

論 文

[1058] 急速硬化促進されたコンクリートの極初期強度による長期強度
および単位セメント量の迅速評価法に関する研究

正会員 加藤 清志（防衛大学校）

正会員 ○ 加藤 直樹（浅野工学専門学校）

湯沢 敏雄（浅野工学専門学校）

正会員 増川 熊（日曹マスタービルダーズ㈱）

1. まえがき

社会資本としてのコンクリート構造物の耐久性および強度の信頼性確保の重要性は、全世界的な課題であり¹⁾、このための品質の合否の迅速な判定は²⁾、わが国内外を含め依然として根強く研究が行われている^{2)~5)}。

一般に、品質評価時間は、生コンの運搬時間の関係上、60分以内と言われている⁶⁾。

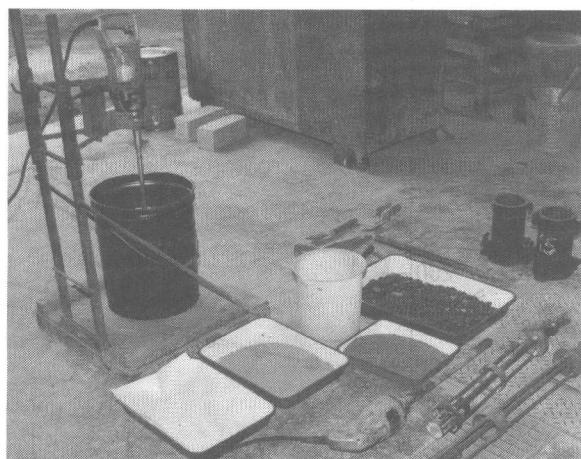
本研究は、従来の迅速評価法をふまえ、より迅速・簡易・無公害・安価・実用的で、精度よく特性値を求め得ることという社会的ニーズに対応できる、よりよい手法を示す。対象コンクリートとしては、吹付けコンクリートと普通コンクリートとを念頭におき、実験・考察した。

2. 本提案法の特徴

本提案法は、従来法のような特別な装置や専門知識を要せず、スクリーニングモルタルの作製等のプロセスを除外し、ダイレクトにフレッシュコンクリートを使用でき、判定用供試体寸法も、通常の管理用供試体と同一としているので寸法効果の影響も入らず、コンクリートシステムとしての物性を評価できることが大きな特徴がある。また、ごく初期の低強度といえども、コンクリートの特性値のひとつとして認識されるべきであり、ここに、従来法にないアイデアが潜んでいた。さらに、通常の品質管理のルーチンワークの一環として、大同小異の手法で、ごく初期強度から、短期・長期強度や水セメント比、単位セメント量の推定が可能であることである。

3. 実験手順と配合

(1) 実験手順 練りませ直後の、フレッシュコンクリートをペール缶に所要量採取し、急結剤（セメント系吹付けコンクリート用、主成分：カルシウムアルミネートおよび炭酸ソーダ）を規定量（前報⁷⁾の実績から、C×7%を採用したが、この理由は、6%では45分、8%では30分で評価可能であるが、6%では若干時間がかかりすぎ、8%では作業上、時間的余裕がない等の実状をふまえ、スムーズに進行する7%を採用した。）を30秒でませあわせた。写真-1に使用器具類を示す。この混入コンクリートを10φ×20cmの型わくに詰め、ランマー（手持ちの土質試験用のもので、重錘端面径5cm、重量2.5kg、落高



*1 前報¹⁾に、ソ連邦から関心が寄せられた。

写真-1 使用材料と器具類

*2 現場サイドからも、現実に強い要望があった。

30cm)で2層、各層25回で突き固めつつ成型した。キャッピングは、普通セメントに対しては、W/C=45%、混入率15%;早強セメントに対しては、W/C=50%、混入率15%のペーストを、ともに、板ガラス押し付け法で行った。急結剤添加練りませ時点からの所定経過時間(前述のように、前報の実績⁷⁾から、40分)で脱型し、直ちに、極初期強度を求めた。

(2) 使用材料と配合 セメントはN社製普通・早強セメント、細骨材は山砂(比重2.64)、粗骨材は混合碎石(比重2.66、最大寸法20mm)、急結剤(前述)等である。示方配合を表-1に示す。

