

大分工業高等専門学校 正会員 丸山 巖
大分生コンクリート協同組合 右賀 静幸
同 上 上木 剛次
同 上 兼師 孝昭夫

1. まえがき コンクリート構造物の場合、コンクリートの強度ならびに耐久性等のほかに、表面に発生する気泡の問題がある。気泡の発生は外観を損うほか、品質に与える影響を無視できない場合も起る。

一般に、コンクリートの表面にできる気泡について論ずる場合、特に水利構造物では問題であり、海岸構造物では一層耐久性が損われやすく、その気泡1個当りの面積の大小と深さ、および発生率が問題となる。

表面気泡の発生は、コンクリートにとって宿命的存在であるように思われるが、ポンプ工法が一般的になった今日では従来より顕著になり、表面気泡の低減策に苦慮しているのが現状である。本実験は発生低減策の手掛りを得る目的で、法面勾配・配合等の差異が、表面の気泡発生に与える影響につき基礎的実験を試みたものである。

2. 予備実験(振動締固め時間の推定) コンクリートの締固めを、一般に用いられる電動式棒状バイブレーターを用いた場合、その振動時間が、表面気泡の発生、ならびに強度等に与える影響について予備実験を行い、本実験のための振動締固め時間を推定した。

2-1. 予備実験方法と結果 バイブレーター：φ32×420mm、型枠：φ150×300mm JIS規格シリンダー、締固め方法：一層詰めとし内部振動締固め、振動時間：5, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 180秒、脱型：脱型後48時間、供試体表面気泡検査：脱型直後目視による、養生：気泡検査後枕倉7日標準養生、配合：C=250^{kg}、SL=8cm、W/C=66%、S/A=41%、ビンゾール0.04%、供試体本数は各振動時間毎に3本とした。実験の結果は、5秒と10秒の供試体は、他の振動時間による供試体と比較して、1個の気泡面積が大きい(長軸向直径8mm程度)のが5~6個表面に発生した。全体的には20秒以上の振動を与えても顕著に気泡が減少するとは限らない。振動時間差による強度差は、振動時間5秒と100とした場合、他の供試体強度は95~99の範囲であった。なお、供試体中の粗骨材の沈降分離状況は、20秒と比べると顕著になるようである。振動時間は、これらの結果を総合判断して20秒を限度とすれば良いと推定した。

3. 本実験 3-1 使用材料 セメント：徳山普通ポルトランドセメント=比重3.17、細骨材：国産沖海砂粗骨材：大分県津久見産石灰石、表1に骨材試験結果を示す。

表1 骨材試験結果

種別	比重	吸水率 %	粗粒率 F.M. %	有害物含有量			単位容積重量 kg/m ³	実収率 %
				洗い試験 %	粘土塊 %	有機不純物		
細骨材	2.58	1.96	2.60	1.47	0.56	良	1520	—
粗骨材	2.70	0.70	6.57	0.78	0.00	—	1620	60.6

3-2 型枠 型枠は組立式鋼製型枠とし、水密性をもたせるとともに法面は10mm厚ガラス板を用いてブリージング・気泡の発生状況等を観察できるようにした。(型枠の形状・勾配は図1参照)

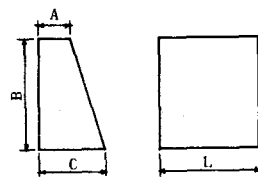
3-3 配合 コンクリートの配合は、セメント量・スランプの変動による影響を考慮して、表2に示すとおりとした。

3-4 供試体の種類 配合および法勾配の差異による気泡発生率の変動を期待して、表3に示すような種類の勾配と、6種類の配合による18種類とした。

表2 配合表

配合	Gmax mm	slump cm	air %	W/C %	S/A %	単位量 kg/m ³				
						W	C	S	G	admix
A	20	8±2.5	4±1	69.6	45.7	174	250	860	1067	0.10
B	15	15±7	—	76.8	46.2	192	—	847	1032	—
C	21	11.5	—	86.5	53.6	217	—	947	859	—
D	8	2.5	—	52.3	42.0	176	350	752	1086	0.14
E	15	—	—	54.9	40.7	192	—	712	1086	—
F	21	11.5	—	62.0	47.0	217	—	792	934	—

供試体の形状寸法は図1に示すとおりである。



こう配	傾角	A	B	C	L
1:0.1	°	150	500	200	450
1:0.3	°	°	°	300	°
1:0.5	°	°	°	400	°

図1 供試体寸法

3.5 打設方法および振動時間 打設は、二層打ちとし一層目は型枠直高 $\frac{1}{2}$ まで、二層目は天端まで角スツプを用いて投入した。振動位置は、一層目とも図2に示すように4箇所とした。振動は各層ともパイプレーターを挿入してから引抜くまでとし、その時間を1箇所当り20秒一定とした。

