

V-142 表面振動機によって締固めた超硬練り コンクリートの強度特性

秋田大学 正加賀谷 誠
正徳田 弘
正川上 洵

1. まえがき 超硬練りコンクリートの締固め時間と圧縮強度、引張強度および密度の関係を求め、その変化傾向を配合分析試験結果と内部構造の観察結果に基づいて検討した。

2. 実験概要 普通セメント、川砂、川砂利およびAE剤を使用した。コンクリートの配合を表-1に示す。締固めには、重量38kgf、振動数50Hz、振幅0.18cmの表面振動機を用い、15×15×35cmの角柱試験体を一層で締固めて作製した。締固め時間を15、60、120、180および300秒に変化させた。試験体の上・下層における配合を明らかにするため、同一締固め条件について2個の試験体を作製し、一方を配合分析試験、他方を空気量の測定に用いた。

材令26日において標準養生を行った強度試験用角柱試験体の上・下層からカッターにより一辺15cmの立方体供試体を切り出し、これらを材令28日における圧縮および引張強度の測定に供した。また、供試体の体積と重量から密度を求めた。強度試験における荷重載荷方向をコンクリートの打込み方向とし、引張強度は、1×1×15cm鋼製分布板を用いた割裂試験からこれを求めた。なお、φ15×30cm標準供試体を作製し、材令28日で強度試験を行った。

表-1 コンクリートの配合

Cmax (mm)	VC値 (sec)	空気量 (%)	W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m³)				
					W	C	S	G	A d
40	20±5	5.0±0.5	79.9	33.0	115	144	679	1346	0.10

同一締固め条件で作製した内部構造

観察用試験体の上・下層から立方体供試体を切り出し、これをコンクリートの打込み方向に切断して7.5×15×15cm試験片を作製した。さらに、試験片の切断面(15×15cm)を研磨仕上げし、実体顕微鏡により主として粗骨材粒周辺の空隙の分布状況を観察した。空隙はその大部分が骨材粒の上面、下面あるいは上・下両面に接して形成され、半月形ないし三日月形を呈していた。そこで、切断面に認められるすべての粗骨材粒に接する空隙の高さ方向における最大長さ(d)をその上面と下面についてそれぞれ測定し、各々の合計を骨材個数(n)で除した値(Σd/n)を求めた。これによって粗骨材粒の上面あるいは下面に接する空隙の大きさを評価することとし、これを空隙指標と呼ぶことにした。粗骨材個数は70~80個であり、測定には上記顕微鏡と最小目盛り0.1mmのスケールを用いた。

3. 実験結果 図-1に、締固め時間(VT)と上・下層の圧縮強度比(σ_{ci}/σ_{co})、引張強度比(σ_{ti}/σ_{to})および密度の関係を示す。 σ_{ci} と σ_{ti} は、上・下層の圧縮および引張強度であり、 σ_{co} と σ_{to} は標準供試体のそれらを示す。VTの増加に伴う圧縮強度比と引張強度比の変化傾向はほぼ等しく、VTとともに上・下層とも増加傾向を示し、それぞれ約

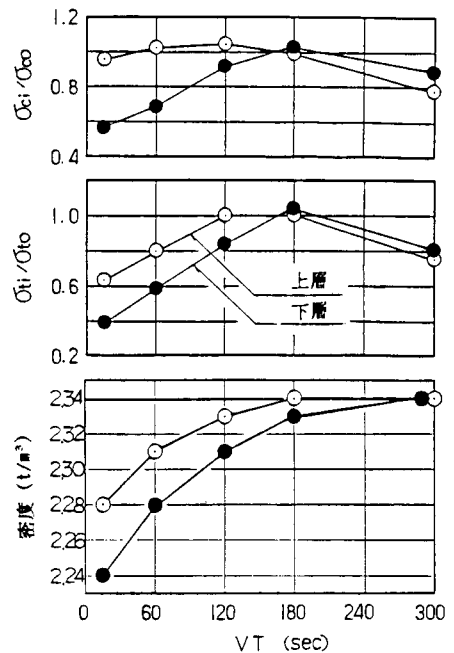


図-1 締固め時間と強度比および密度の関係

120秒 および180 秒で約100%に達する。この時まで上層の値が下層の値より大きい、その後大小関係は、逆転し、両者とも減少傾向に転じる。したがって、適切なVTは約180 秒と判断される。密度は、300 秒まで上層の値が下層の値より大きく、VTとともに増加する。このように180 秒以後密度の増加に伴う強度の増加傾向は、認められない。

