

大成建設技術研究所 正会員 飯田一彦

大成建設技術研究所 正会員 内藤隆史

大成建設土木設計部

浅井有一郎

1. まえがき

近年、北極海での石油掘削のために、種々のコンクリート製プラットフォームが提案されている。厳しい環境条件で使用される、これらの構造物では、凍結融解耐久性に富んだ、高強度の軽量骨材コンクリートが要求される。

軽量骨材コンクリートの高強度化については、硬質の人工軽量骨材の使用と、高性能減水剤による水セメント比の低下により、 $500\text{kgf}/\text{cm}^2$ 程度の強度は比較的容易に達成されている。

しかしながら、軽量骨材コンクリートの凍結融解耐久性については、種々の問題があり、コンクリートの製造、施工にも大きな影響を与えている。

本研究は、このようなことから、軽量骨材コンクリートの凍結融解耐久性について検討を加え、軽量粗骨材の吸水性を低下せしめることによって、凍結融解耐久性の改善をはかったものである。

2. 軽量骨材コンクリートの凍結融解耐久性と諸問題

コンクリートの凍結融解耐久性には、空気量が大きな影響を及ぼすことが知られているが、軽量骨材コンクリートの場合には、軽量粗骨材の吸水量が凍結融解耐久性に最も大きな影響を与える。

図-1は、練りまぜ時の軽量粗骨材の吸水率と凍結融解 300 サイクルでの耐久性指数の関係を示したものである。このコンクリートの圧縮強度は材令28日で $600\text{kgf}/\text{cm}^2$ に達するもので、空気量も $6 \pm 1\%$ と十分であるが、軽量粗骨材の吸水率が大きいと凍結融解耐久性が著しく低下することが明らかである。

この実験結果は、打込み後2週水中養生後に凍結融解試験を開始した場合であり、試験前に気乾養生を行うと耐久性の向上が認められる。しかし、気乾養生の効果は、その後再び水中養生を行うと薄れてしまうため、水中で使用される構造物ではあまり期待できない。

従って、北極海のコンクリート製プラットフォームの建造に際し、現状では、絶乾状態の軽量粗骨材の使用が前提となっている。かかる軽量骨材コンクリートは、練りまぜや運搬中に軽量粗骨材が吸水するため、施工や品質の管理が容易でないばかりでなく、ポンプ圧送ができずバケット打設を余儀なくされるため、施工能率は大幅に低下する。

3. 低吸水性軽量粗骨材の製造

もし、ポンプ圧送中の高圧下においてもほとんど吸水しない程度に、軽量粗骨材の吸水性を低下させることができれば、施工性が良く、凍結融解耐久性の高い軽量骨材コンクリートを得ることができる。

現在、日本で市販されている人工軽量粗骨材は膨脹けつ岩が主流である。その吸水特性は、1時間吸水で数%、24時間吸水で5~10%程度であるが(図-2参照)、30%程度の大きな吸水容量を保有している。

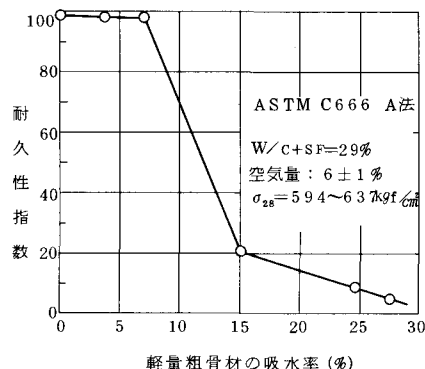


図-1 軽量粗骨材吸水率と耐久性指数

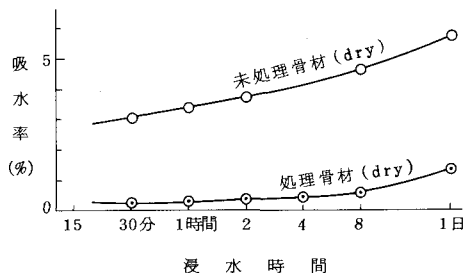


図-2 軽量粗骨材の吸水特性

このように、軽量粗骨材は大きな吸水能力を持っているが、表層を不透水性にすれば、吸水性を大幅に低下させることは可能である。

そこで、種々の材料を用いて、市販の人工軽量粗骨材の表層処理の試験を行った結果、適切な材料を用い、適当な方法で処理を行えば、ポンプ圧送中に作用するような高圧下においても、ほとんど吸水しない軽量粗骨材を得ることができた。

