

V-291 締固めがコンクリートの耐久性に及ぼす影響

武蔵工業大学 正会員 小玉克巳
協和電設（株）○正会員 大越一朗

1 はじめに

コンクリートの耐久性は空気量の相違によって変る事が一般に知られている。一方、コンクリート打設時には振動機による締固めが行われるが、締固めの相違によりコンクリートの空気量も変化し、その結果、耐久性にも影響を及ぼすものと考えられる。本研究は、棒状振動機を用い、振動時間を相違させて締固めた水セメント比の異なるAEコンクリートの空気量（気泡組織）の変化と凍結融解作用に対する耐久性との関係について論じたものである。

2 使用材料

セメントは、普通ポルトランドセメントを用いた。粗骨材は、八王子産砕石（比重2.66 最大寸法20mm）を用い、細骨材は、相模川水系産粗砂と館山産細砂を3：1で混合したもの（比重2.60 吸水率2.84% 粗粒率2.82）を用いた。混和剤は減水剤にリグニンスルホン酸塩系を用い、補助AE剤も使用した。

3 実験概要

コンクリートの配合は表-1に示す通りである。供試体は、10×10×40cmの角柱供試体を使用した。締

表-1 コンクリートの配合表

振動機の 最大寸法 (mm)	スラブ (cm)	空気量 (%)	水セメン ト比 (%)	細骨材率 (%)	単位量 (kg/m ³)					(1/m ³)	(1/m ³)
					水	セメント	粗骨材	細骨材	減水剤		
20	10±2	8±1	40	43	177	443	698	945	17.72	7.97	
20	10±2	6±1	50	45	173	348	769	960	13.84	4.15	
20	10±2	6±1	60	47	159	265	852	980	10.60	3.18	

固め方法は、棒状内部振動機を用い、各水セメント比に対して周波数を200Hzとし、図-1に示す順序で締固めを行い振動時間を三カ所の総和で、9秒、21秒、30秒、と変化させた。なお突き棒による締固めについてはJIS-A1132に準拠して行った。養生は20℃の水中で14日間行った。硬化コンクリートの気泡組織の測定は供試体一本につき図-1の斜線部分より採取した二個の供試片についてASTM-C457に準拠し、修正ポイントカウント法により行った。凍結融解試験はASTM-C666A法に準拠して行った。

4 締固めがコンクリートの気泡組織に及ぼす影響

本実験では振動機を挿入した部分の断面をV面とし、挿入部分より最も離れた断面をNV面とする。

図-2はNV面を例にとり気泡総数に対する粒径100μm以下及び100μm以上の気泡数の占有率を各水セメント比について示したものである。この図より振動時間が増加するにつれて気泡総数に対する100μm以下の気泡数の占有率は僅かずつ大きくなり、100μm以上の気泡数の占有率は小さくなる傾向にあることがわかる。水セメント比50%、60%においてはこの傾向が顕著であるが、水セメント比40%においては振動時間の増加に伴う占有率の変動はあまりみられない。尚、NV面とV面とを比較するとV面の方が同一振動時間に於てはNV面より100μm以下の気泡数の占有率はより大きく、100μm以上の気泡数の占有率はより小さい値を示し、その差が7～10%程度であるという結果を得た。

表-2はコンクリートの気泡組織を表わしたものである。この表より空気量の変化は振動時間が増加するにつれて大きく減少していることがわかる。

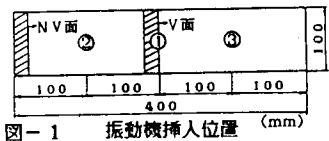


図-1

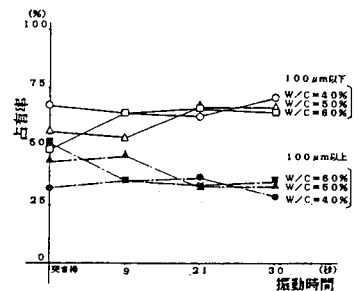


図-2

図-2及び表-2より振動機で締固めを行うと $100\mu\text{m}$ 以上の気泡は打ち込み面に向かって上昇、逸出し、 $100\mu\text{m}$ 以下の気泡は残存する傾向にあるということがいえる。また以上の事柄はどの水セメント比のコンクリートについてもいえる。次に締固めに突き棒を用いた場合、水セメント比が小さくなるに従い気泡間隔係数は小さい値を示している。一方、振動締固めを行うと気泡間隔係数は水セメント比50%、60%において振動時間が10秒では30%程度低下し、その後、振動時間が20秒から30秒と増加しても気泡間隔係数は $180\mu\text{m}$ 程度とほとんど変化していない。更に水セメント比40%では振動時間が10秒から30秒と変化しても気泡間隔係数はほとんど変化せず約 $170\mu\text{m}$ で一定している。また、各水セメント比においてV面とN V面の気泡間隔係数を比較するとほとんど差がみられない。