4. 実験結果と考察

(1) 極初期強度と各材令圧縮強度との関係 i) 吹付けコンクリート強度の推定 NATM等の吹付けコンクリート強度推定のため、極初期強度($e f'_c$)と急結剤混入コンクリートの材令7日での強度($r f'_{c7}$)との関係を図-1に示す。普通・早強セメントコンクリートとも、その強度は極初期強度ときわめて高い相関係数をもつ1次回帰直線で表される。 ii) 普通コンクリートの短・長期強度の推定 図-2は普通セメントコンクリートに関し、標準養生された材令7日、28日強度と極初期強度との関係を示す。図-3は、早強セメントに関し、材令3日、7日強度との関係を示す。いずれも、極初期強度とはほぼ1.0に近い相関係数をもつ2次回帰曲線で表される。

(2) 極初期強度とセメント水比との関係 普通および早強セメントコンクリートのセメント水比と極初期強度との関係を図-4に示す。両因子は、相関係数0.97~0.99をもつ1次回帰直線

表-1 示方配合

配合比	スランプ (cm)	空気量 (%)	水セメント比 (%)	細骨材率 (%)	単位量(kgf/m ³)				〔備考〕 N P C : 普通 ポルトランド セメント H E S P C : 早強ポルトラ ンドセメント
					水	セメント	細骨材	粗骨材	
1:1:2	15(15.1~17.0)	1.0~1.5	41.5	33	217	523	523	1046	
1:1.5:3	15(14.1~15.7)	0.8~1.4	49.0	33	191	391	586	1172	
1:2:4	15(14.0~16.0)	0.5~1.5	59.0	33	182	309	618	1236	
1:3:6	15(15.0~16.8)	0~1.0	87.0	33	188	216	649	1298	

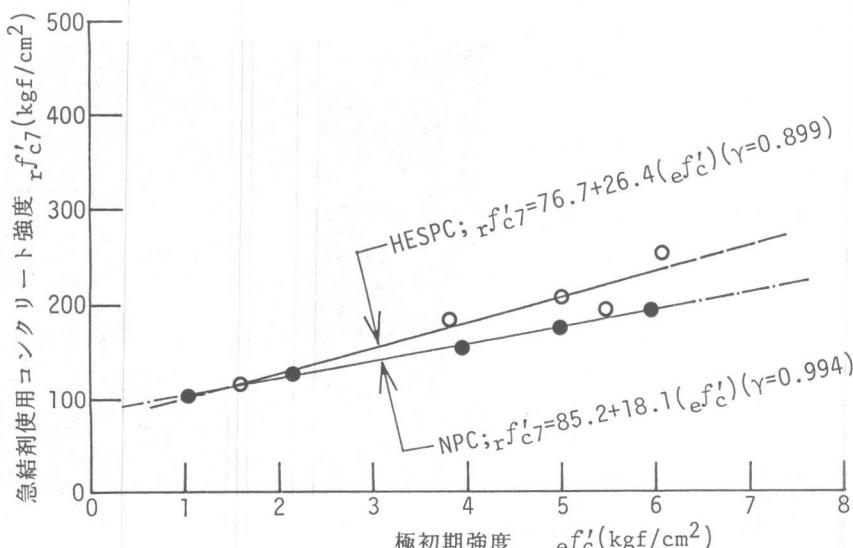


図-1 急結硬化コンクリート強度と極初期強度との関係

で表される。

(3) 極初期強度と単位セメント量との関係 普通および早強セメントコンクリート単位セメント量と極初期強度との関係を図-5に示す。両因子は、相関係数0.89~0.99をもつ1次回帰直線で表される。

(4) 物性評価のメカニズム セメント急結機構は複雑であるが、主成分の反応から大旨のメカニズムが推定されている。前述の主成分⁸⁾について、カルシウムアルミネートは練り水と接触し、直ちに急結硬化する。炭酸ソーダ Na_2CO_3 は、セメントからの Ca(OH)_2 と反応し、難溶性の CaCO_3 を生成する。したがって、 Ca(OH)_2 が消費されることと、 NaOH の生成等がセメントの水和反応をさらに促進させる。基本的には、コンクリートのペーストマトリックスの濃度およびその量がコンクリートの極初期強度の支配的要因であり、したがって、セメント水比、単位セメント量に直接的に連係することは当然といえる。