3.6 気泡およびブリージングの観察 型枠ガラス面を透し、コンクリートの打設始めより終了するまで、および振動締固め終了時より90分間、コンクリートの法面気泡の発生過程と、ブリージングの発生過程を目視により観察した。なお両者を8mmとスチル写真により連続記録した。

表・3 供試体の植類

セメント スランプ	250kg/m ³			350kg/m ³		
こう配	8±2.5	15±2.5	21±1.5	8±2.5	15±2.5	21±1.5
1:0.1	1	4	7	10	13	16
1:0.3	2	5	8	11	14	17
1:0.5	3	6	9	12	15	18

1~18=供試体番号を示す

4. 結果および考察 今回行った模型実験の結果をとりまとめてみる、およそ次のようにいえる。

1) ブリージング 実験配合によるブリージング(90分) 試験結果を図3に示す。

ブリージングが多いと、打設終了後、15分で写真1-Bのように、法面に発生してから徐々に進行し60分経過時までは写真1-Cのように発達する。最後は法面全体に顕著な痕跡を生じる。従つて、この場合は気泡自体は発生しにくいようである。

2) 勾配と気泡との関係 図4に示すように勾配が大きくなると多発すること、定性的にいえる。発生状況は、勾配・スランプとも大きい場合、特に気泡と水泡が混在し、法面にブリージングの痕跡が目立つ。

3) セメント量と気泡の関係 定性的には図5のように、気泡はセメント量が多い程少くなる傾向があり、コンクリート表面の光沢を増す。

4) スランプと気泡の関係 定性的には図6のようにスランプが大きくなると気泡は少なくなるといえる。21cmになると、法面はブリージングによる不足率面積が大となる。スランプ15cm程度の時は、セメント量・勾配にあまり関係なく法面に気泡とブリージングの痕跡が共存する。

その他、スパーキングは気泡を減ずる策として効果がある。

おわりに 本実験の結果、定性的傾向を把握できた、本実験も継続中である。最後に、本実験を実施するに当たり、九州徳山生コン工場長・大分生コン協会の技術助成の提供に多大の援助が得られ、深謝する。

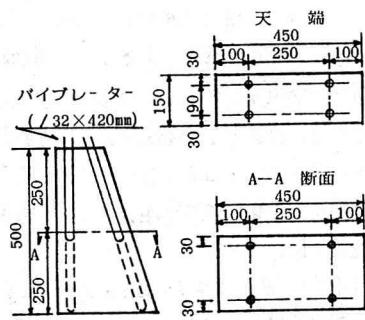


図2 パイプレーターさそう入位置 (単位mm)

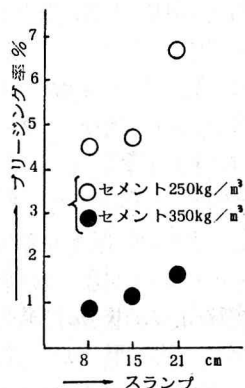
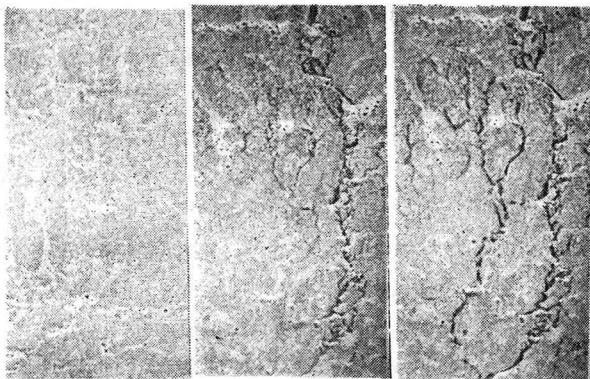


図3 スランプとブリージングの関係



写真・1 法面ブリージングの発生状況 (C=250kg/m³ SL=15cm, 105)

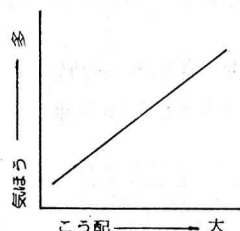


図4 法こう配と気ほうの関係

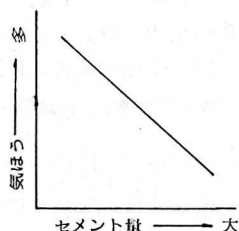


図5 セメント量と気ほうの関係

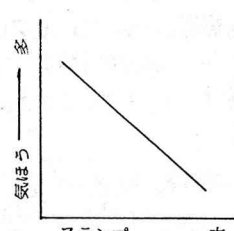


図6 スランプと気ほうの関係

参考文献 高木善和監修：コンクリートの構造物の表面に発生する気泡によるコンクリート劣化 Vol.1 No.10 1971 中山・西本・石本・山本・大石：コンクリート製曲面の気泡低減策について、技術年報34, 555, 562