

(V-43) フレッシュコンクリートのせん断変形特性と長期強度との相関性に関する研究

防衛大 正会員 加藤 清志・浅野工専 正会員○加藤 直樹
日大生産工 正会員 河合 紘茲・横浜防衛施設局 鍋田 克己
総合コンクリートサービス 正会員 中村慶一・防衛大 正会員 鯉淵 芳伸

1. ま え が き

フレッシュコンクリートの変形あるいは流動特性の解明、また、この応用として適正な配合の決定のためにレオロジー的研究が行われてきた。これは主として物理学上の液体を対象とした回転粘度計の工学的応用であるが、コンクリートの一側面をとらえているのみである。この難点を克服するために”直接せん断試験法”を開発し¹⁾、品質管理への適用の可能性について報告した²⁾。本報では、さらに応用的に開発した”立体せん断変形試験器”により、フレッシュコンクリートの特性値を評価し、硬化コンクリートの推定法について検討した。

2. 実 験 方 法

(1)使用材料 セメントは普通ポルト、細骨材は山砂(S.G.:2.60)、粗骨材は混合碎石(S.G.:2.69)を用い、都内に実績のある表1に示す合計16種の配合のコンクリートを作製した。

(2)計測装置 立体せん断試験器(100×100×100mm)は、0.15mm/sのせん断変形を与え、荷重-変形曲線をX-Yレコーダー上に記録した。図1に試験装置の概況を示す。この特性曲線は、定速度せん断変形レオロジー曲線に相当する。

3. 実験結果と考察

(1)特性値の定義 図2は特性値の定義を示すが、せん断変形が80mm、40mmに対応するせん断荷重を、それぞれ最高値、中間値とした。レオロジー曲線①の1次回帰直線②の傾きをせん断変形係数

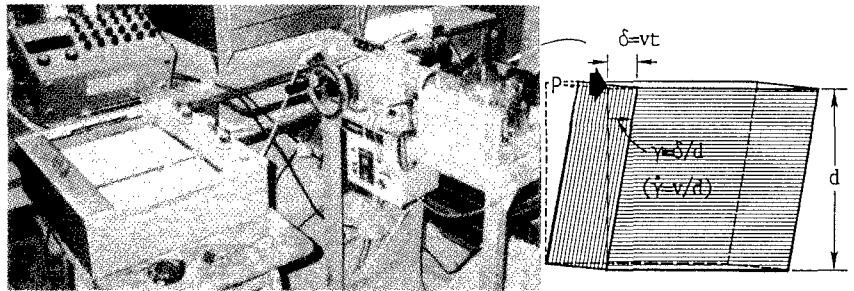


図1 立体せん断変形装置と試料変形状況

表1 示方配合(粗骨材最大寸法:20mm、エステル系混和剤:空気量4.5%)

呼び強度 (N/mm ²)	21				24				27				30			
スランブ (cm)	8	12	15	18	8	12	15	18	8	12	15	18	8	12	15	18
W/C(%)	66.3				60.5				55.1				50.8			
s/a(%)	45.2	45.3	46.1	47.6	44.2	44.2	45.1	46.5	42.9	43.0	43.8	45.2	41.6	41.7	42.4	43.8
C(kg/m ³)	239	248	255	267	260	268	278	291	284	295	305	320	308	319	333	349
W(kg/m ³)	158	164	169	177	157	162	168	176	156	162	168	176	156	162	169	177
S(kg/m ³)	848	840	845	858	822	814	819	829	790	783	785	796	753	746	743	753
G(kg/m ³)	1061	1046	1023	977	1073	1053	1043	990	1090	1060	1044	998	1100	1084	1044	1009
混和剤 (kg/m ³)	2.39	2.48	2.55	2.67	2.60	2.68	2.78	2.91	2.84	2.95	3.05	3.20	3.08	3.19	3.33	3.49

