

硬化コンクリートの比抵抗と含水率の関係

建設省土木研究所 正会員 田中 良樹 建設省土木研究所 正会員 河野 広隆
同 丁 海文 同 同 鹿島 孝之

1. まえがき

新設コンクリート構造物の品質を評価したり、既設コンクリート構造物の健全度を診断する上で、硬化コンクリートの品質を非破壊で把握できる検査手法が望まれる。特に維持管理への影響が大きいと考えられる鋼材腐食を防止する性能に着目すると、硬化コンクリートの水セメント比(W/C)あるいは塩分等の浸透性を把握する必要がある。その一手法として、実構造物でも非破壊かつ簡便に測定できる比抵抗の測定に着目した。これまで、硬化コンクリートの比抵抗は湿潤養生下(飽水状態)においてW/Cや塩分浸透性と相関があることや、それらの関係が材齢とともに変化することなどを確認した¹⁾。硬化コンクリートの比抵抗はその中の水分の量、分布、導電性などと関連すると考

えられるが、W/Cや材齢ごとにそれらがどのように関係するかは必ずしも明確でない。この点について、以下の検討を行った。

表-1 コンクリートの配合

W/C (%)	スラブ (cm)	空気量 (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)				
				W	C	S	G	SP(Cx%)
25	25	0.7	41.8	160	640	675	956	2.6
30	23	0.4	44.8	160	533	763	956	1.8
40	22	1.3	48.2	160	400	874	956	2.0
55	8	3.6	45.0	165	300	819	1016	0.3

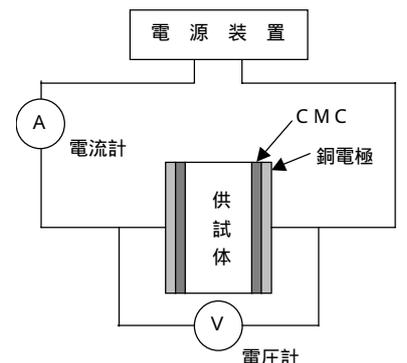
セメント:普通(3.20kg/cm³), 混和剤:ホリカルボン酸系高性能AE減水剤
細骨材:鬼怒川産川砂(2.62g/cm³), 粗骨材:岩瀬産砕石2005(2.66g/cm³)
※スラブ, 空気量は実測値

2. 方法

2.1 比抵抗, 含水率の測定

供試体はコンクリートの円柱供試体

10cm×20cmから5cm幅で切り出したものである。表-1にコンクリートの配合を示す。所定の測定時期(7, 30, 90, 545日)まで水中で養生した。図-1に比抵抗の測定方法を示す。電源は交流10V, 1kHzとした。なお、抵抗値の逆数が2.5%/で変化するとして²⁾、比抵抗の測定結果をすべて20の場合に換算した。含水率は、比抵抗測定後の供試体を1週間、105の乾燥炉で乾燥させた時の乾燥前質量と乾燥後質量の差を乾燥後質量で除した値とした。



CMC:カルボキシ・メチル・セルロースを5%の塩水と混ぜたもの

図-1 比抵抗の測定方法

2.2 TG-DTAによるゲル水量の測定

試料は、普通ポルトランドセメントと蒸留水を練り混ぜて、所定の期間(30, 90日)密封で養生したセメントペーストを粉碎したものである。W/Cは25, 30, 40, 55%とした。粉碎後、試料をアセトンにて水和停止させ、D-Dry乾燥を7日間行った。さらに、材齢30日の試料の半分は105で1週間、炉乾燥した。これらの試料をTG-DTA装置を用いて、100から125までの温度上昇中の質量減量を測定した。これを本文ではC-S-H中のゲル水量とする。

3. 結果

図-2に比抵抗とセメント水比(C/W)の関係を示す。C/Wが大きいほど比抵抗は大きい。また、C/Wごとに見ると比抵抗は材齢とともに増加する傾向が見られる。文献3)にも述べられているように、比抵抗は水和の進展に伴いコンクリート中の水分量が減少することによって大きくなると考えられる。図-3に材齢ごとに記号を変えて比抵抗

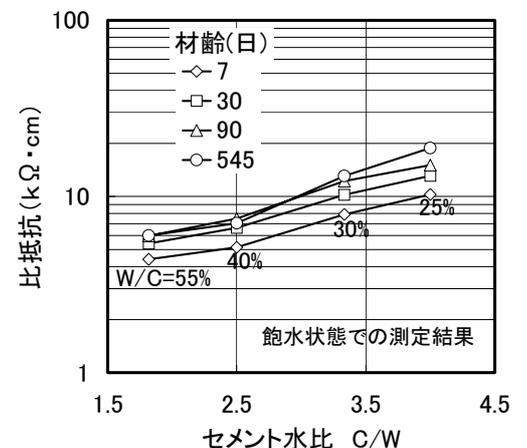


図-2 比抵抗とセメント水比の関係

キーワード: 比抵抗, 含水率, ゲル水

抗と含水率の関係を示す。材齢別に見ると文献 4)と同様に含水率が小さいほど比抵抗が大きい傾向が見られるが、材齢によって比抵抗と含水率の関係が少しずつ異なっていた。

図-4 に比抵抗の経時変化を示す。また、図-5 に含水率の経時変化を示す。図-2 でも見られたように比抵抗は材齢とともに増加する傾向にあるが、含水率の経時変化を見ると、材齢 7 日と 30 日の差はほとんど見られず、材齢 90 日以降に含水率の低下が比較的顕著に現れた。これまで比抵抗と含水率は相関関係があることから、含水率が減少したときに比抵抗が増加すると考えていたが、図-4,5 のように必ずしもそうでない結果が得られた。

