

コンクリートの含水比と比抵抗に関する実験的研究

奈良県 正会員 北峯博司
早稲田大学理工学部 正会員 関 博
東電設計株式会社 正会員 金子雄一

1. まえがき

鉄筋コンクリート部材の劣化の原因の一つには鉄筋の腐食が挙げられ、腐食のメカニズム、防食のための電気防食などについての研究が進められている。本研究では昨年度¹⁾に引き続き、これらと関わるコンクリートの物性としてコンクリート中の水分と比抵抗の関係を実験的に捉えることを目的とした。

2. 実験概要

2.1 供試体の作製と配合

セメントは、普通ポルトランドセメント、細骨材は相模川産川砂、粗骨材は八王子産砕石を使用した。

供試体の種類として、同一配合で塩分を添加または無添加の2種類のコンクリート、さらに、コンクリートの構成材料として、同じ水セメント比のモルタルおよびセメントペースト、粗骨材の合計5種類とした。

供試体の形状は全てφ50×50mmの円柱とした。コンクリート等の示方配合を表1に示す。なお、材令28日における圧縮強度を表2に示す。

2.2 実験方法

供試体を水温19℃の水槽で2週間吸水させた後、表3に示す環境に1週間放置した。供試体の重量を測定した後、交流、直流の2つの方法で比抵抗を測定した。上下面にカルボキシメチルセルロースを5.0%の塩化ナトリウム水溶液により重量比で3:25に溶解したゲル状の物質(以下CMCと記す)を塗り、銅板を貼付けた。図1に示す装置により、交流負荷電圧10mV、周波数範囲10kHz~100kHzでインピーダンスの測定を行ない、1kHzにおけるインピーダンス実数成分を比抵抗に換算した。また、直流10mAを供試体に印加し、極性を変えて電圧を測定し、その平均値を比抵抗に換算した。さらに、供試体を105℃に設定した乾燥炉内で1週間乾燥させ、その重量を測定した。

含水比は乾燥前の重量から絶乾重量を差し引いた重量を絶乾重量で除して求めた。

3. 実験結果および考察

インピーダンス測定結果の例を図2に示す。本図は20℃で水中に浸漬した塩分を添加していないコンクリートの測定結果の例である。また、コンクリートの含水比と比抵抗の測定結果を図3および図4に示す。

表1 示方配合

スランブ (cm)	フロン (mm)	空気量 (%)	粗骨材の 最大寸法 (mm)	W/C (%)	s/a (%)	単 位				量 (kg/m ³)			備 考
						W	C	S	G	混和剤 減水剤	量 A E 剤	添加剤 塩化ナトリウム	
11.0	-	6.6	13	60.0	50.0	176	293	862	879	2.93	0.045	15	コンクリート (塩分添加)
11.5	-	6.8	13	60.0	50.0	176	293	862	879	2.93	0.045	-	コンクリート (塩分無添加)
-	226	6.2	-	60.0	-	294	489	1439	-	4.89	0.073	-	モルタル
-	-	6.0	-	60.0	-	644	1090	-	-	6.44	0.069	-	セメント ペースト

表2 材令28日の圧縮強度

供試体の種類	圧縮強度(kgf/cm ²)
コンクリート(塩分添加)	3.04
コンクリート(塩分無添加)	2.76
モルタル	3.65
セメントペースト	2.18

表3 供試体の設置環境

温度	湿度
20℃	45%R.H., 60%R.H., 75%R.H., 90%R.H., 水中浸漬
35℃	45%R.H., 60%R.H., 75%R.H., 90%R.H., 水中浸漬
50℃	45%R.H., 60%R.H., 75%R.H., 90%R.H., 水中浸漬

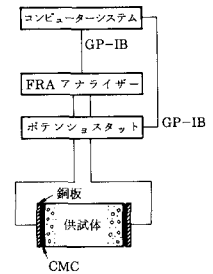


図1 インピーダンス測定装置

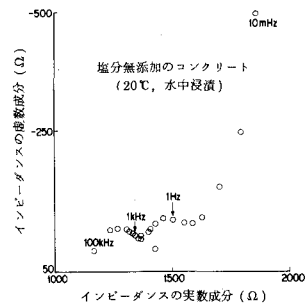


図2 インピーダンス測定結果の例 (Cole-Cole plot)

