

コンクリートの強度と耐久性との関係について

東北大学 正員 三浦 尚
東北大学 正員 輪倉 政昭
東北大学 客員 鈴木 達朗

1. まえがき

高性能減水剤の開発により、水セメント比を小さくするこにより、従来のより強くなり、養生方法も圧縮強度が800kg/cm²程度の高強度コンクリートの製造が可能となり、最近ではすでにいくつかの橋梁において、このような減水剤を用いた高強度コンクリートが使用されている。この種の高性能減水剤は、空気の流れを抑制する性質をもっており、これを用いて作られた高強度コンクリートは、一般には空気の流れがほとんど無い。

一方、東北地方道は寒冷地においては、コンクリート構造物が、凍害を受けるおそれのある環境下に置かれる場合があり、コンクリート構造物の凍害は重大な問題となっている。一般に、凍害に対する耐久性を増すためには、コンクリートに空気を導入させたAEコンクリートにすることが有効と知られており、上記の高性能減水剤を用いた高強度コンクリート構造物においては、当然凍害を受ける可能性が大きい。またさらに、高強度コンクリートは、セメントペーストの密度が高いため、凍害に対する耐久性は十分ありうということも考えられ、この問題については、まだ十分解明がなされていない。

そこで、この研究では、高強度コンクリートの耐久性に対して、水セメント比、空気量、密度圧縮強度の組み合わせが、どのように影響するか明らかにするものとする。

2. 実験材料

実験に用いたセメントは東北開発工業早強ポルトランドセメント、減水剤は、合成樹脂としてβ-ナフチルスルホン酸ポレマリン縮合物、AE剤としてアニオン系界面活性剤であり、粗骨材は宮城県日石川産の砕石、比重2.52、吸水率2.50%、F.M.2.74、細骨材は宮城県丸森産の砕石、比重2.30、吸水率0.75%、粗骨材の最大寸法は25mmである。

3. 実験方法

実験に用いたコンクリートの配合のうち、NON-AEコンクリートの配合を表-1に示す。

表-1 NON-AEコンクリートの配合

記号	W/C	水 (kg/m ³)	セメント (kg/m ³)	S/a (%)	スラブ (cm)	空気量 (%)
A	40	154	365	35	7.0	1.0
B	37	156	422	35	7.0	1.0
C	35	156	480	35	8.0	2.1
D	33	156	473	35	8.0	1.4
E	30	156	520	35	8.5	1.6
F	26	156	600	35	9.0	1.5

凍結融解試験に用いた試体は10×10×40 cmの直方体であり、20センチメートルの厚さとした。打金1+8で凍結融解試験を行った。凍結融解サイクルは試体中心で-15℃±5℃の温度サイクルで、1サイクルの所要時間は約3時間である。凍結融解に対する耐久度は、たわみ変位回数から求めた弾性係数、重量損失法によって表現した。凍結は30サイクルごとに停止し、相対弾性係数が、50%以下に低下するまで、低下しない場合は、高強度コンクリートでは300サイクルを越えて、そのコンクリートでは300サイクルまで継続した。耐久性能指数は次式により求める。

$$DF = P \cdot N / 300 \quad (\%)$$

ここに、DF：試体の耐久性能指数

P：凍結融解Nサイクルにおける相対弾性係数

N：Pの値が50%に低下するまでのサイクル数、低下しない時は300サイクル

試験値は試体3個の平均とした。

硬化したコンクリートの空気量は高圧法によって求めた。これは密閉容器内のコンクリートに300kg/cm²程度

の荷重を避け、コンクリートに浸透する水蒸気や空気蒸気などの影響を減らす。

4. 実験結果

凍結融解試験の結果の一部を図1～3に示す。
これから分かることが云えるであろう。圧縮強度
がおおよそ700 kg/cm^2 以上のコンクリートでは、
減水剤だけを用いたものでも十分な耐久性を示す
が、それより小さい圧縮強度のコンクリートでは
減水剤だけを用いた場合、耐久性が不十分である。
また、圧縮強度の違いによる劣化状況の差異を分
けると、強度がおおよそ600 kg/cm^2 以下の場合、表
面剥離が著しく重量損失が大きい。強度がそれ以
上の場合には、表面剥離はほとんど見られず、微
細ひびわれが発生して劣化が進み、さらに強度
が約700 kg/cm^2 を越える場合には、表面剥離は
ひびわれはなく、重量変化がない。(ただし、これ
については、減水剤のみを用いた高強度コンク
リートの場合、数百サイクルで急激に劣化するとい
う報告もある。) 以上述べたように、コンクリ
ートの圧縮強度は、凍結融解に対する耐久性に関し
て、強い相関をもつことがわかった。

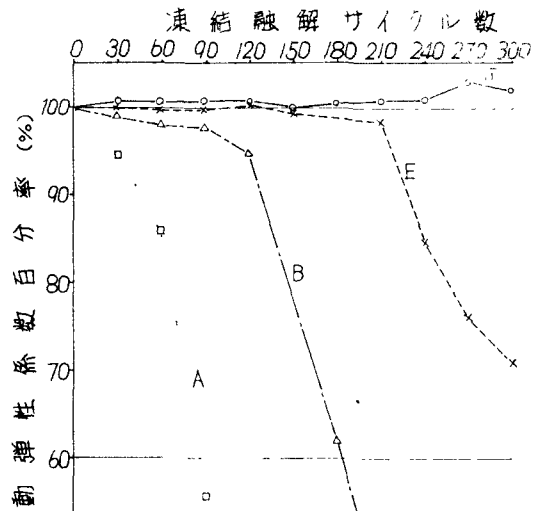


図1 凍結融解サイクル数と動弾性係数百分率

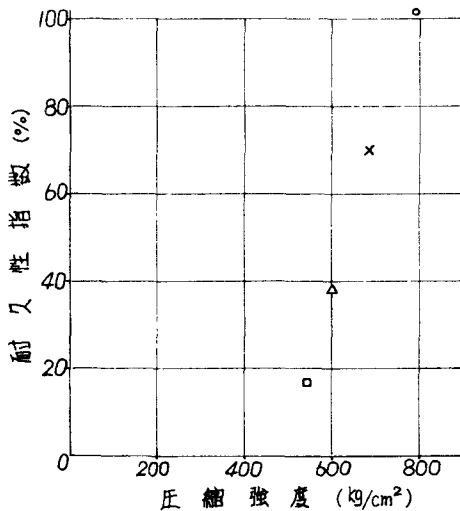


図-3 圧縮強度と耐久性指数との関係

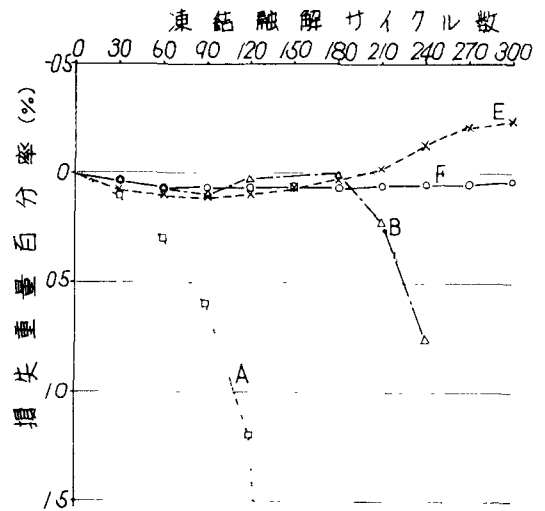


図-2 凍結融解サイクルと損失重量百分率