G、2次回帰曲線の切片を降伏値とした。(2)要因と強度との相関係数 表2に、一括してコンクリート要因と強度との相関係数を示す。セメント水比と強度関係は「混合則」をよく表しており、次に相関度の高いものは、「せん断変形係数-強度関係」で相関係数は約0.90以上で実用性がある。他の要因と強度との相関度はかなり低くなる。フレッシュコンクリートのワーカビリティ測定可能な要因としてのスランプ、スランプフローは相関係数は0.6程度であり、強度推定にはさらに改善の余地がある。(3)せん断変形係数と強度との関係 図3は、材齢7日、28日の場合の圧縮強度とせん断変形係数との関係を示す。式①、②にそれらの相関式を示す。

$$f'_{c7} = -0.093 + 0.0368G \quad (\gamma = 0.930) \dots\dots\dots ①$$

$$f'_{c28} = -0.388 + 0.0347G \quad (\gamma = 0.896) \dots\dots\dots ②$$

表2 7日、28日圧縮強度と8要因との相関係数

要 因	7 日 圧 縮 強 度	2 8 日 圧 縮 強 度
セメント水比 (%)	0.986	0.963
ス ラ ン プ (cm)	0.636	0.549
スランプフロー (cm)	0.625	0.610
単位容積重量(kg/m³)	0.430	0.559
せん断変形係数(N/mm)	0.930	0.896
降 伏 値 (N)	0.209	0.101
中 間 値 (N)	0.724	0.666
最 高 値 (N)	0.686	0.652

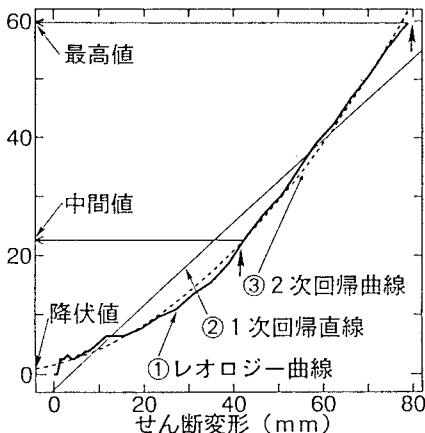


図2 せん断荷重-変形曲線と用語の定義

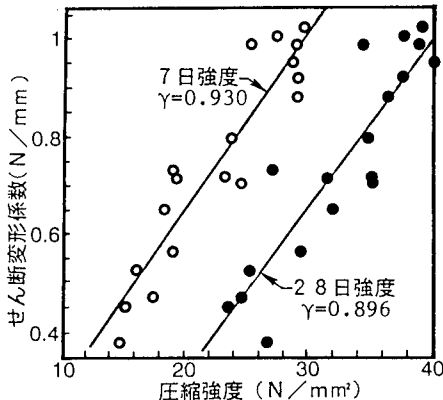


図3 せん断変形係数と強度との関係

(4)要因多重相関による強度推定と変動の範囲 1)要因多重相関 式③は、28日圧縮強度、セメント水比(C/W=X)、降伏値との多重相関の例である。

$$f'_{c28} = -56.07 + 10,312.9\tau_1 - 456.759\tau_1^2 + 77.541X - 10,492.2\tau_1X + 461,130\tau_1^2 - 15,118X^2 + 2,589.36\tau_1X^2 - 111,444\tau_1^2 \dots\dots\dots ③$$

2)強度変動量 本研究で採用した実用的配合の場合の強度とW/Cとの関係は、式④で与えられる。

$$f'_{c28} = -1.75 + 19.70C/W \quad (\gamma = 0.943) \dots\dots\dots ④$$

C、Wの許容計量誤差に伴う強度の変動量δfは、式⑤で与えられる。

$$\delta f = (\partial f / \partial C) \delta C + (\partial f / \partial W) \delta W = \pm 0.036C/W \dots\dots\dots ⑤$$

表1のC/Wは、1.5～2.0程度で、呼び強度21に対し、δf=±0.9N/mm²などが求まり、1)の精度を示す。

4. 結 論

- (1)フレッシュコンクリートのレオロジー特性値要因、配合要因、強度特性値間の相関関係の大小を求めた。
- (2)フレッシュコンクリートのせん断変形係数から長期強度推定を可能にした。
- (3)“mass effect”の指標である“せん断変形係数”は、立体せん断変形試験器により適確に求まる。
- (4)要因多重相関式により推定される強度の精度評価法を示した。

[謝 辞]ワープロは防大・治郎丸良英事務官の尽力によった。付記して謝意を表する。

[参考文献]1)加藤清志・南 和孝・北川 真:フレッシュコンクリートのせん断試験によるレオロジー評価、JCI論文集、V.10-2, pp. 327-330(1988). 2)加藤清志・加藤直樹・河合紘茲・中村慶一:フレッシュコンクリートのせん断強度特性、50回セ技講演集, pp. 40-41(1996).