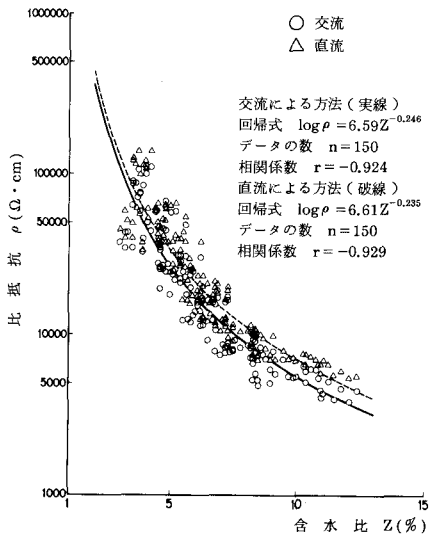


図3 含水比と比抵抗の関係(塩分添加, 全環境温度)

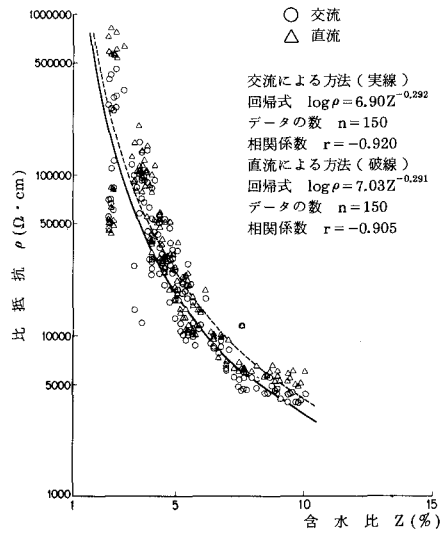


図4 含水比と比抵抗の関係(塩分無添加, 全環境温度)

図3および図4をみると、含水比と比抵抗の間に強い相関性があり、含水比の増加と共に比抵抗が減少する傾向がみられる。また、比抵抗の測定方法の相違をみると、直流による値が交流による値より大きい。これは銅板とCMC付近の電極反応に伴う分極による影響が加わるためと思われる。

同一温度で、湿度が小さい場合、塩分を添加していない方が添加した方より比抵抗が大きい、湿度が大きい場合、逆に塩分を添加した方が添加していない方より比抵抗が大きくなる傾向があった。また、同一の含水比における比抵抗を両者比較すると、塩分を添加した方が比抵抗が大きくなる傾向が得られた。

20℃で水中に浸漬したコンクリートの構成材料の比抵抗と含水比を表4に示す。表4より、セメントペースト、モルタル、コンクリートの順に比抵抗が大きくなっているが、これは骨材が含まれることにより単位水量が減少し、含水比が小さくなるためだと考えられる。ここで、コンクリートを単純にモルタルと粗骨材の混合物としてモルタルと粗骨材の電気抵抗が直列に接続されていると考えて比抵抗を計算すると、実測値より10倍近く大きな値を示した。これは、粗骨材の比抵抗はモルタルに比べてかなり大きな値であり、実際のコンクリートでは粗骨材を電流が流れていないからであると思われる。なお、CMCの比抵抗は他の構成材料に比べてかなり小さく、測定に与える影響は無視できるほど小さいということを確認している。

表4 コンクリートの構成材料の比抵抗と含水比

コンクリートの構成材料	比抵抗(Ω・cm)		含水比(%)
	直流による値	交流による値	
コンクリート(塩分添加)	8046	6868	9.2
コンクリート(塩分無添加)	6272	5697	7.7
モルタル	6098	5196	9.7
セメントペースト	2315	1556	30.2
粗骨材	133029	125209	0.5

4. まとめ

本実験の結果によると、以下のことが明らかになったと思われる。

- 1) コンクリートの比抵抗は含水比との間に強い相関性があり、含水比が大きいほど比抵抗が小さくなる傾向がある。
- 2) コンクリートの比抵抗の測定法の相違をみると、直流による値が交流による値より大きくなる。

《参考文献》

- 1) 北峯博司、関博、金子雄一：コンクリートの含水比と抵抗率に関する実験的研究，土木学会第45回年次学術講演会講演概要集第5部，1990年9月，pp.774~775