

V-92

超硬練りコンクリートのコンシステンシーについて

都立大 正 国府勝郎

都立大 正〇川崎道夫

都立大 竹中浩輔

1. まえがき

近年、施工の合理化、省力化を考慮し、ダムや舗装において超硬練りコンクリートを用い振動ローラで締固めを行う工法が多用されるようになってきている。しかしながら、超硬練りコンクリートに関する既往のコンシステンシーの測定方法は、振動に対するコンクリートの軟らかさを適確に判定しづらいことから、適正な測定方法の開発が望まれている。本文は、超硬練りコンクリートのコンシステンシーについて、新しい考え方を提案したものである。

2. 締固め関数とコンシステンシーとの関係

一般的に、振動によるコンクリートの締固め過程は、沈下量の多い初期沈下、比較的沈下の少ない気泡の逸散期、ほとんど沈下が見られない安定期の3段階に区分されるが、この過程を数式で表したものが締固め関数と呼ばれる。村田らは、スランプ2～12cmとしたコンクリートについて、 $W_R = \rho \pi^2 f^2 a^2 t$ で与えられる振動エネルギーと締固め度 (f_c') との関係を調べ、ある振動エネルギー以上において式(1)の締固め関数が成立するとして提案した¹⁾。

$$f_c' = A(1 - W_R^{-B}) \quad (1)$$

式(1)は、コンクリートに加えた振動の振幅、振動数および振動時間にかかわらず1種のコンクリートの締固め過程は、必ず1つの式で与えられ、その曲線形は振動に対するコンクリートの性質を表す固有値A、Bに支配されることを意味している。ここにAは最大締固め度を表し、またBは締固め過程、すなわちコンクリートのコンシステンシーを与えている。本文は、超硬練りコンクリートにこの考え方を適用し、定数Bによりコンシステンシーが表せられる可能性を、締固め関数の存在の有無および配合の変化に対するコンシステンシーの感度から検討した。

3. 超硬練りコンクリートのコンシステンシー

3.1 実験の概要

使用材料 セメントは普通ポルトランドセメント、細骨材は表乾比重2.61、FM2.91の君津産山砂、また粗骨材は表乾比重2.65、FM6.65の美山産碎石2005をそれぞれ用いた。

コンクリートの配合 コンクリートは、近年特に注目を集めている道路用超硬練りコンクリートを対象とした。配合は、W/Cを35% ($k_p=1.5$) と50% ($k_p=1.3$) の2種とし、それぞれのW/Cに対し、kmを1.4、1.6および1.8の3種と定めた。配合を表1に示す。なお、ここに k_p は細骨材の空隙容積に対するペーストの容積比であり、またkmは粗骨材の空隙容積に対するモルタルの容積比を表している。なお、一部に二次製品を対象とした配合 ($W/C=40\%$, $s/a=50\%$, $w=104\text{kg/m}^3$) についても実施した。

表1 コンクリートの配合

W/C	k_p	km	単位量 (kg/m^3)			
			W	C	S	G
35	1.5	1.4	92	261	783	1392
	1.5	1.6	98	280	838	1304
	1.5	1.8	104	296	887	1226
50	1.3	1.4	97	195	828	1392
	1.3	1.6	104	208	891	1304
	1.3	1.8	110	220	932	1226

振動締固め実験 締固め実験は、電磁式加振機を用い、これに固定した $\phi 10 \times 20\text{cm}$ の型枠に試料を投入し、所定の時間、振動を加え行った。設定した加振機の振動条件は、振動数を75～200Hz、最大加速度を2～11.3G、また振動時間を15～360secの範囲とした。締固めを終了した供試体は、上面を仕上げた後JIS A1116によって充填率 ($=1 - \text{空気量}$) を求めた。締固め度は、供試体3個を1組とし、充填率で表した。

3.2 実験結果と考察

超硬練りコンクリートの締固め関数 図1は、超硬練りコンクリートについて求めた振動エネルギーと充填率との関係の一例を示したものである。図1より超硬練りコンクリートの場合も、振幅、振動数および振動時間にかかわらず一つの締固め関数が存在すると考えて良い。なお、表1の6種の配合についても同様であった。

