

住友建設(株) 正会員 高橋 猛
 富岡貞夫
 西本好亮

1. まえがき

近年、北極圏における石油開発が活発になる中で石油掘削リグにその安全性、経済性などの理由、更に水深の関係による吃水制限により軽量コンクリート製のもが使用される様になってきた。一般に軽量コンクリートは骨材をプレウエチングする事やコンクリート打設時に吸水する事により凍結融解に対する抵抗力を失う傾向が認められている。このため、本実験は絶乾状態の人工軽量骨材を使用し、低水セメント比の高強度軽量コンクリートを対象とし耐凍結融解性を実験的に検討したものである。

2. 実験概要

2-1 使用材料及びコンクリート配合

使用材料を表-1に示す。コンクリート配合は表-2に示す様に単位セメント量を520kg/m³から583kg/m³まで変化させるとともにシリカヒュームの添加量をセメント量の0%から12%まで変化させた。又、一部の配合については比較のために軽量骨材を15%プレウエチングしたものを使用した。

表-1 使用材料

- 1) セメント：中庸熟ポルトランドセメント
- 2) 細骨材：砕砂(比重=2.62, FM=2.91)
- 3) 粗骨材：絶乾軽量骨材(B, M)
- 4) シリカヒューム：国内産(2種類)
- 5) 高性能減水剤：ポゾリス No. 1450
- 6) A E 剤：ポゾリス No. 202
- 7) 流動化剤：ポゾリス NP-20R
- 8) 遅延剤：パリック T

2-2 練り混ぜ方法

コンクリートの練り混ぜ方法は強制練りミキサーを用い全材料投入後1分間練り混ぜ、その後30分間放置しスランパ空気量、単重を確認した。流動化は強制練りミキサーにより行なった。練り上がり30分後又は流動化直後のフレッシュ・コンクリートの物性及び材令4週の圧縮強度を表-2に示した。

2-3 凍結融解試験

構造物の実環境下での耐凍結融解性を判定する方法は確立されていないため、配合NO.1からNO.15はASTM C

666 A法に準じて行なうとともに、配合NO.16からNO.18は-32℃~+7℃の空中凍結融解試験を実施した。そのサイクル時間と温度との関係を図-1に示す。

2-4 硬化コンクリートの空気量及び気泡間隔係数

硬化後のコンクリートの空気量及び気泡間隔係数を配合NO.2及びNO.4からNO.10についてASTM C457に規定される修正ポイントカウント法に準じて求めた。

3. 実験結果

No.	W/C+SP (%)		重量 (kgf/m ³)			SL	AIR	σ ₂₈	養生方法	流動化	備考
	W	S/A	W	C	SP	(cm)	(%)	(kgf/cm ²)			
1	33.0	33.8	175	530	0	20.5	5.0	512	気中	無	
2	31.5	32.9	175	556	0	14.0	5.4	557	気中	無	
3	30.9	31.8	180	583	0	6.5	14.7	571	気中	無	
4	31.0	30.0	180	581	0	14.0	6.2	528	水中	無	
5	30.2	30.0	186	580	6	18.5	6.4	587	水中	無	
6	29.2	30.0	190	580	12	7.5	5.8	598	水中	無	
7	31.0	30.0	180	581	0	25.0	5.7	474	水中	有	
8	30.2	30.0	186	580	6	24.5	5.0	652	水中	有	
9	31.0	30.0	180	581	0	20.5	8.2	478	水中	無	P.W 15%
10	30.2	30.0	186	580	6	20.0	6.2	568	水中	無	P.W 15%
11	27.7	30.0	180	580	12	16.0	4.9	638	水中	有	P.W 15%
12	29.2	30.0	190	580	12	21.5	5.5	630	水中	有	
13	30.8	33.2	160	520	0	6.5	6.0	510	水中	無	
14	29.2	30.0	190	580	12	19.0	6.9	521	水中	無	遅延剤使用
15	29.2	30.0	190	580	12	10.5	5.9	586	水中	無	
16	30.0	32.0	175	583	0	11.0	8.9	446	水中	無	低温実験用
16'	30.0	32.0	175	583	0	11.0	8.9	488	水中	無	低温実験用
17	29.2	32.0	175	583	3	10.5	7.7	521	水中	無	低温実験用
17'	29.2	32.0	175	583	3	10.5	7.7	557	水中	無	低温実験用
18	28.3	32.0	175	583	6	8.0	6.4	590	水中	無	低温実験用
18'	28.3	32.0	175	583	6	8.0	6.4	610	水中	無	低温実験用