性能、コストなどを総合して、選定された処理方法によると、処理材は軽量粗骨材表層の細孔に浸透し、防水栓を形成するが、表面には層を形成しない。

図-2は、常圧での軽量粗骨材の吸水特性を示したものである。表層処理をしたものは、24時間吸水で1%程度であり、練りまぜや運搬中の1時間吸水程度ではほとんど吸水しないことが解る。

ポンプ圧送中に作用する高圧下での吸水特性を調べるために図-3に示す試験装置によって、軽量粗骨材の加圧吸水試験を行った。試験では、 $40\text{kgf}/\text{cm}^2$ の水圧を10分間作用させ、その間の吸水量を測定すると共に、除圧後の排水量も測定した。試験結果は図-4のとおりで、処理をした軽量粗骨材は $40\text{kgf}/\text{cm}^2 \times 10$ 分の高圧下でも、僅か4%しか吸水せず、除圧後の排水も少ない。この程度の吸水であれば、コンクリートの凍結融解耐久性に悪影響を及ぼさないことは、図-1から明らかである。

一方、ポンプ圧送用コンクリートに従来用いられているプレウェチング品は、加圧時に8%吸水し、除圧後に4%排水している。このことから、処理された軽量粗骨材を用いれば、コンクリートのポンプ圧送が可能であるばかりでなく、骨材の吸排水による悪影響が従来のプレウェチング品よりも少ないことが推定される。

図-5は、軽量粗骨材の処理状態を変化させた同一配合のコンクリートの強度試験結果である。処理した軽量粗骨材を用いたコンクリートは、未処理の骨材を用いた場合と同等の圧縮強度が得られている。

また、この処理軽量粗骨材を用いたコンクリートの凍結融解耐久性指数は、300サイクルで、98であった。

4. まとめ

市販の人工軽量骨材を表層処理することにより、軽量粗骨材の吸水性を大幅に低下させることができた。そして、この軽量粗骨材を用いれば、ポンプ圧送ができ、凍結融解耐久性の高い軽量骨材コンクリートを得られることが示唆された。

次は、この軽量粗骨材を用いたコンクリートのポンプ圧送性と圧送後のコンクリートの凍結融解耐久性の確認を行う予定である。

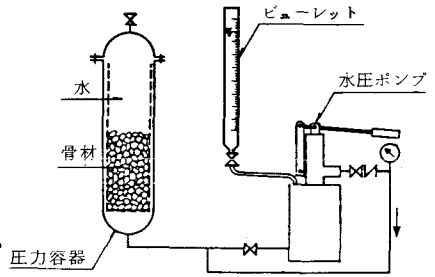


図-3 骨材の加圧吸水試験装置

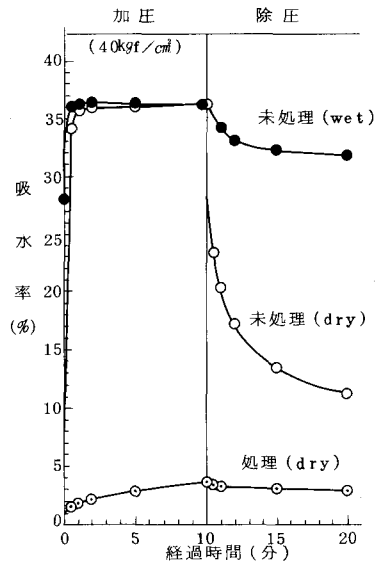


図-4 軽量粗骨材の加圧吸水試験結果

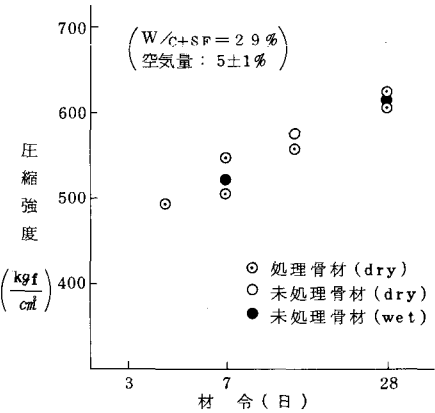


図-5 圧送強度試験結果