

V-89 コンクリートの極低温劣化におよぼす空気量と冷却最低温度の影響

東北大学○学生員 佐藤 誠

東北大学 正会員 三浦 尚

東北大学 学生員 内園 雅仁

1. はじめに

低温材料としてのコンクリートは、LPG（液化石油ガス）、LNG（液化天然ガス）や寒冷地で使用される構造物などに広く利用されている。今後、さらに21世紀に向けた低温材料としてのコンクリートの需要は、高温超伝導技術を応用した電力エネルギー貯蔵施設への利用も含めて幅広い分野で増大して行くと考えられる。低温材料として使用されるコンクリートは常温から極低温までの繰り返し作用を受けて劣化することが知られており、自然界での気象作用による凍結融解作用による劣化より激しいと考えられている常温から極低温までの冷却加熱繰り返し作用にさらされるコンクリートの劣化を研究することは重要となっている。

そこで本研究では、さまざまな冷却加熱温度範囲での冷却加熱繰り返し作用を受けるコンクリートの耐久性に対する空気量の影響を調査した。

2. 実験概要

実験で使用したコンクリートの配合を表-1に示す。また、空気の流れを目的として使用したAE剤は、A剤：高性能AE減水剤（無水化タイプ、ポリマー系）、B剤：空気量調整剤（アルキルアリルスルホン化合物系陰イオン）、C剤：AE減水剤（リグニンスルホン酸、ポリオール複合体）の3種類である。

セメントは早強ポルトランドセメントを使用した。粗骨材は碎石を、細骨材は山砂を使用した。

実験した水セメント比毎の冷却加熱繰り返し温度範囲を表-2に示す。

表-1 コンクリートの配合

粗骨材の最大寸法の 測定方法 (mm)	スラブの範囲 (cm)	空気量の 範囲 (%)	水セメント比 (%)	細骨材率 (%)	単 位 量 (Kg/m ³)										
					水 W	セメント C	細骨材 S	粗 骨 材 G					混 和 剤 (g/m ³)		
								20mm 25mm	15mm 20mm	13mm 15mm	10mm 13mm	5mm 10mm	A剤	B剤	C剤
25	11±1	2±0.5	36	36	174	483	593	238	240	240	142	332	4882.0	—	—
25	11±1	3±0.5	36	38	180	500	605	223	225	225	133	331	2500.0	20.0	200.0
25	11±1	4±0.5	36	38	167	463	619	228	230	230	136	319	—	27.8	1159.7
25	11±1	5±0.5	36	38	167	463	610	225	226	226	134	314	—	37.1	1159.7
25	11±1	2±0.5	46	40	171	372	698	237	436	72	106	330	2232.0	—	—
25	11±1	3±0.5	46	39	171	372	670	237	435	72	105	331	—	14.9	930.0
25	11±1	4±0.5	46	39	168	365	666	236	436	71	106	329	—	21.9	912.5
25	11±1	5±0.5	46	39	168	365	656	232	233	233	138	323	—	27.3	913.0
25	11±1	6±0.5	46	39	168	365	646	228	230	230	136	318	—	32.8	913.0

表-2 冷却加熱繰り返し温度範囲

繰り返し温度範囲	水セメント比	
	36%	46%
I +4~-70	○	○
II +4~-50	○	○
III +4~-40	○	○
IV +4~-30		○
V +4~-20		○

○ 実験した温度範囲

実験で設定した冷却速度は、0.35（℃/分）、加熱速度は、0.90（℃/分）である。実験で使った供試体は、10×10×40cmの角柱である。

供試体は打設後24時間で脱型し、材齢28日まで水温20℃の恒温水槽で養生した。また、コンクリートの劣化の程度は相対動弾性係数の変化で推定した。

3. 実験結果および考察

実験結果より得られた、水セメント比（W/C=）36%および46%のコンクリートの耐久性指数と空気量の関

係を冷却加熱繰り返し温度範囲毎に図-1に示す。

水セメント比36%のコンクリートは、-70℃までの低い冷却最低温度までの冷却にさらされても空気量を増加させることで耐久性を向上させることができることがわかった。それに対して水セメント比46%のコンクリートは、空気量を2%から6%へと増加させても耐久性の向上は期待できなかった。

