

V-274 コンクリートの極初期強度法の現場への適用と要因定式化による材料管理精度の評価法に関する解析的研究

防衛大学校正会員 加藤 清志
浅野工学専門学校 正会員○加藤 直樹
日大生産工学部 正会員 河合 糺 茲

1. まえがき コンクリート構造物やプレキャストコンクリート製品の耐久性あるいは強度の信頼性確保は重要で、このための迅速な品質の評価法が種々研究されているが、「より迅速・簡易・安価・無公害・実用的・精度のよい」手法として、「極初期強度法」を開発した¹⁾。ここでは、「極初期強度法」の現場への適用とその有効性、また、要因定式化により努力目標としての材料計量管理水準等を明らかにした。

2. 「極初期強度法」の概要¹⁾ フレッシュコンクリートに急結剤(セメント系、主成分:カルシウムアルミネートおよび炭酸ソーダ、C×7%)を30秒間でまぜあわせる。このパサパサコンクリートをφ10×20cmの通常型わくに詰め、ランマー(土質試験用、2.5kgf、落高30cm、2層、各層25回)で突き固め成型する。急結剤添加時点から40分で「極初期強度」を求めた。

3. 極初期強度法の現場への適用とその有効性に関する検討 横浜市内D社の生コンプラントで、配合A ($S_L = 300\text{kgf/cm}^3$, $C = 358\text{kg/m}^3$, $W/C = 49.5\%$)と配合B ($S_L = 210\text{kgf/cm}^3$, $C = 267\text{kg/m}^3$ 、

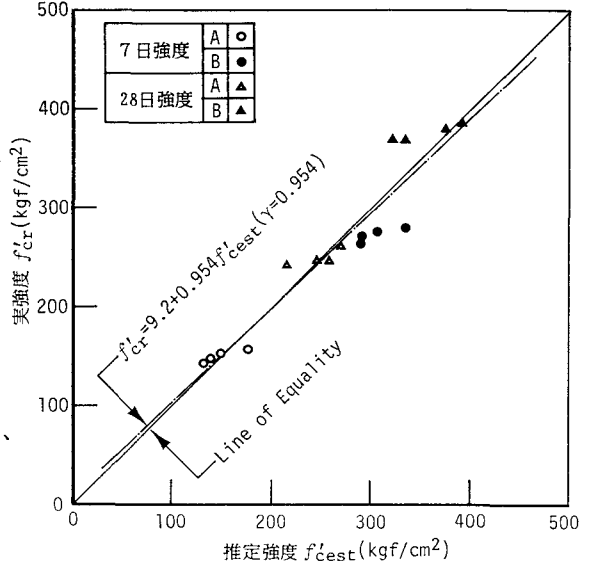


図-1 極初期強度による推定強度と実測強度との対比 (W/C=61.5%) に対し、製造直後から40分後の極初期強度からの推定強度(f'_{cest})と、7日・28日後の実強度(f'_{cr})との対比を図-1に示す。両者は等価直線上ではほぼ一致している。実用的には式(1)で与えられる。

$$f'_{cr} \approx 0.95 f'_{cest} + 10 \text{ (kgf/cm}^2\text{)} \dots\dots\dots (1)$$

4. 要因定式化と材料計量管理水準の検出

4.1 要因定式化 前報³⁾に示した配合により得られた極初期強度(E)-短・長期強度(f'_c)-単位セメント量(C) [または、セメント水比(R)]等の3要因2次元表示法による相関図についてはすでに示した。いま、28日強度(f'_{c28})に関する要因相関式を式(2)・(3)に示す。

$$f'_{c28} = -181.4 + 167.8E - 10.68E^2 + 0.8662C - 0.1523EC - 0.05398E^2 + 6.929 \times 10^{-5}C^2 + 3.480 \times 10^{-4}EC^2 + 4.858 \times 10^{-5}E^2C^2 \dots\dots\dots (2)$$

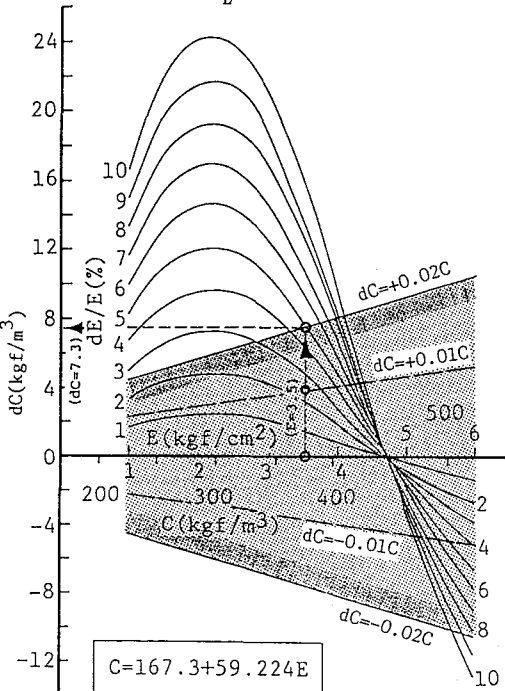


図-2 C・E誤差が同一パリティを与える相関図

$$f'_{c28} = -140.2 + 224.8E - 15.45E^2 + 0.9575R - 37.44ER + 12.18E^2R + 112.7R^2 - 37.82ER^2 - 0.1838E^2R^2 \dots (3)$$

