

V-147 超硬練りコンクリートの締固め特性

佐藤工業株式会社 正会員 弘中 義昭

佐藤工業株式会社 正会員 木村 定雄

1. まえがき

超硬練りコンクリートは、単位水量を極力減らしコンクリート打設の機械化を図る目的で近年種々の構造物に適用されつつあり、最近ではコンクリート舗装への適用も検討されている。

筆者等はこの超硬練りコンクリートの締固め機構の解明を目的として既に幾つかの室内実験を実施してきた。本報告は超硬練りコンクリートのコンシステンシー、締固め時間および締固め層厚を変化させてタンパーによる締固め実験を行い、硬化したコンクリートの品質に与える影響について検討したものである。

2. 実験概要

使用したコンクリートの配合を表-1に示す。コンクリートは傾斜式ミキサーで混練した後、40mmのウェットスクリーニングを行った。供試体の作成方法はコンクリートを初期密度 $2.1\text{t}/\text{m}^3$ として円形型枠（ $\phi 15\text{cm}$, $h=30\text{cm}$, 45cm , 60cm ）に投入し、タンパーで所定の時間締固めた。養生方法は標準水中養生とし、材令91日で圧縮強度試験および単位容積重量測定を行った。なお、高さ45cmおよび60cmの供試体は1/2の高さで分割し、上下層の品質の違いを調べた。表-2に本実験の因子とその水準を示し、表-3に締固めに用いたタンパーの性能諸元を示す。

3. 実験の結果と考察

図-1, 2に層厚45cmおよび60cmの供試体の締固め時間と密度比との関係を示す。図中、実線は上層、破線は下層の値である。図-1より、層厚45cmの場合VC値5秒では上下層の密度比は締固め時間30秒ではほぼ同様の値を示し、120秒以上になると上下層の密度比に逆転が見られる。これはVC値5秒の必要締固め時間が30秒程度で、これ以上締固めた場合は過剰な締固めになり、ブリージングの上昇等により上層の密度が低下するためと考えられる。また、VC値20秒の密度比は120秒程度で上下層の差がなくなる。しかし極端にペースト量の少ないVC値60秒の結果は上層の密度比が0.95程度となるが下層ではほとんど増加せず上下層の密度比の差は縮まらない。一方、図-2に示した層厚60cmの場合では、上層の密度比の変化は層厚45cmの場合とほぼ同様であるが下層の密度比の上昇傾向は鈍化する。このことから、締固め過程での上下層の挙動は、まず上層のコンクリートが締固められ、次いで締固め時間が増すにつれ徐々に下層も締固められていくものと考えられ単位水量が多い程、また、層厚が薄くなるほど下層の密度比の上昇は速くなる。また層厚60cmの場合、今回使用したタンパーの重量および起振力は小さく単に締固め時間を増やして密度比を上昇させることには無理がある。これは嶋津等の研究で示されるように、重

表-1 コンクリートの配合

VC (秒)	G _{max} (mm)	Air (%)	s/a (%)	W C+F (%)	単位量 (Kg/ m^3)					
					W	C	F	S	G	Ad
5	80	1.5±1	3.2	9.2	110	84	36	690	1506	0.3
20	80	1.5±1	3.2	7.9	95	84	36	710	1534	0.3
60	80	1.5±1	3.2	6.3	75	84	36	728	1569	0.3

表-2 実験の因子と水準

因子		水準
VC値	秒	5, 20, 60
層厚	cm	30, 45, 60
締固め時間	秒	10, 30, 60, 120, 180

表-3 タンパーの性能

起振力	Kgf	140
重量	Kgf	14
締固め面積	cm^2	170
振幅	mm	1.1
振動数	Hz	50

量や起振力が締固めエネルギーに対して大きな要因になるためと考えられる。図-3に各VC値ごとの空隙率と圧縮強度との関係を示す。同図には、両者の関係で締固め時間、層厚の差を考慮せず一律にプロットしてある。これらの結果から、VC値が小さい(w/cが大きい)配合の場合、圧縮強度と空隙率の相関は弱くなる。これは締固めが進行するにつれて適度な締固め時間の範囲ではコンクリート中のモルタルの上昇は空隙の充填に良好な結果をもたらすが、過剰な締固めを行なうと上層はブリージングによりw/cが増加し、空隙率は減少しても強度は低下するためと考えられる。一方、VC値が大きい配合の場合、モルタル量が少なく、ブリージングが少ないため、強度は空隙率に支配されるものと考えられる。このような性質を持つコンクリートの強度推定に、Popovicsあるいは加賀谷等は、w/cと空気量を考慮した式(1)を提案している。