(5) 急結硬化 コンクリートの 破壊モード

極初期強度評価時の破壊モードは、載荷方向に大変形し、また、横方向には太鼓状に膨らみつつ圧壊するが、このような破壊モードは、土の一軸圧縮試験の場合と酷似しており、変形係数に相当する物理常数の定量的評価は次報にゆずる。

5.まとめ

従来の化学的、物理的、複合的各種の早期品質評価法に比し、安全・無公害・特別な知識や装置を要することなく、安価で、ほぼ普通の品質管理の手順に準じて急結材を添

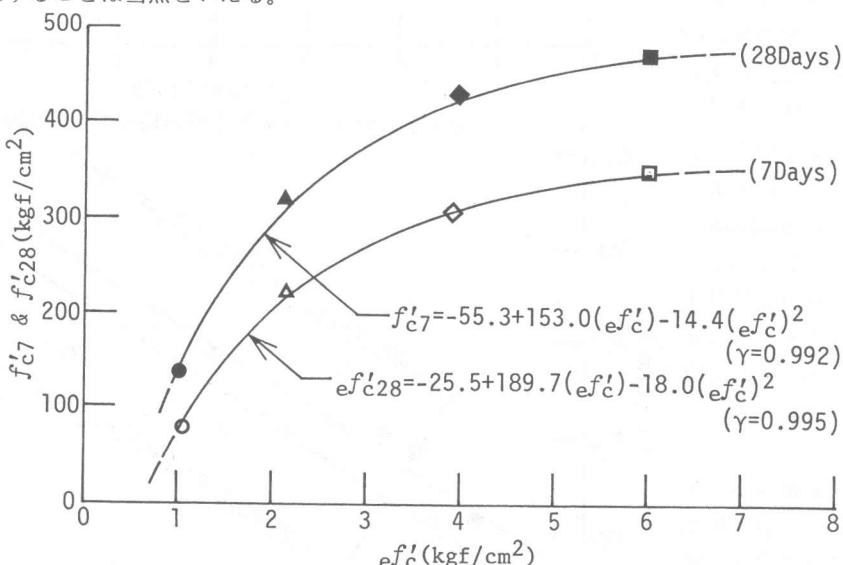


図-2 普通セメントの標準養生コンクリート強度と極初期強度との関係

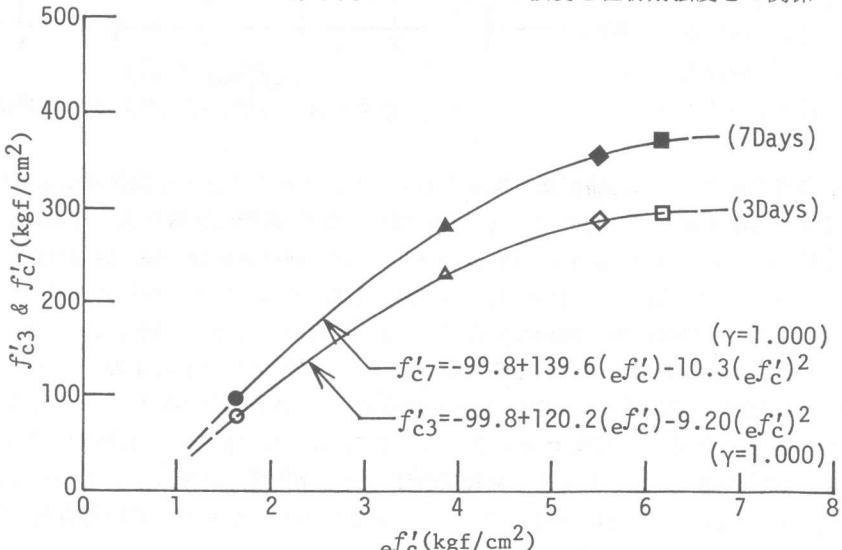


図-3 早強セメントの標準養生コンクリート強度と極初期強度との関係

加し、ランマーで強固に締固めるのみで、40分後に極初期強度を求めることができる。この低強度特性値は、普通および早強セメントコンクリートのほか、吹付けコンクリート等の短・長期強度、セメント水比、単位セメント量等と1次または2次の強い相関関係があることから、物性の迅速評価にきわめて有効であることを明らかにした。

