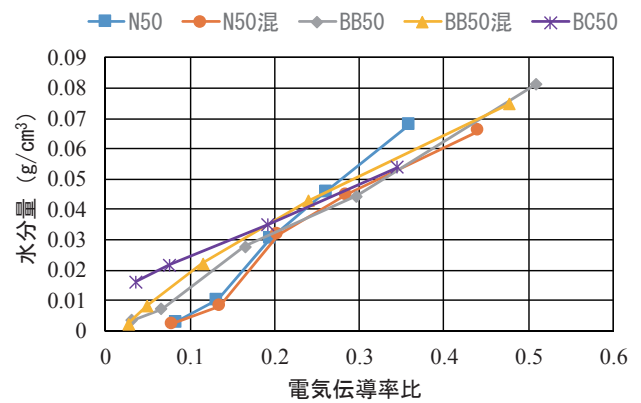


図-2 電気伝導率比と水分量の関係

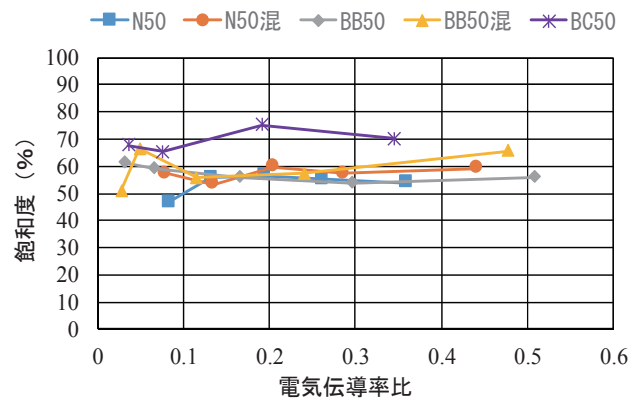


図-3 電気伝導率比と飽和度の関係

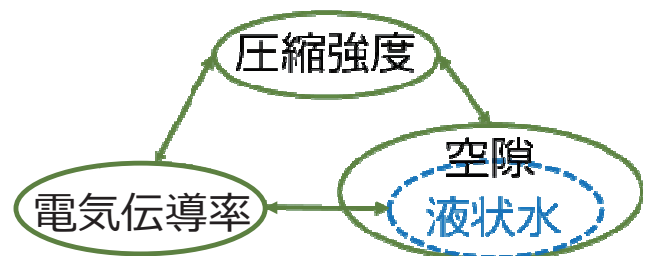


図-4 電気伝導率比と圧縮強度相関メカニズム