図-2は、耐久性指数と冷却最低温度の関係を空気量毎に示したものである。

図より、耐久性指数と冷却最低温度の関係において耐久性が大きく変化する冷却最低温度の変化点が存在することが確認された。

極低温劣化にさらされるコンクリートの耐久性は、冷却時の冷却最低温度が変化点の温度より低くなってもコンクリートの劣化の程度はあまり変化しないことを示しており、常温から極低温までの繰り返し冷却を受けるコンクリートの劣化には、このような変化点が存在することが確認された。

耐久性が大きく変化する変化点の温度は、水セメント比46%のコンクリートでは空気量が2から6%へと増加していくにつれて-30℃程度から-50℃程度までへと低くなることを示している。また、水セメント比36%のコンクリートでは変化点を確認することはできないが、これは変化点が-70℃よりも低い冷却最低温度のところに存在する可能性を示している。

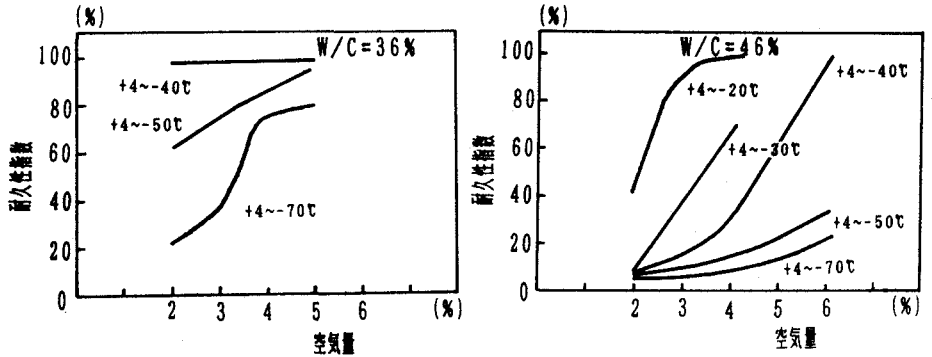


図-1 耐久性指数と空気量の関係

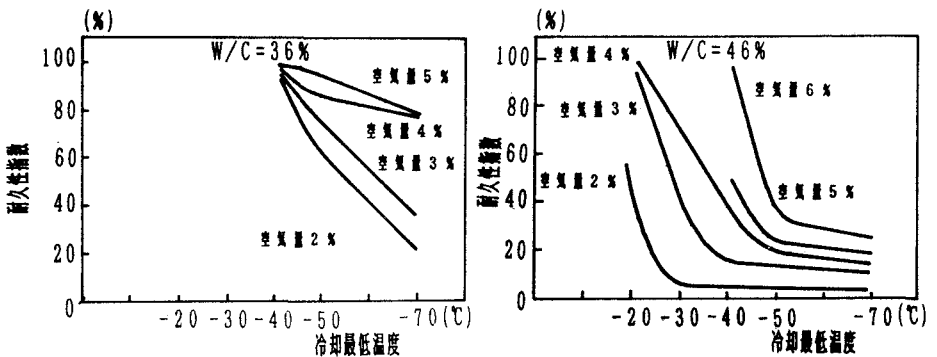


図-2 耐久性指数と冷却最低温度の関係

4. 結論

- (1) コンクリートの劣化は、冷却時の冷却最低温度の影響を大きく受けるため、空気の流れによる耐久性の改善には冷却時の冷却最低温度の影響を考慮する必要がある。
- (2) 極低温まで冷却されるコンクリートの劣化挙動には、冷却時の冷却最低温度がそれ以上低くても劣化に影響を与えない様な冷却最低温度が存在し、その温度は、空気量が大きくなるにしたがって低くなることがわかった。