

V-337 コンクリートの表面弱化深さの測定方法

日本コンサルタント株式会社 正会員 梶尾 聡¹水道総合サービス株式会社 秋元要一²日本コンサルタント株式会社 正会員 石川陽一¹

1. まえがき

コンクリートを腐食する有害物質を含む水溶液に浸されているコンクリート構造物は、表面から有害物質が拡散浸透していき、表層のコンクリートが変質して、強度が低下する。強度低下の割合は表面ほど大きく、内部になるにしたがって強度低下の割合は小さくなり、ある深さからは健全なコンクリート強度となる。

表面から健全なコンクリート強度となるまでの深さを「表面弱化深さ」と呼び、この深さにいたるまでの強度変化の推移を含めて、表面弱化深さの測定方法に関する研究を行なった。

2. 表面弱化深さの測定方法

測定対象コンクリート構造物から、ボーリングによりコア供試体を採取し、この供試体の上表面の反発度をテストハンマ（シュミットハンマ）により測定する。次に、研磨機を用いて上表面から数 mm の層を除去して、再びテストハンマにより新研磨面の反発度を測定する。この操作を繰り返して、研磨除去した深さがコンクリートの健全部に到達したと考えられる深さから、更に数回繰り返して測定する。

終局反発度は、Boltzmann 式による回帰分析で求められるが、終局表面弱化深さは求められない。そこで、図1～4に示したように、回帰曲線の水平と見なせる部分と終局反発度とを結んだ直線が、回帰曲線から分岐する位置で垂線を降ろし、横軸と交わる位置の表面からの深さをアナログ解析した表面弱化深さとした。デジタル解析は、終局反発度から直接表面弱化深さを求めることは困難であるため、限りなく終局反発度に近い反発度として近似終局反発度を新たに導入し、近似終局反発度は終局反発度の 99.9 % と設定して、この近似終局反発度に対応する表面弱化深さを、デジタル解析した表面弱化深さとした。

3. Boltzmann 式について

化学反応などの自然現象は、究極的には物質を構成する分子・原子の性質とそのふるまいに帰着されるべきものである。Boltzmann は、粒子の数が膨大であるために、粒子のふるまいを支配する力学法則と、確率論的な見方を取り入れることにより、統計熱力学を創始した。Boltzmann 式は、輸送方程式とも呼ばれ、粘性、拡散、熱伝導、電気伝導などの輸送現象の解析に有用とされている。Boltzmann の回帰式は、以下に示す式として提案されている。

$$R = \frac{R_{\text{MIN}} - R_{\text{MAX}}}{1 + e^{(d-d_0)/k}} + R_{\text{MAX}}$$

R_{MIN} : データにより定まる R の初期値（初期極限反発度）
 R_{MAX} : データにより定まる R の最終値（最終極限反発度）
 d_0 : R_{MIN} と R_{MAX} の中心点の表面からの深さ座標
 $d = d_0$ のとき $R = (R_{\text{MIN}} + R_{\text{MAX}}) / 2$
 k : データにより定まる定数

4. 実施例

a. コア供試体の採取と試験方法

コア供試体は、水道水を貯留するコンクリート製水槽の水没部から採取した。水道水は殺菌のために塩素が含まれており、塩素は水と反応して塩酸を生成する。極く薄い塩酸ではあるが、長い間には、コンクリートの表面から塩化物イオンが拡散浸透して、表層部コンクリートを変質させ、強度を低下させる。

