

V-26

超硬練りコンクリートの凍結融解抵抗性の予測に関する実験的考察

秋田大学 学 ○西原 康夫 石井 俊介
小沼 正人 正 加賀谷 誠

1. まえがき

超硬練りコンクリートの凍結融解抵抗性は連行空気量、配合、締固めの程度などによって大きく左右されるため、これを予測するのが普通コンクリートより難しく、これを検討した研究は少ない。これらを考慮した凍結融解抵抗性予測方法の確立はこの種のコンクリートの性能照査の観点から重要であると考えられる。本研究では、舗装用転圧コンクリートあるいは工場製品を想定し、単位水量を大きく変えた超硬練りコンクリートの配合、空気量および締固め率を要因とした凍結融解抵抗係数を算定し、これによって耐久性指数を予測できるか否か検討した。

2. 実験概要

普通ポルトランドセメント、川砂（比重 2.52、吸水率 3.36 %、粗粒率 2.72）および碎石（比重 2.67、吸水率 1.48 %、粗粒率 6.60）を使用した。混和剤として、AE 減水剤 A、AE 剤 B、高性能 AE 減水剤 C および補助 AE 剤 D を使用した。表-1 に本研究で使用したコンクリートの理論配合を示す。細骨材率および単位セメント量を一定として単位水量を変えたコンクリートを製造した。コンクリートの練混ぜには、容量 50 ℓ の強制練りミキサーを使用し、

表-1 コンクリートの理論配合

M.S. (mm)	W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)						混和剤 種別
			W	C	S	G	Ad	D	
20	33.6~40.5	41.8	97~117	289	837~858	1240~1270	0.723	0	A
	33.6~40.5		97~117		840~862	1240~1271	0.202	0	B
	31.8~40.5		92~117		840~864	1240~1278	4.34	0	C
	32.2~40.5		93~117		840~866	1240~1278	4.34	0.0289	C+D

練混ぜ時間を 90 秒とした。コンシステンシーは VC 振動締固め試験により測定し、フレッシュコンクリートの空気量を CBA-2「超

3. 実験結果および考察

図-1に単位水量と空気量の関係を示す。混和剤 B、C および C+D を用いた場合、単位水量の増加に伴い空気量の増加傾向が認められる。これは、単位水量の増加に伴う界面活性作用の増進により、エントレインドエア量が増加したためであると考えられる。一方、混和剤 A を用いた場合、その傾向が認められず、他の混和剤より空気連行性が低いことがわかる。また、混和剤種別ごとに比較すると、空気量は混和剤 C+D を用いた場合が最も大きく、次に B、C、A の順となり混和剤種別による空気連行能力の違いが明らかとなった。

図-2に単位水量と曲げ強度の関係を示す。曲げ強度は、各種混和剤とも単位水量の増加に伴い W/C が増加するため減少傾向を示す。また、同一単位水量における混和剤種別ごとの曲げ強度は、前図に示した連行空気量の大小関係と必ずしも一致していない。これは、混和剤の主成分の違いによるセメントの分散機構の違いに起因すると考えられ、連行空気量の増大のみによる曲げ強度の顕著な低下は認められなかった。

図-3に単位水量と耐久性指数の関係を示す。混和剤 A および C を用いた場合の耐久性指数は、単位水量の増加に伴い減少傾向を示す。これは、単位水量の増加に伴い凍害の一要因である自由水が増加し、しかも

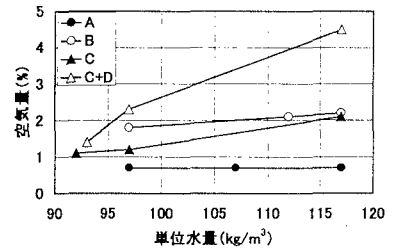


図-1 単位水量と空気量の関係

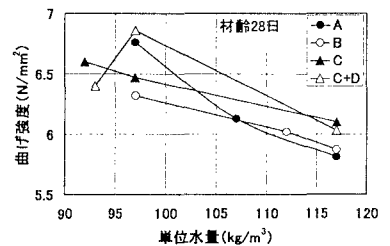


図-2 単位水量と曲げ強度の関係

空気量が少ないことによると考えられる。一方、混和剤 B および C+D を用いた場合 耐久性指数は、単位水量の増加に伴いほぼ増加傾向を示す。一般的にエントレインドエアは毛細管空隙中の自由水による水圧を吸収すると考えられており、混和剤 B および C+D においては単位水量の増加に伴う良好な空気連行性が耐久性の向上に寄与したものと考えられる。空気連行性が良好な混和剤 C+D においても単位水量 93kg/m^3 の場合耐久性指数は 40 %であることを考えれば、凍結融解抵抗性を改善するのに必要な限界空気量が存在するようである。また、混和剤 B では単位水量 117kg/m^3 において耐久性指数が減少しており、単位水量の増加による W/C の増加は凍結融解抵抗性に影響を及ぼすと考えられる。用いた供試体の締固め率は 96.9 ~ 100 %であった。

