

V - 260

コンクリートの耐凍害性に及ぼす凍結速度の影響

間 組 技術研究所 正会員 山下英俊
 間 組 技術研究所 正会員 喜多達夫
 北海道開発局 開発土木研究所 正会員 堺 孝司

1. まえがき

コンクリート構造物の耐凍害性は、環境、水の供給、コンクリート品質等の多くの要因に支配され、それらの複雑な組み合わせで劣化の程度、範囲、形態が決定される。そのため、実構造物の耐凍害性を定量評価することは非常に難しい現状にある。しかし、既往の研究の多くは、促進凍結融解試験により、コンクリートの耐凍害性を評価している。この試験方法は、実構造物の受ける環境（最低強度、凍結速度、凍結融解回数など）や水の供給程度などに大きな違いがあり、促進凍結融解試験によってコンクリートの耐凍害性を評価するには、各要因の違いの影響を把握した上で、判断することが必要である。

以上のことより、本研究では、環境要因の中で凍害速度の違いに着目し、コンクリートの耐凍害性に与える影響について検討を行った。

2. 実験概要

表-1 コンクリートの配合

コンクリートの配合を表-1に、実験方法を表-2に示す。セメントの種類は普通ポルトランドセメントと高炉セメントB種とし、W/Cを65%、空気をAEコンクリートで5%、Non-AEコンクリートで1%とした。また、スラン

配 合	セメント の種類	水セメント比 W/C (%)	細骨材率 s/a (%)	単位量 (kg/m ³)				
				水 W	セメント C	細骨材 S	粗骨材 G	AE 剤 (%)
NA 65	普通ポルトランド	65	46	175	269	835	1010	0.02
NN 65				190	292	856	1035	—
BA 65	高炉 B 種			175	269	831	1005	0.03
BN 65				190	292	852	1030	—

プは8cmを目標とした。試験方法は水中凍結水中融解とし、凍結速度は土木学会基準の試験方法の10℃/h、実構造物が受ける凍結速度に近い2℃/h、その中間の5℃/hとし、1サイクルの時間はそれぞれ4時間、18時間、10時間とした。なお測定項目は、重量減少率、相対動弾性係数およびコンクリート内部ひずみとした。

表-2 実験方法

項目	内 容
凍融方法	水中凍結水中融解
凍結速度	2, 5, 10℃/h
測定項目	重量減少率 相対動弾性係数 内部ひずみ

3. 実験結果および考察

3.1 凍結速度

経過時間とコンクリート温度の関係を図-1に示す。
 -1~3℃付近で潜熱の影響を受け、-10℃程度までの温度勾配が、設定値より若干大きくなる傾向があったが、ほぼ計画通りの温度勾配となった。

3.2 凍結融解試験結果

普通ポルトランドセメントの凍結融解回数と重量減少率の関係と凍結融解回数と相対動弾性係数の関係を図-2に、高炉セメントB種を図-3に示す。普通ポルトランドセメントでは、凍結速度が遅いほど相対動弾性係数の低下が小さいが、その差は大きくはない。この傾向はAE、Non-AEコンクリートとも同じであった。それに

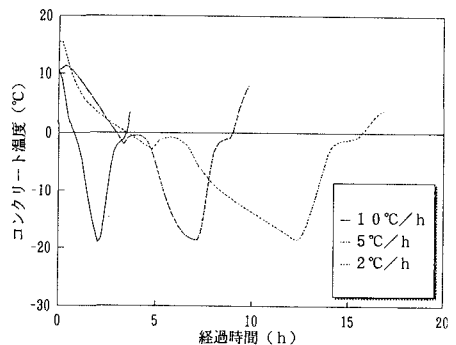


図-1 コンクリート内部温度の変化

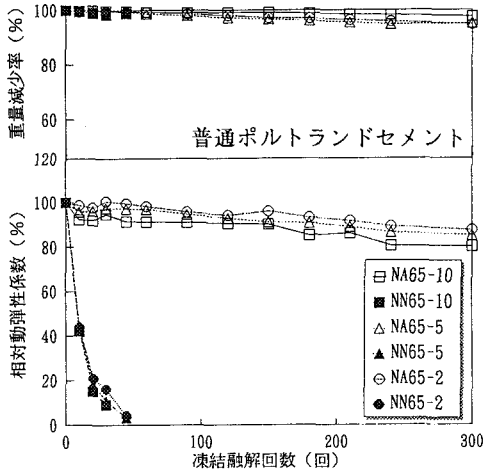


図-2 凍結融解試験結果(1)