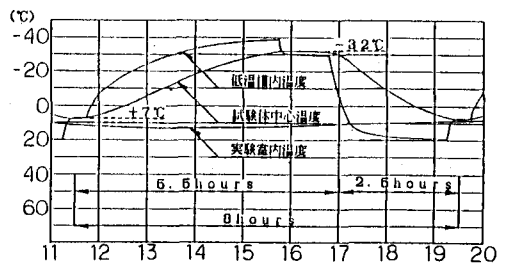


図-1 低温実験用凍結融解サイクル

表-3 ASTM C 666による凍結融解試験結果

NO	F.A (%)	H.A (%)	S.A cm ²	L A	*Relative Dynamic Modulus of Elasticity															Weight Change in Percent									
					0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300			
1	5.0	-	-	-	100	93	94	94	94	95	94	96	95	96	96	0	3	3	3	4	4	5	5	5					
2	5.4	8.8	252	158	100	99	99	99	99	99	100	100	101	101	101	0	1	1	1	1	2	2	2	2					
3	4.7	-	-	-	100	102	102	102	102	103	103	103	104	104	0	0	-2	-2	-2	0	0	0	1	1					
4	6.2	4.2	273	218	100	100	101	101	101	100	-	-	-	-	0	1	0	0	0	0	0	0	0						
5	6.4	5.1	270	203	100	100	100	101	100	100	100	99	99	98	98	0	0	0	0	0	0	0	0						
6	5.8	4.8	307	185	100	100	100	101	101	101	101	101	102	102	0	0	0	0	0	0	1	2	2						
7	5.7	4.6	301	189	100	100	102	102	101	102	100	100	100	98	98	0	0	0	0	1	2	2	3						
8	5.0	5.0	228	250	100	100	101	100	99	94	86	78	72	66	58	0	0	1	1	5	7	1.4	1.5						
9	8.2	8.3	187	233	100	101	101	102	102	102	102	102	102	102	0	0	0	0	0	1	2	2	2						
10	6.2	5.6	204	251	100	100	100	98	96	96	91	92	89	86	82	0	1	0	0	1	3	6	9						
11	4.9	-	-	-	100	99	100	100	100	100	98	94	78	56	40	0	1	2	2	3	4	7	1.8						
12	5.5	-	-	-	100	100	102	103	100	103	104	100	103	100	101	0	1	1	0	2	3	3	3						
13	6.0	-	-	-	100	100	101	99	99	98	102	100	107	100	100	0	-1	-1	-3	2	8	1.3	2.1						
14	6.9	-	-	-	100	105	102	104	100	97	98	97	97	96	96	0	0	1	0	2	4	4	5						
15	5.9	-	-	-	100	96	97	93	93	89	88	90	88	89	0	0	1	0	2	2	2	2	3						

F.A : Air Void Content in Fresh Concrete
H.A : Air Void Content in Hardened Concrete

S.A : Specific Surface Area
L : spacing factor

3-1 ASTM C 666による凍結融解試験結果

凍結融解試験による重量変化率、共振法により求めた相対動弾性係数及び硬化コンクリートの空気量、気泡間隔係数を表-3に示す。又、フレッシュコンクリートの空気量と相対動弾性係数との関係を図-2、気泡間隔係数と相対動弾性係数との関係を図-3に示す。この結果、次の様な事が判明した。

- a) 絶乾状態の人工軽量骨材を使用した場合、フレッシュ・コンクリートの空気量が5.5%以上あれば凍結融解抵抗性を有する。
- b) 気泡間隔係数が250 Å以下であれば凍結融解抵抗性を有する。
- c) 本実験結果からは耐凍結融解性に関して、使用セメント量、シリカヒュームの添加量による影響は明らかにならなかった。
- d) 含水率15%までプレウエチングした人工軽量骨材を用いてもフレッシュ・コンクリートの空気量を6%以上確保すれば耐凍結融解性を有する。
- e) 流動化によりフレッシュ・コンクリートの空気量がベースコンクリートより若干多くなったために流動化による耐凍結融解性の低下は認められなかった。

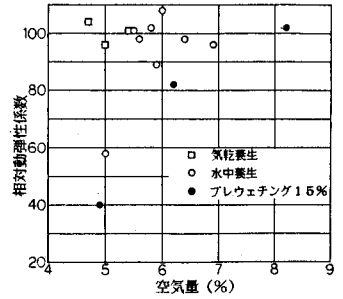


図-2 F.A - *R. D. M

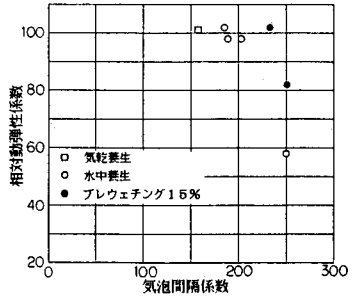


図-3 L - *R. D. M

3-2 空中低温凍結融解試験結果

-32°C ~ +7°Cの凍結融解試験による質量変化率を図-4に示す。この結果、凍結融解試験開始まで前養生として水中養生したものは若干質量が減少しているのに対し、前養生として気乾養生したものは逆に質量が増大している。又、相対動弾性係数も同様の傾向を示した結果が得られた。この事は凍結融解試験を繰り返す中で大気中の水分を表面結露水としてコンクリートに吸水した結果であると考えられる。

シリカヒュームの添加量の影響はこの低温実験の結果からも明らかにならなかった。

4. あとがき

高強度人工軽量コンクリートの耐凍結融解性に与える最も大きい要因は普通コンクリートと同様に空気量であり、絶乾状態の骨材を使用する場合は5.5%以上、15%含水の骨材を使用する場合は6.5%以上必要である。又、硬化コンクリートの気泡間隔係数が250 Å以下である事も耐凍結融解性を判断する目安となる。

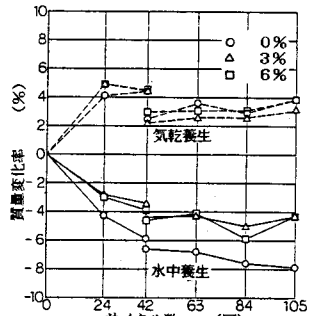


図-4 低温実験結果