

## ポーラスコンクリートの凍結融解抵抗性に関する研究

独立行政法人北海道開発土木研究所 正会員 小尾 稔  
 独立行政法人北海道開発土木研究所 正会員 田口史雄  
 元科学技術振興事業団 正会員 スリキ・アブドゥラヒク

## 1. まえがき

内部に連続した空隙を有するポーラスコンクリート（POC）の耐凍害性について、これまで水中急速凍結融解の条件下では厳しい結果である<sup>(1)(2)</sup>ことや、気中凍結の条件下では AE 剤を用いることにより耐凍害性が向上する<sup>(3)</sup>など、これまで多くの報告が行われてきた。本研究は、寒冷地の河川の水衝部など厳しい環境条件下に POC が用いられる場合を想定し、粗骨材寸法、空気連行剤量などを変化させて水中急速凍結融解試験を行い、これらが耐凍害性に及ぼす影響について報告するものである。

## 2. 試験概要

## 2.1 使用材料

本研究において結合材は普通ポルトランドセメントと混和材を用いた。粗骨材は小樽市見晴産を粒度調整したものを使用した。細骨材は苫小牧市錦岡産を使用した。また、空気量調整剤は高級アルコールサルフェートを主成分とするものを 100 倍に希釈し使用した。コンシステンシーの調整には高性能減水剤を使用した。

## 2.2 配合設計

POC の配合設計にあたり単位結合材量が一定となるように設定した。表 - 1 の様に単位セメント量、単位水量および単位骨材量を一定とし、空気量調整剤量をそれぞれ設定した。

粗骨材寸法 (mm)	s/a (%)	単位量 (kg/m <sup>3</sup> )					AE (c × %)
		W	C	P	S	G	
5-20	10	69	290	10	(150)	(1500)	0
5-10							
10-15							
15-20							
20-25							

## 2.3 供試体作成

圧縮強度試験用供試体の締め固めは、表面振動機を用いて 2 層に分けて計 10 秒の振動を加えた。凍結融解試験用供試体の締め固めは、1 層で計 20 秒の振動を加えた。空気量測定は、フレッシュ時の POC の連続空隙量の測定を行った後、JIS A 1128（空気室圧力方法）に準拠し行った。空隙率は、1995 年の JCI のエココンクリート委員会報告書に従い測定を行った。

## 2.4 硬化コンクリート試験

圧縮強度試験は JIS A 1108 に準じて行った。凍結融解試験は、JIS A 1148（A 法）で行った。本研究において相対動弾性係数測定は、写真 - 1 の様に供試体が折れるなど測定不能になるまで行い、試験本数が 3 本中 2 本未満となった測定時のサイクルを破壊とし測定を終了した。



写真 - 1 供試体破壊状況

## 3. 試験結果および考察

図 - 1 に粗骨材寸法と圧縮強度および全空隙率の関係について示す。圧縮強度において単一粒径（5-10、10-15、15-20、20-25mm）の POC に比べて、連続粒径（5-20mm）は高い値を示している。本試験では POC の配合設計にあたり、単位セメント量、単位水量および単位粗骨材量を一定とし、締め固めエネルギーも一定としたが図のように空隙率および圧縮強度も異なった。連続粒径のものは締め固め効果が高いため空隙が少なくなり、圧縮強度が増加したものと考えられる。

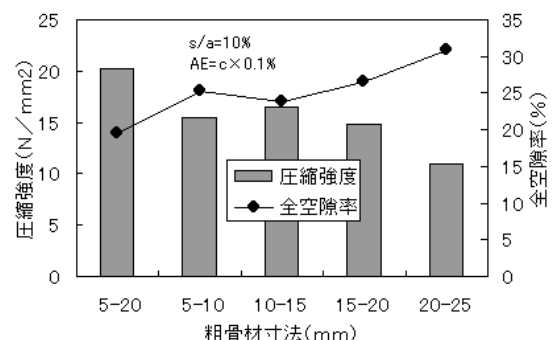


図 - 1 粗骨材寸法と圧縮強度および空隙率

キーワード ポーラスコンクリート, 凍結融解, 粗骨材寸法, 空気量, 空隙率

連絡先 〒062-8602 札幌市豊平区平岸1条3丁目1-34 TEL:011-841-1719 FAX:011-837-8165

図-2に空気連行剤量を  $c \times 0.1\%$ 、 $s/a=10\%$ とし、粗骨材の寸法を変化させた場合の相対動弾性係数および質量減少率の変化を示す。相対動弾性係数の低下はばらつきを持っており、50～100サイクルで60%を下回っている。本研究では相対動弾性係数の減少傾向と耐凍害性とは明確な関係を示していない。しかし、供試体が破壊するサイクルについて着目すると、粗骨材寸法が大きいほど早期に供試体が破壊した。このことは、図-1に示すような圧縮強度、全空隙率の影響に比べ、粗骨材寸法すなわち空隙径の影響が耐凍害性に支配的なことを示しており、空隙径が大きいほど供試体内部に大きな膨張圧が作用するものと考えられる。また各供試体とも質量減少率が約90%で破壊に至った。

