

水中不分離性コンクリートの耐凍害性

材料研究室

〔問1〕 水中不分離性コンクリートとは、どのようなものでしょうか？

〔回答〕 土木学会の水中不分離性コンクリート設計施工指針（案）¹⁾では、水中不分離性コンクリートとは、水中不分離性混和剤を混和することにより、材料分離抵抗性を高めた水中コンクリートと定義されています。水中不分離性コンクリートは、従来の水中コンクリートに比較して品質に対する信頼性を増大させるとともに、水質汚濁を防止することができます。

水中不分離性コンクリートの特長は、上記指

針（案）によれば以下のとおりです。

- ① 従来のコンクリートに比較して、水の洗い作用に対する分離抵抗性が大きく、水中で落下させても分離しにくい。
- ② 材料分離を生ずることなく高い流動性を発揮する。
- ③ 高い流動性により充填性やセルフレベリング性が向上する。
- ④ ブリージングがほとんど生じない。

〔問2〕 土木学会の水中不分離性コンクリート設計施工指針（案）で示されている内容のポイントは？

〔回答〕 この指針には、水中不分離性コンクリートを用いて施工する水中コンクリート構造物の設計および施工において、特に配慮すべき事項について示しております。

以下に、特記すべきなん点かの事項について記述します。

1. 水中不分離性混和剤

水中不分離性混和剤は、土木学会基準「コンクリート用水中不分離性混和剤品質規格（案）」に適合したものでなければなりません。

2. 配 合

水中不分離コンクリートの配合は、コンクリートが所要の水中不分離性、強度、流動性および耐久性を持つように、試験によって定めなければなりません。

すなわち、水中不分離性コンクリートの配合は、通常のコンクリートの配合とは異なり、所

要の水中不分離性および流動性の程度に応じて水中不分離性混和剤と高性能 A E 減水剤を定め、次いで単位水量をできる限り少なくなるように適切に定める必要があります。

3. スランプフロー

スランプフローは、コンクリートに要求される水中不分離性、充てん性、セルフレベリング性などを考慮し、作業に適する範囲で適切に定めなければなりません。

4. 打 込 み

コンクリートの打込みは、コンクリートポンプあるいはトレミーを用いて、流速が 5 cm / s 程度以下の静水中で、水中落下高さは 50 cm 以下で、水中流動距離は 5 m 以下で行うのを原則としています。

コンクリートの打込みに、コンクリートポンプあるいはトレミーを用いる方法を原則として

いるのは、この方法が水中不分離性コンクリートを水と接することなく打込み位置まで導くことができ、さらに、適切な水中落下高の制御やコンクリートの連続供給ができるからです。

流速が5 cm / s 程度以下の静水中で、また水中落下高さを50cm以下でコンクリートの打込むのを原則としているのは、水中不分離性コンクリートの場合、若干の流速を有する水中の打込みや、ある程度水中を落下させた打込みも可能

ですが、均一な品質確保を考慮したからです。

水中流動距離を5 m 以下としているのは、水中流動距離が長い場合、優れた流動性を有する水中不分離性コンクリートでも途中で粗骨材が置き去られて先端部はモルタルが多くなり、不均一なコンクリートになり、特に、打込み場所に鉄筋が多く配置されている場合にはその傾向が顕著になるからです。

〔問3〕 水中不分離性コンクリートを水中部から連続して気中部に打設しても問題はありますか？

〔回答〕 水中不分離性コンクリートに用いられるセルローズ系の中水分離性混和剤には、混和剤により巻込まれる粗大な空気泡を消失させるための消泡剤が混入されており、この消泡剤が耐凍害性にとって重要な微細な空気泡にも影響を及ぼし、耐凍害性が低下するといわれてお

ります。

このため、土木学会の水中不分離性コンクリート設計施工指針（案）では、凍結融解作用を受ける地域では干満帯の施工を行ってはならないとしております。

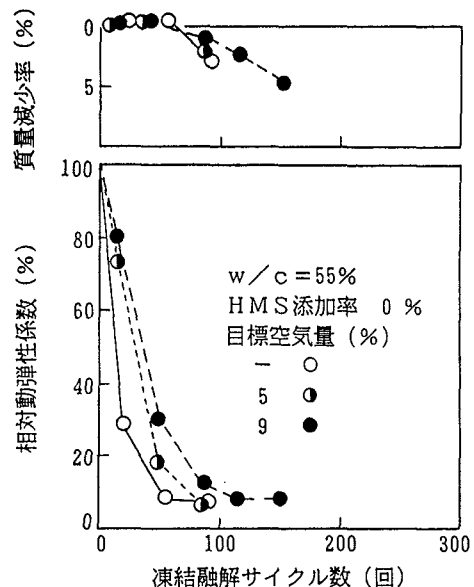
〔問4〕 水中不分離性コンクリートは、耐凍害性に問題はないのでしょうか？

〔回答〕 水中不分離性コンクリートでは、標準的な配合の場合、一般的に耐凍害性を確保するのが困難であるこされています。

そこで、材料研究室では、A E 剤の代わりに空気を内包したプラスチック系弾性膜でできている中球微小球を用いて、水中不分離性コンクリートの耐凍害性の改善を試みてきました。²⁾