$$f = \frac{A}{B^{w/c}} \times 10^{-ra} \quad (1)$$

ここに A, B: 硬化に関する定数

r: 材料に関する定数

f: 圧縮強度 (kgf/cm²)

a: 空気量 (%)

次にaを空隙率として今回の実験結果を式(1)に代入すると式(2)を得る。

$$\log f = 2.971 - 0.837(w/c + 0.044a) \quad (2)$$

図-4は、圧縮強度と(w/c+0.044a)との関係をプロットしたもので相関係数0.8742となり、両者には強い相関が認められた。したがって、超硬練りコンクリートの圧縮強度はw/cと空隙率に依存し、空隙率の許容範囲が設定できれば、空隙率と締固め時間(エネルギー)との関係から締固めに必要なエネルギーを算定出来ると考えられる。

4. あとがき

超硬練りコンクリートの締固め過程での上下層の挙動は、まず上層のコンクリートが締固められ、次いで締固め時間の増加とともに徐々に下層も締固められ、単位水量が多い程、層厚が薄い程下層の密度比の増加は速くなる。また圧縮強度は、w/cと空隙率とに依存し、w/cおよび空隙

率を設定することにより所要強度に必要な締固めエネルギーが算定可能になると考えられる。

<参考文献> 1) 藤津・見波・足立: RCDコンクリートの締固め実験、土木研究所資料N01980, 昭58.3

2) S. Popovics: New Formulas for Prediction of the Effect of Porosity on Concrete Strength, ACI Journal, Vol. 82, No. 2, March-April 1985. 8

3) 加賀谷・徳田・川上: 表面振動機による超硬練りコンクリートの締固めに関する基礎実験 土木学会論文集, NO. 384/V-7, 1987. 8

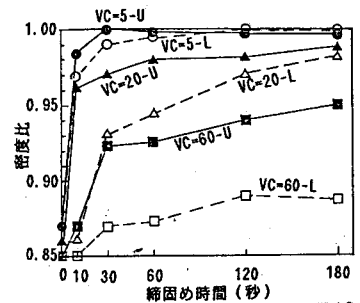


図-1 密度比と締固め時間との関係 (h=45 cm)

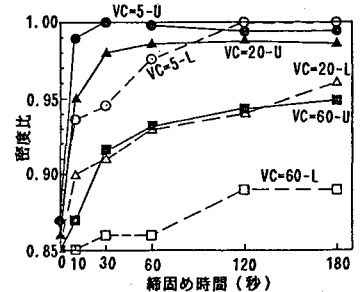


図-2 密度比と締固め時間との関係 (h=60 cm)

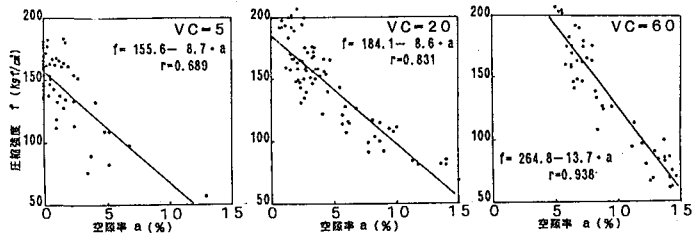


図-3 空隙率と圧縮強度との関係

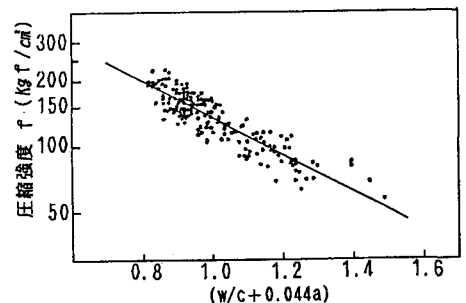


図-4 圧縮強度と(w/c+0.044a)との関係