この供試体を用いて本方法で表面弱化深さを測定し、フェノールフタレイン法で中性化深さを測定した。

1. 〒135 東京都江東区清澄 1-2-23 TEL 03-3642-7821 FAX 03-3643-2047

2. 〒145 東京都大田区雪谷大塚町 4-9 TEL 03-3748-3061 FAX 03-3748-3065

b. 測定結果

測定結果を表1に示し、アナログ解析図の一部を図1～図4に示す。また、デジタル解析した表面弱化深さと中性化深さとの相関分析の結果を図5に示す。

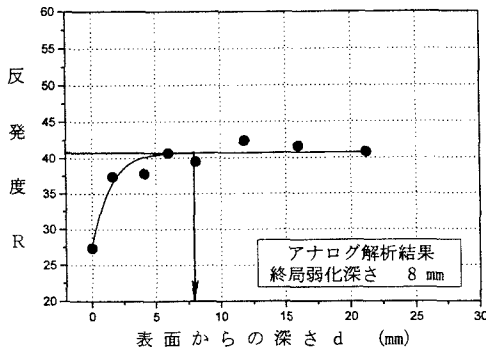


図1 コア番号1の解析図

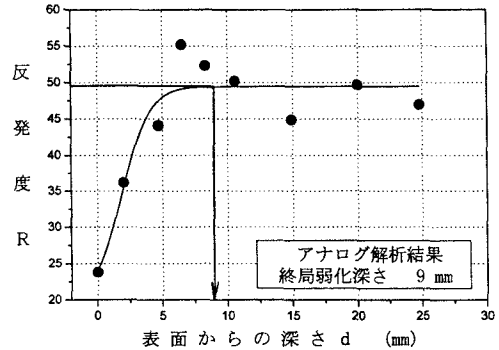


図2 コア番号2の解析図

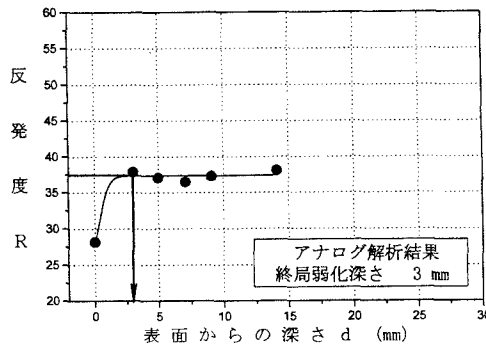


図3 コア番号3の解析図

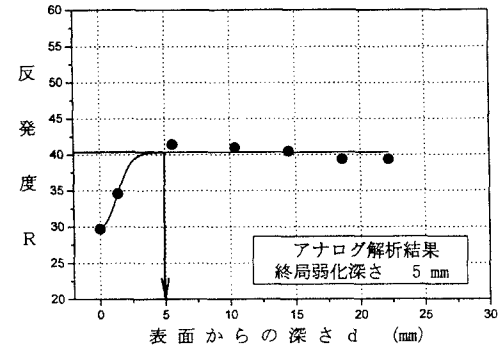


図4 コア番号4の解析図

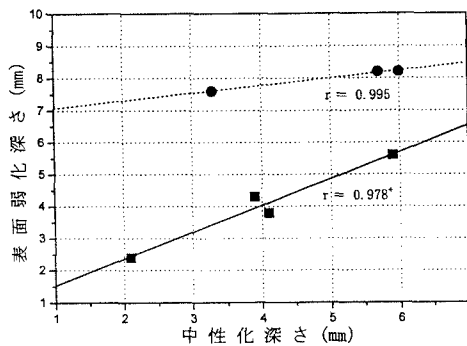


図5 表面弱化深さと中性化深さとの相関分析結果

表1 表面弱化深さと中性化深さの測定結果

コア 番号	表面弱化深さ			中性化深さ (mm)
	アナログ 解析 (mm)	デジタル 解析 (mm)	定数 k	
1	8	7.6	1.28	3.3
2	9	8.2	1.08	6.0
3	3	2.4	0.35	2.1
4	5	4.3	0.52	3.9
5	9	8.2	1.41	5.7
6	6	5.6	0.89	5.9
7	5	3.8	0.51	4.1

5. まとめ

本実施例の場合の表面弱化深さの測定結果は、2.4 mm ～ 9 mm の範囲内であった。表面弱化深さと中性化深さとの間の相関関係は、表面弱化深さと中性化深さがほぼ等しいグループと、表面弱化深さが中性化深さより大きいグループとの二つのグループに分れた。この理由については検討中である。

以上のように、本方法によれば表面弱化深さが測定できることが確認された。