中球微小球（以下、HMSと略称）を用いた場合の凍結融解試験結果を図－1 に示しますが、HMS を添加することにより相対動弾性係数の低下が小さくなり、水セメント比が55%の場合、HMSを1.2%以上添加すると80以上の耐久性指数が得られ、耐凍害性が著しく向上しているのがわかります。

耐凍害性を確保するためには、コンクリート中に微細な空気泡を混入させる必要がありますが、HMS を添加した場合の気泡の分布状態を図－2 に示す気泡分布で見えますと、HMS添加



図－1 凍結融解試験結果

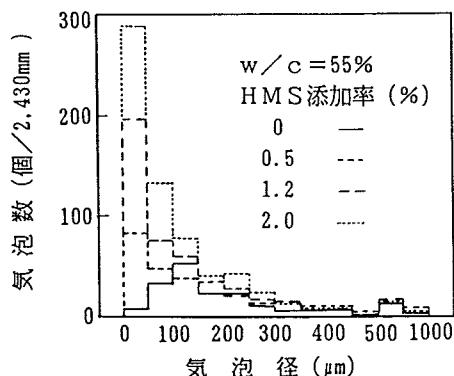


図-2 気泡径分布

が大きくなると、気泡径が $100\mu\text{m}$ 以下の気泡数が増大し、特に $50\mu\text{m}$ 以下のものの増大が顕著です。このように、微細な空気が増大したのは、HMSはその径のほとんどがほぼ $50\mu\text{m}$ 以下であることおよび消泡剤による影響を受けずに、微細なHMSがそのまま空気泡としてコンクリート中に存在できるからです。これらの結果として、耐凍害性が著しく向上したのと思われる。

一方、空気連行剤を用いた場合の凍結融解試験結果を図-3に示しますが、空気連行剤を多量に添加し、空気量を増大させても相対動弾性係数が初期サイクルから急激に低下し、耐凍害性はまったく改善されませんでした。

図-4に示す気泡分布を見てみると、目標空気量に応じて $50\mu\text{m}$ より大きな径の空気泡は増大しますが、 $50\mu\text{m}$ 以下の小さな空気泡の数はほとんど変化しませんでした。このように、微細な空気泡が増大しなかったのは、空気連行剤により連行された微細な空気泡が消泡剤により消失されたためであると考えられます。

これらの結果が示すように、水中不分離性コンクリートにHMSを用いると、耐凍害性に対し

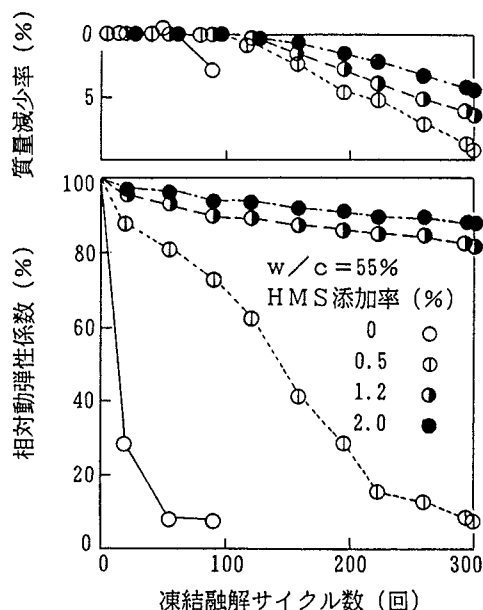


図-3 凍結融解試験結果

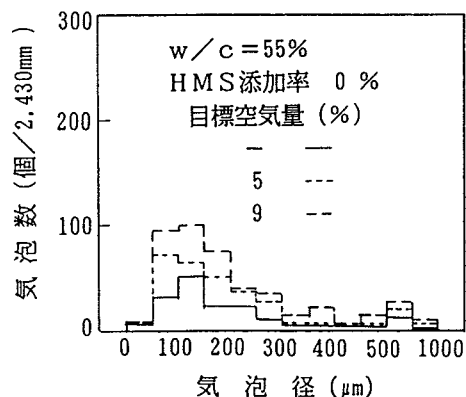


図-4 気泡径分布

し有効な微細な空気泡を消泡剤による影響を受けることなくコンクリート中に混入することができ、耐凍害性を著しく改善することができます。なお、現在、これらの内容に関して特許を申請中です。

(文責 渡辺 宏, 堺 孝司)

参考文献

- 1) 土木学会：水中不分離性コンクリート設計施工指針（案），コンクリートライブラリー，第67号，1991.
- 2) 渡辺 宏，堺 孝司：中空微小球を用いたコンクリートの耐凍害性，コンクリート工学年次論文報告集，Vol. 16, No. 1, pp. 567-572, 1994.