＜謝辞＞本研究には、防大佐藤純一事務官、浅野工学専門学校卒研究生の助力を受けた。付記して謝意を表する。

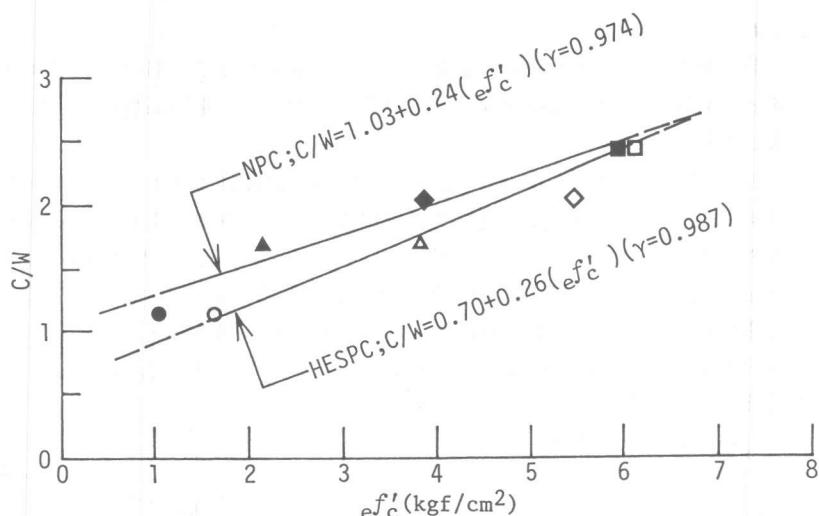


図-4 セメント水比と極初期強度との関係

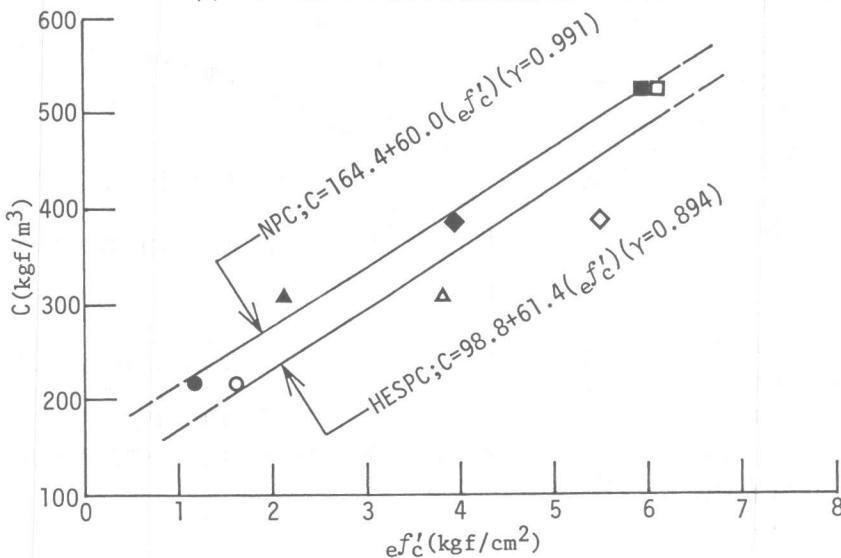


図-5 単位セメント量と極初期強度との関係

- ＜参考文献＞ 1) 加藤直樹・加藤清志：コンクリートの乾・湿潤作用による耐久性劣化とその対策、セ技年報、41、昭62.12、pp.359-362。 2) 学術講演梗概集A、日本建築学会(1989)。 3) Schlüssler, K.H. u.a.: Schnellmethod zur Bestimmung der Zementfestigkeit, beton-technik, B.9, N.3, S.91(1989)。 4) Naik, T.R. et al.: Determination of the Water-Cement Ratio of Concrete by Buoyancy Principle, ACI Mat. Jour., Nov.-Dec., pp.3-9(1989)。 5) 加藤清志・加藤直樹・近藤義行：フレッシュコンクリートによるコンクリート強度の迅速評価法に関する実験研究、43回セ技大会講演集、pp.264-267(1989)。 6) 政村兼一郎：1時間未満の判定が必要、月刊生コンクリート、V.7, No.11, pp.36-38 (1988)。 7) 加藤清志・湯沢敏雄・加藤直樹：コンクリートの極初期強度による品質迅速評価法に関する新提案、月刊生コンクリート、V.9, No.2, pp.50-54(1990)。 8) 日曹マスタービルダーズ技術資料：急結剤の作用機構について。