図-4に気泡間隔係数と耐久性指数の関係を示す。図における参考値および優、中間、劣の領域は文献³⁾に示されたものである。耐久性指数 60 %以上の優れた耐久性指数になる気泡間隔係数は、参考値の場合 およそ $300\text{ }\mu\text{m}$ 以下であり、実験値では $300\sim 500\text{ }\mu\text{m}$ の範囲となって一般に示される $200\sim 250\text{ }\mu\text{m}$ より大きい値となった。これは、気泡間隔係数の算定においてエントレインドエアが球形と仮定されているが、超硬練りコンクリートの場合形状の不規則な締固め空隙も同種類のものとして測定していることによると考えられる。このコンクリートの凍結融解抵抗性を確保することにおいてこれらは重要な要素であるが、それぞれが凍結融解抵抗性に与える影響が異なるため区別して考える必要があると考えられる。超硬練りコンクリートに連行されるエントレインドエア量を測定する方法としては、前述の CBA-2があり、これによって得られる空気量を用いてこのコンクリートの凍結融解抵抗性を検討する必要がある。

図-5に凍結融解抵抗係数と耐久性指数の関係を示す。凍結融解抵抗係数は空気量 A、セメントペースト量 p (m^3/m^3)、W/C および締固め率 CR を用いて次式により評価した。なお、A、W/C および CR は無次元とした。

$$\text{凍結融解抵抗係数} = (A/p) \cdot (C/W) \cdot (CR)$$

A/p は測定空気量と配合におけるペーストの絶対容積比であり、球形気泡から得られる気泡間隔係数と密接な関係がある。また、CR は供試体の製造時に測定され超硬練りコンクリートの曲げ強度と高度の相関関係を有することが示されている³⁾。図より両者の間には良好な相関関係が認められ、耐久性指数が 60 %となる凍結融解抵抗係数は 0.29 となった。この係数はフレッシュな超硬練りコンクリートにおいて算定可能であり、今後さらにデータの蓄積は必要であるが、凍結融解抵抗性を有する超硬練りコンクリートを得るための配合設計や締固めを検討する上で有効な指標になるものと思われる。

4. まとめ

- 1) 単位水量の増加に伴う耐久性指数の変化傾向は W/C および空気量の増加傾向に依存する。
- 2) 耐久性指数と凍結融解抵抗係数の間に良好な相関関係が存在し、超硬練りコンクリートの凍結融解抵抗性を予測できる可能性が得られた。

参考文献

- 1) 社) 全国土木コンクリートブロック協会：土木用ブロック製造指針，pp.299 ~ 301, 1997.
- 2) Michel Pigeon, Jacques Marchand : Concrete International, pp.22-26, July 1996.
- 3) 加賀谷誠, 西原康夫：超硬練りコンクリート技術に関するシンポジウム論文集, pp.29-34, 1998.6.

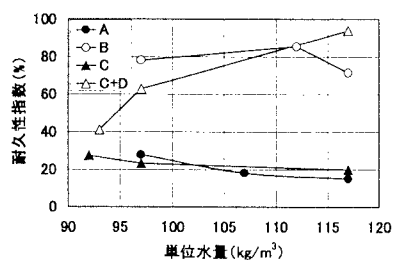


図-3 単位水量と耐久性指数の関係

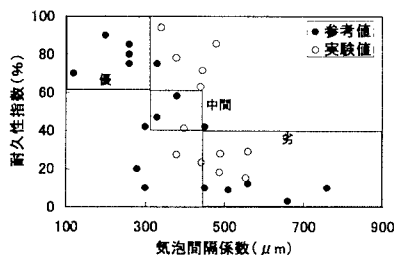


図-4 気泡間隔係数と耐久性指数の関係

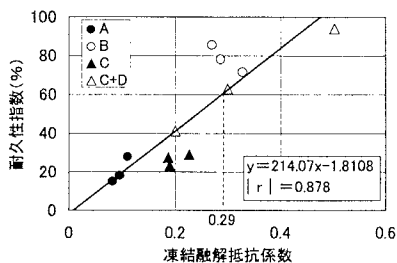


図-5 凍結融解抵抗係数と耐久性指数の関係