図-2 に、VTと空気量(Air),水セメント比(W/C) ならびに各材料の単位量比の関係を示す。単位量比は、各層におけるある材料の単位量と示方配合におけるそれとの容積比である。Air は上・下層ともVTとともに減少傾向を示すが、下層では上層より約1%多い。単位水量比(w_i/w_o)と単位セメント量比(c_i/c_o)の経時変化傾向はほぼ同様であって、約180 秒まで下層の方が大きく、時間とともに上・下層でそれぞれ減少および増加の傾向を示し、両者の差は徐々に大きくなるが、その後、増減関係は逆転し、上層の方が大きくなる。W/C の変化傾向は水およびセメントの場合とはほぼ同様である。単位細骨材量比(s_i/s_o)の経時変化傾向は水およびセメントの場合とはほぼ同様であるが、単位粗骨材量比(g_i/g_o)ではその増減傾向がこれらの場合と逆になる。また、単位細粗骨材量比の変化範囲はおよそ0.9~1.1であり、他の組成成分の場合よりも小さい。

図-3 に、VTと空隙指標の関係を示す。VT= 180 秒程度まで、時間とともに粗骨材粒の上・下面における空隙指標は、減少傾向を示すが、その後増加傾向に転ずること、粗骨材粒の上面における空隙指標は、試験体の上・下層ともに各締固め段階で下面におけるそれより小さいこと、上層における空隙指標は、粗骨材粒の上・下面ともに各VTで下層におけるそれより小さいことが認められる。VT=180 秒以上で空隙指標が増加傾向に転ずるのは、締固め過剰段階に入ったからであって、締固め作用によって移動する空気泡が相互に合体して大きな空隙を形成するからである。このような現象は、図-2 から認められるように、この段階でコンクリート中の空気量はほとんど変化していないことから推測できる。また、粗骨材粒の上面の空隙指標が下面のそれより小さいのは、モルタルあるいはセメントペーストがその下面まで十分にゆきわたりにくいことによるのであり、上層より下層で空隙指標が大きいのは、下層ほど締固め効果が伝わりにくく、そのために下層ほど空気量が多いことによると考えられる。

4. まとめ 超硬練りコンクリートを角柱試験体に打込み、表面振動機によって締固めるとき、ある時間まで上層の強度の方が下層より大きく、また両者とも増加傾向を示すが、その後この大小関係は逆転し、両者とも減少傾向に転ずる。このような現象は、上・下層における水セメント比と粗骨材粒に接する空隙寸法の経時変化からある程度説明できる。

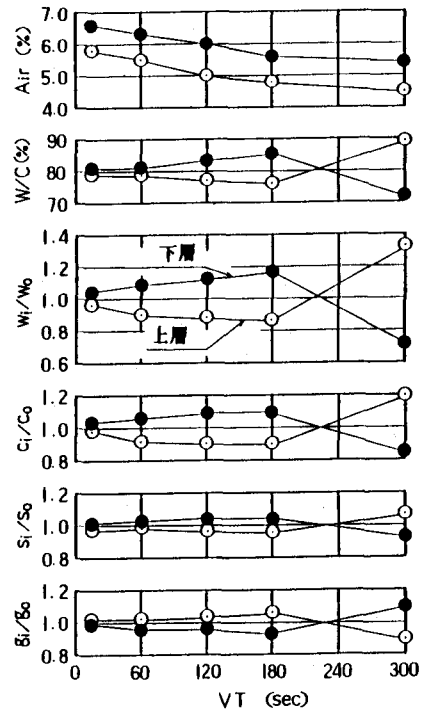


図-2 組成成分の経時変化

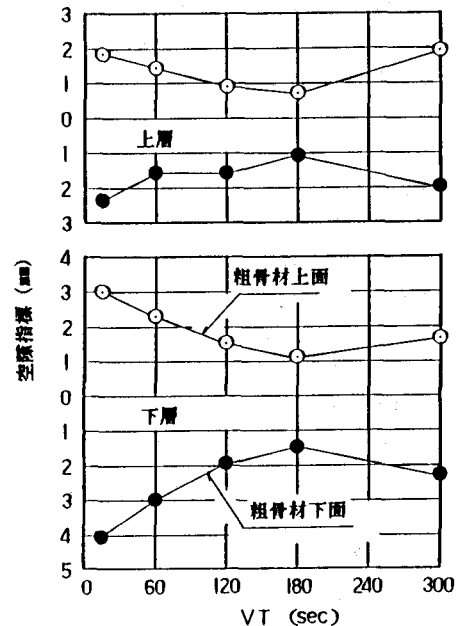


図-3 空隙指標の経時変化