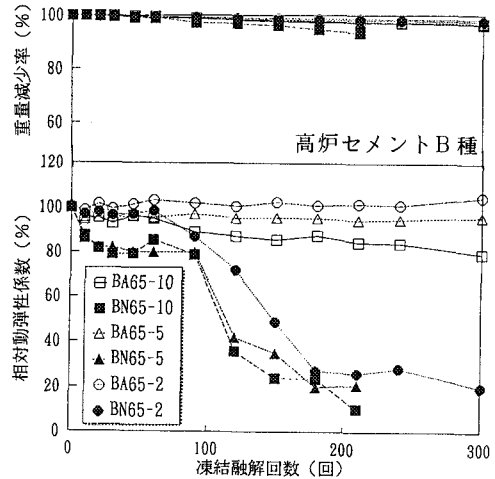


図-3 凍結融解試験結果(2)

対し、高炉セメントB種では、A E、Non-A Eコンクリートとも凍結速度の差が明瞭に表われた。特にBN65-2では、100サイクル以降の低下は大きいものの、初期段階では、A Eコンクリートと同じような性状を示した。これは、Non-A Eコンクリートの場合、普通ポルトランドセメントでは、初期段階の凍結融解作用により、大きなダメージを受け急激な劣化となるが、高炉セメントB種では、微粉末により細孔径分布の粗大経側の割合が減ったこととポゾラン反応により長期間にわたる圧縮強度の増進があるためと思われる。さらに、凍結速度が遅くなることにより、コンクリート中の水分の凍結による膨張圧が緩和され、劣化程度が小さくなったと思われる。なお、重量減少率においては大きな差は認められなかった。

3.3 内部ひずみの結果

1サイクルのコンクリート温度と内部ひずみの関係を図-4に示す。普通ポルトランドセメントのNon-A Eコンクリートでは、1サイクルから大きな残留ひずみがあり、凍結速度の差も明瞭に表れている。A Eコンクリートでは、残留ひずみはほとんどないが、ひずみの履歴において凍結速度による差がみられる。それに対し、高炉セメントB種では、A E、Non-A Eコンクリートともに残留ひずみが若干あり、凍結速度による差も多少認められる。この結果は、相対動弾性係数の変化割合に比べ、急激に劣化したNN65の初期段階の劣化の傾向をよく表わしている。また、他の配合においても、劣化程度の小さいことを示している。

4. あとがき

現在一般に用いられている促進凍結融解試験は、実構造物が受ける環境に比べ、かなり厳しい条件にある。既往の研究の中には、促進試験1回に対応する実構造物の凍結融解回数を推定した報告もあるが、あくまでも定性的な評価にとどまっている。このように、促進試験では実構造物が凍害を受ける可能性の有無は推定できるが、劣化回数や劣化程度の推定は難しいと言える。本研究では、環境要因の中の凍害速度のみを取りあげ、その影響について述べた。特に高炉セメントB種では、凍結速度の違いによる劣化程度に差が生じることがわかった。今後は、個々の要因の影響のみならず、総合的な影響度についての検討を行う予定である。

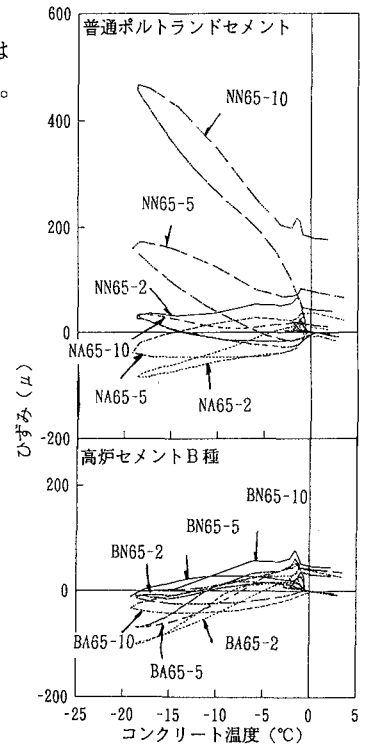


図-4 ひずみ変化