以上のことから振動締固めを行うと空気量の減少は $100\mu\text{m}$ 以下の気泡に影響されるものと考えられる。

平均気泡数、平均弦長は振動時間が伸びるにつれて小さくなり、比表面積は大きくなっている。これは振動締固めにより粗大な気泡が追い出され微細な気泡が残留していることを示している。またV面とN V面の気泡組織の変化を同じ振動時間において比較すると僅かではあるがV面の方がN V面より空気量の減少が顕著である。これは振動機との距離の相違により振動の伝播による影響が異なり、その差によって $100\mu\text{m}$ 以上の気泡が早く逸出するためと考えられる。

5 締固めが耐久性に及ぼす影響

図-3は振動時間と耐久性係数の関係を各水セメント比について示したものである。水セメント比40%は耐久性係数90%以上、水セメント比50%は80%以上と、いずれも振動時間、空気量、耐久性係数の影響を受けていないが、水セメント比60%については振動時間が増加するに従い耐久性係数が低下している。即ち振動時間10秒では耐久性係数51.9%、20秒では41.8%、30秒では35.1%、と耐久性係数が60%以下となっている。突き棒を用いて締固めたコンクリートでは耐久性係数74.0%という結果が得られた。また振動時間が増加するに従い、空気量が減少しても図-4より気泡間隔係数は $190\mu\text{m}$ 前後で変化していないことから水セメント比60%におけるコンクリートの耐久性は締固め方法によって大きく影響を受けるものと考えられる。

6 むすび

以上本研究の範囲内で次のことがいえる。振動締固めにおいては振動時間が増加するに従い空気量は減少するが気泡間隔係数はそれ程変化せず、耐久性係数は水セメント比による影響が大きいこと、また水セメント比が大きくなる程、締固めの影響を十分に考慮する必要があることも認められた。

表-2 コンクリートの気泡組織

	W/C (%)	振動時間 (秒)	空気量 (%)	平均気泡数 (個/cm ³)	平均弦長 (μm)	比表面積 (cm ²)	気泡間隔係数 (μm)	耐久性係数 (%)
V面	40	突き棒	5.73	4.14	138	290	167	94.2
		9	4.57	3.58	128	313	172	94.0
		21	4.27	3.16	135	296	188	92.5
		30	2.56	2.80	91	440	159	92.4
	50	突き棒	4.91	2.48	198	202	245	88.8
		9	4.27	3.04	140	286	185	86.2
		21	3.89	3.06	127	315	175	85.4
		30	3.42	2.69	127	315	185	87.8
	60	突き棒	5.77	2.30	251	159	264	74.0
		9	4.91	2.74	179	223	208	51.9
		21	3.42	2.61	131	305	179	41.8
		30	2.77	2.27	122	328	183	35.1
N面	40	突き棒	5.81	3.89	149	268	180	
		9	5.13	3.31	155	258	198	
		21	4.32	3.34	129	310	178	
		30	2.95	3.00	98	408	161	
	50	突き棒	4.23	2.34	181	221	239	
		9	5.21	2.99	174	230	210	
		21	4.44	3.80	117	342	152	
		30	4.53	2.90	156	258	201	
	60	突き棒	5.77	2.58	224	179	238	
		9	4.44	2.72	163	245	198	
		21	3.89	2.87	138	294	175	
		30	2.78	2.17	128	313	192	

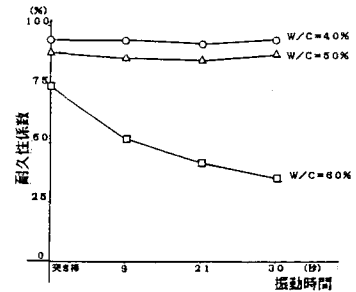


図-3 振動時間と耐久性係数の関係

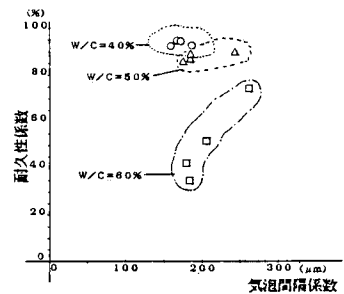


図-4 気泡間隔係数と耐久性係数の関係