コンクリートの配合とコンシステンシーとの関係

図2は、表1の配合について求めた km とコンシステンシー (B) との関係、すなわちモルタルの配合比を一定とし粗骨材量を変えた場合のコンシステンシーの変化を示したもので、両者の関係は、実用的にはほぼ直線と見なせる。同図から $km0.2$ の変化に対するコンシステンシーの変化は約0.01~0.02であった。一方、図中の実線は、コンシステンシーの変化 (dB) が、コンシステンシーと体積分率の変化 ($d\phi$) の積に比例するとし、さらに km を導入して求めた式 (2) によって計算したもので、計算値と実測値はほぼ一致している。

$$B = B_m \exp -K \left\{ \frac{1}{[km (1000 \rho_g / T_g - 1) + 1]} \right\} \quad (2)$$

ここに、 B_m : モルタルのコンシステンシー、 K : 粗骨材の形状に関する定数 (=1.11)、 T_g : 粗骨材の単位容積質量 (kg/m^3)、 ρ_g : 粗骨材の比重、 ϕ : コンクリートに対する粗骨材の体積分率

式 (2) から、コンクリートのコンシステンシーが比較的容易に得られるのでモルタルのコンシステンシーを実測し、計算で求めたコンシステンシーによって配合要因 kp および W/C の影響を検討した。図3は kp とコンシステンシーとの関係、すなわち砂量のコンシステンシーに与える影響を、また図4は W/C とコンシステンシーとの関係、すなわちペーストの濃度の影響をそれぞれ示したものである。これらにおいて、 kp が0.1 変化したときのコンシステンシーの変化は約0.03~0.08、また W/C が5%変化したときのコンシステンシーの変化は約0.04~0.08であった。従って、これらの配合要因の変化はコンシステンシーの変化として精度

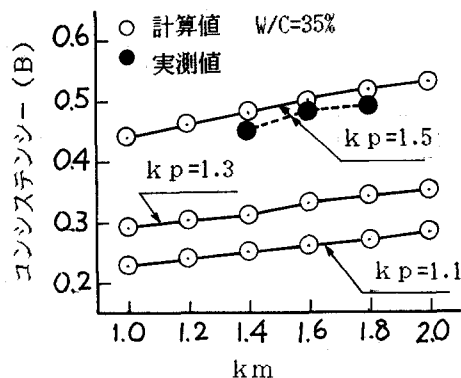


図2 km とコンシステンシーとの関係

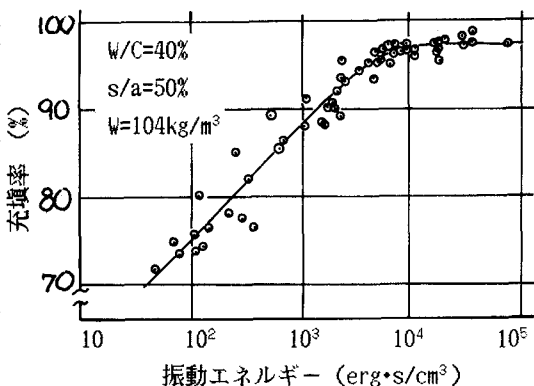


図1 締固め関数の一例

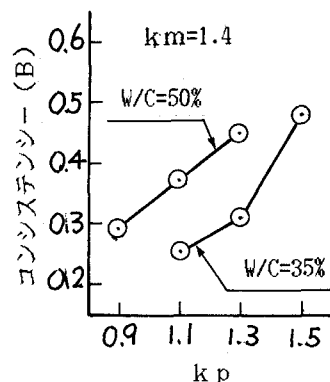


図3 kp と B との関係

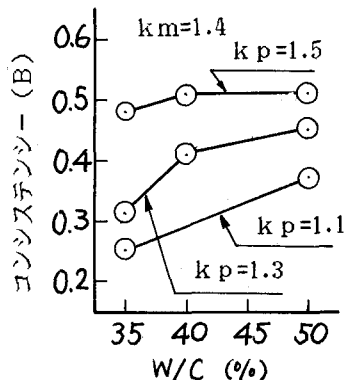


図4 W/C と B との関係

良く表すことが可能と思われる。なお、現在超硬練りAEコンクリートについても実施中であり、これについては当日報告する。以上より、締固め関数における定数 B を超硬練りコンクリートのコンシステンシーとして用いることは可能と思われる。なお、定数 B を容易に求められる試験方法についても現在検討中である。本文の作成に当り村田二郎都立大学名誉教授に貴重な意見を賜りました。ここに記してお礼申し上げます。

1) 村田二郎, 他: 振動締固めの評価方法に関する研究, セメント技術年報41, 1987