図-3に粗骨材寸法が5-20mmで  $s/a=10\%$ として、空気量調整剤量を変化させた場合の相対動弾性係数および質量減少率の変化を示す。骨材寸法が異なる図-2の場合と比較して、空気連行剤量の違いによる相対動弾性係数の減少傾向は同じような傾向を示した。また、図-4にこれらの供試体の圧縮強度、空気量、全空隙率が凍結融解に及ぼす影響を示すが、単位結合材量、全空隙率がほぼ同じ条件下では空気量が増加すると圧縮強度が低下し、凍結融解破壊サイクルも低下する結果となった。水中急速凍結融解の条件下では、モルタル自体にエントレインドエアを混入しても、粗大空隙の膨張圧が凍結融解作用に支配的となり、結果としてエア混入分のモルタルの強度低下が耐凍害性の低下に結びついたものと考えられる。しかし、現段階でこのような結果が見られたのみで、今後は、更に検討を行う必要があると考えられる。

#### 4.まとめ

本研究の範囲内で得られた結果は以下の通りである。

- (1)水中急速凍結融解の条件下では、粗骨材寸法すなわち、空隙径の影響を支配的に受け、粗骨材径が小さいほど破壊サイクルが大きくなり耐凍害性を有する。
- (2)水中急速凍結融解の条件下では、エントレインドエアの混入が耐凍害性の低下に結びつくと考えられる。しかしこの結果については更に検討が必要と考えられる。

#### 参考文献

- (1)片平博,河野広隆;ポラスコンクリートの凍結融解耐久性,土木技術資料,41-11,pp.66-71,1999
- (2)吉森和人ほか;ポラスコンクリートの強度と耐久性に関する研究,セメント・コンクリート論文集, No.49, pp.650-655,1995
- (3)V.M.MALHOTRA; No-Fines Concrete -- Its Properties and Applications, ACI JOURNAL, pp.628-644, 1976.11

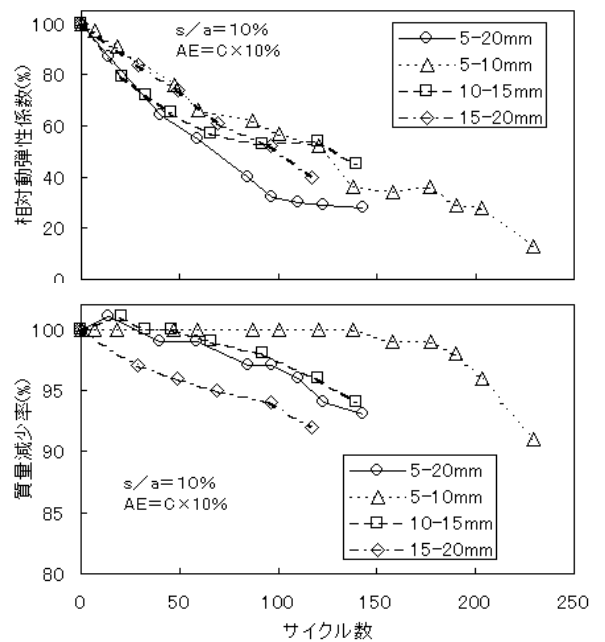


図-2 凍結融解試験(粗骨材寸法別)

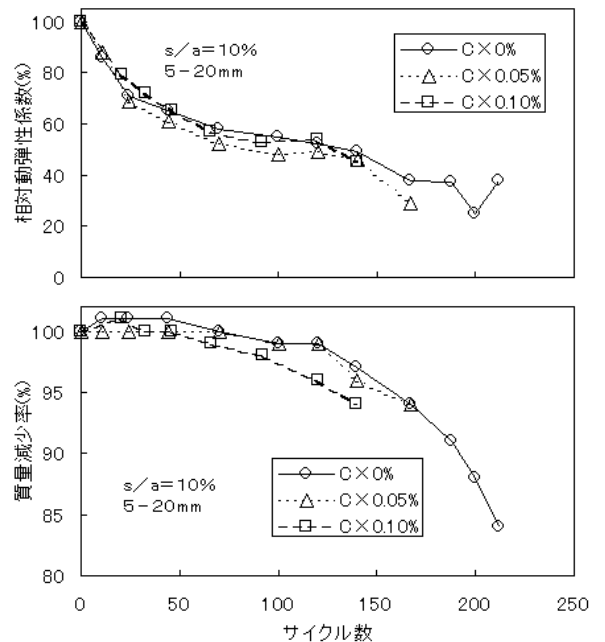


図-3 凍結融解試験(空気量調整剤量別)

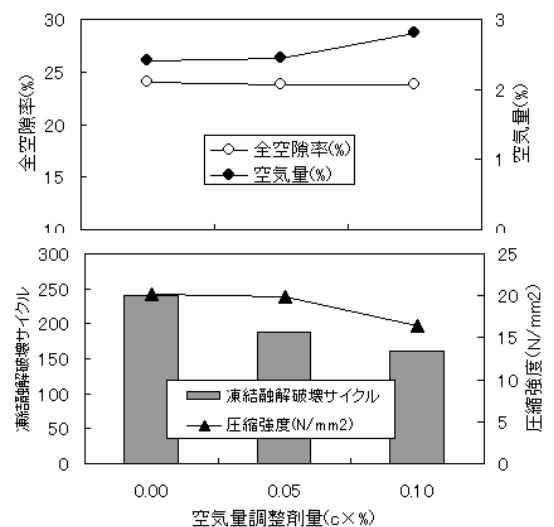


図-4 空気量調整剤量が凍結融解に及ぼす影響