4.2 材料計量管理水準一般式の誘導 要因変動が推定強度に及ぼす影響は”誤差伝播の法則”により式(4)で、また、各要因の推定強度に及ぼす影響度が同一パリティであるのが望ましく、式(5)が与えられ、よって、セメント計量誤差(dC)およびセメント水比計量誤差(dR)は、それぞれ、式(6)・(7)で与えられる。

$$(df'_c)^2 = (\partial f'_c / \partial E \cdot dE)^2 + (\partial f'_c / \partial R \cdot dR)^2 + (\partial f'_c / \partial C \cdot dC)^2 \dots (4)$$

$$\partial f'_c / \partial E \cdot dE : \partial f'_c / \partial R \cdot dR : \partial f'_c / \partial C \cdot dC = 1 : 1 : 1 \dots (5)$$

$$dC = (\partial f'_c / \partial E) dE / (\partial f'_c / \partial C) \dots (6)$$

$$dR = (\partial f'_c / \partial E) dE / (\partial f'_c / \partial R) \dots (7)$$

4.3 セメントおよびセメント水比計量誤差 上式の解析により、極初期強度平均誤差比(dE/E)をパラメータとすると、極初期強度とセメント計量誤差との関係を図-2に、同様にセメント水比との関係を図-3に示す。なお、示方書新・旧規定値も併記した。新規定では、セメントも水もきわめて厳密に計量されねばならない。

4.4 1%水量誤差確保の具体的手段 細・粗骨材の含水率をβ₁・β₂とすると、式(8)が与条件となる。いま、S・G:単位細・粗骨材量、P_w:プラントでの水量誤差とすると、

$$|S\beta_1 + G\beta_2 + P_w| \leq W \times 1\% \dots (8)$$

実用的配合³⁾(W/C=45~70%、スランプ=8~21cm)について、表面水率・吸水率の確保されねばならない範囲を図-4に示す。含水率とスランプとの関係を図-5に示す。粗骨材は配合に鈍感で、細骨材は配合にもスランプにも依存し、大きな水セメント比ほど厳密な含水率管理が必要とされる。

5. 結論 ①「極初期強度法」は、生コン工場等の品質管理に利用できる。②要因解析により、材料計量誤差の影響度を明らかにできる。③細・粗骨材の含水率の測定精度を明確にした。④含水率測定精度は粗骨材の方が細骨材より1.5~2.0倍も高く管理されねばならない。

<謝辞>資料を提供されたNMB川久保満次長、タイプ印書の防大佐藤純一事務官に謝意を表す。硬さ参考文獻>1)加藤・加藤・湯沢・増川・急硬化小澤・コンクリートの極初期強度に関する研究、コンクリート学会誌、1990.6、pp.343-346。2)加藤・加藤・津田:コンクリートの極初期強度に関する研究、同上、13-1、1991.6、pp.375-380。3)NMB:技術手帳、1990。

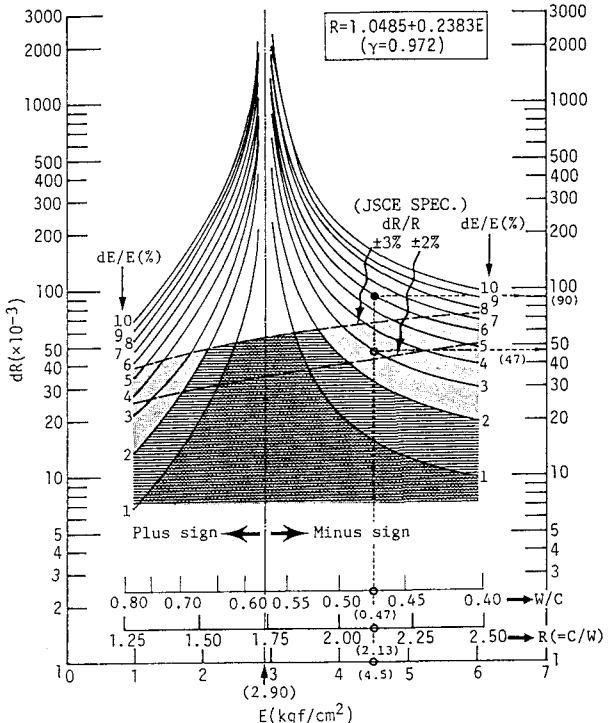


図-3 R・E誤差が同一パリティを与える相関図

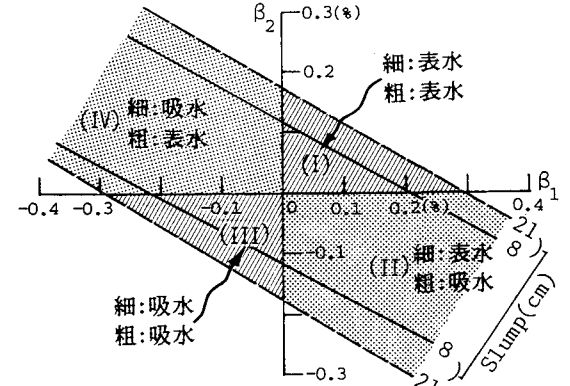


図-4 細・粗骨材の含水測定精度相関図

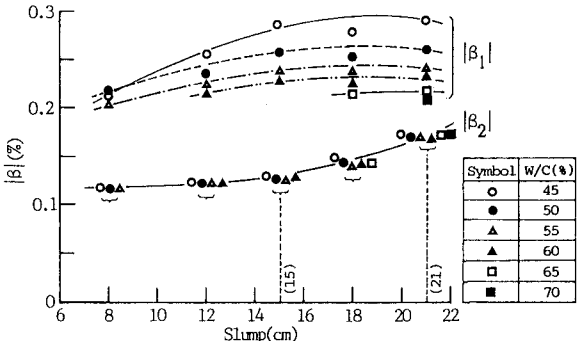


図-5 細・粗骨材の含水率とスランプとの関係