図-6 に TG-DTA の結果から得られた材齢 30, 90 日における C-S-H 中のゲル水量(対セメント質量比で表す)と W/C の関係を示す。同図には、材齢 30 日後に炉乾燥した場合の結果も示す。この結果より、100~125 の範囲でゲル水の大部分が蒸発すると考えていたが、105 の炉乾燥でも長時間行ったときにはゲル水の多くが蒸発することが分かった。

もし、比抵抗が自由水量にほとんど依存するものであると考えると、C-S-H 中のゲル水の比抵抗が自由水に比べて非常に大きく、かつ自由水の比抵抗の材齢による変化がわずかであると仮定すれば、比抵抗が材齢とともに変化しているにもかかわらず材齢 90 日程度まで含水率が顕著に変化していなかったのは、105 炉乾燥による含水率の中にある程度のゲル水の量が含まれていることが一因であると考えられる。

4. まとめ

コンクリートの比抵抗と 105 の炉乾燥による含水率の間に明確な関係が見られるものの、材齢によって少しずつ異なっていた。これは 105 の炉乾燥による含水率の中にある程度のゲル水の量も含まれていることがその一因であると考えられる。今後、炉乾燥の温度を 105 よりも下げるなど、ゲル水まで蒸発させない、自由水量のより適切な測定方法を検討する必要があることが分かった。

謝辞: TG-DTA によるゲル水量の測定にご協力を頂いた(株)間組技術研究所佐々木肇主任研究員に感謝致します。

参考文献

- 1) 鹿島ら：コンクリートの電気抵抗による耐久性評価の基礎的研究，コンクリート工学年次論文報告集，Vol.21，No.2，pp.895-900，1999
- 2) W. Elkey et. al. : Electrical resistivity of concrete, Norwegian Road Research Laboratory, Pub. No.80, July 1995
- 3) 鳥居ら：セメント・フライアッシュ硬化体の比抵抗と塩化物イオンの拡散係数，コンクリート工学年次論文報告集，Vol.18，No.1，pp.951-956，1996
- 4) 北峯ら：コンクリートの含水比と抵抗率に関する実験的検討，第 45 回土木学会年講 ，pp.774-775，1990

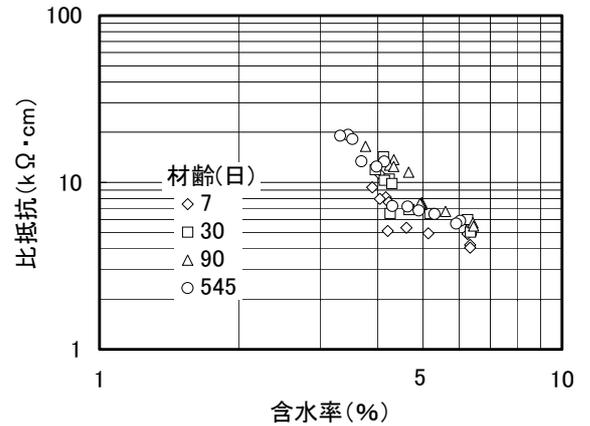


図-3 比抵抗と含水率の関係

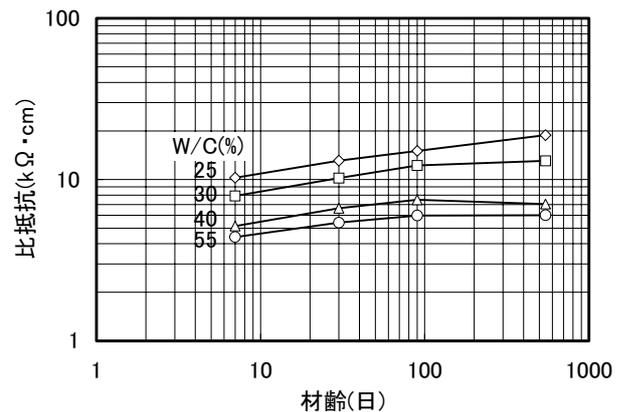


図-4 比抵抗の経時変化

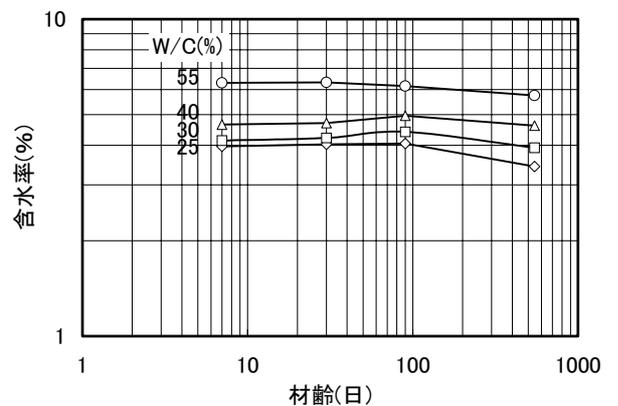


図-5 含水率の経時変化

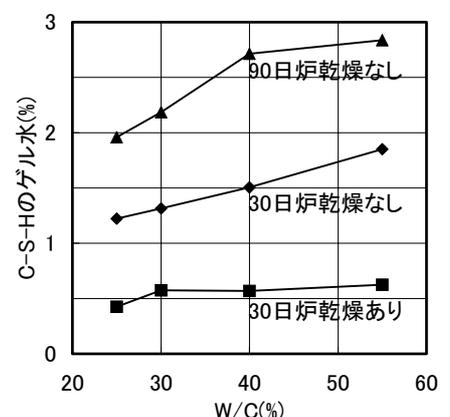


図-6 ゲル水量と W/C の関係