

V-199 転圧コンクリートの空隙組織と耐凍害性に関する研究

都立大学 正会員 葛 拓造
 都立大学 熊坂徹也
 都立大学 正会員 國府勝郎

1. はじめに

転圧コンクリート舗装は単位水量の少ない超硬練りコンクリートを使用し、十分に締固めても2~3%の空隙が残存しやすく、この空隙は耐凍害性を低下させることを、筆者らはすでに報告している[1]。本文では、転圧コンクリートに存在する空隙構造を明らかにすることが、耐凍害性の改善に基本的に重要であることに着目し、超硬練りコンクリート供試体の空隙分布性状およびAE剤による連行空気の分布性状を明らかにし、耐凍害性との関係を検討したものである。また、通常のAEコンクリートにモデル空隙を形成し、粗大空隙に対する連行空気の耐凍害性の向上の効果を検討したものである。

2. 実験概要

2-1 使用材料、配合および成形方法

セメントは普通ポルトランドセメントを用い、細骨材および粗骨材はそれぞれ堅硬な鹿島産陸砂および青梅産碎石2005を用いた。高級アルコール硫酸エステルを主成分とする混和剤R、特殊アニオン型活性剤を主成分とするB、通常のコンクリートに使用されているレジン系AE剤V、およびリグニン系AE剤Pを用いた。アルキルエーテルポリマーを主成分とする超硬練りコンクリート用混和剤Rも混和剤Pとともに使用した。

使用したコンクリートの配合は、水セメント比35%、粗骨材空隙モルタル比1.6、単位水量105kg/m³を一定とした配合で、混和剤による連行空気および成形時の空隙率が所定の値となるよう変化させたものである。なお、空隙率には連行空気量を含めていない。また、スランプ8cm、空気量5%の通常のコンクリートに、粒径1.5~3.0mmのパーライト骨材を所定量、別途混入したモデル空隙供試体も試験した。パーライトは十分に吸水させた状態で使用し、所定の空隙率の容積に相当する水量を吸水率から換算して混入した。

供試体は10x10x40cmの角柱で、振動テーブル上に固定したホッパ付き型枠に、所定の充填率に相当するコンクリート試料を一度に投入し、打込み上面に鋼製重錘を載せて、振動締固めを行った。重錘は型枠上面に達したときにそれ以上沈下しないよう工夫されている。

2-2 試験方法

1) フレッシュコンクリートの空気量

フレッシュコンクリートの空気量は、ワシントン型エアメータの容器にあらかじめ水を投入しておき、超硬練りコンクリートの空隙を水で置き換え、連行空気のみが測定されるように改良した圧力方法[1]によって測定した。

2) 凍結融解試験方法

凍結融解試験方法は、材令28日まで水中養生を行った供試体を水中凍結、水中融解するもので、+5~-18°Cの温度サイクルを4.5~5.0時間与えた。

3) 連行空気および空隙の顕微鏡観察

硬化したコンクリートの連行空気量および空隙量を測定した試料は、凍結融解試験供試体と同時に作製した角柱から断面10x10cmの板を切断して研磨した。ASTMに規定するポイントカウント法で空気の連行性状を評価し、リニアトラバース法を参考にしてトラバース線上の20μm以上の空隙の弦長とその頻度を測定した。

3. 結果および考察

図-1は顕微鏡観察による弦長20μm以上の空気・空隙量の分布を示したものである。プレーンコンクリート

の分布は、弦長 $200\mu\text{m}$ 程度以上の範囲において、空隙率の大きいものほど空気・空隙量が増大している。一方、空気量4.0%のAEコンクリートの空気・空隙量は、弦長 1mm 以上で空隙分布が空隙率に影響を受けている。文献[1]で、水銀圧入による細孔径分布の半径約 $6\mu\text{m}$ 以下の範囲では、プレーンとAEコンクリートの間では分布の差異は認められるが、空隙率の影響は認められないことを報告した。これらの結果から、締め固めにもなう空隙は、少なくとも $200\mu\text{m}$ 程度以上のきわめて大きい空隙と推察される。

図-2は耐久性係数に対する空隙率の影響を示したものである。プレーンコンクリートの耐久性係数は空隙率の増大とともに顕著に低下するが、空隙率が4%程度の場合、空気量6%程度のAEコンクリートとすれば耐久性係数が改善されている。AEコンクリートの空気量が4%程度の場合には耐凍害性が劣る場合もある。

空隙の大きさは約 $200\mu\text{m}$ 程度以上の粗大なものであり、このような大きな空隙に対して直径 $20\sim 250\mu\text{m}$ といわれる連行空気によって、耐凍害性を改善できるか疑問がある。しかし、図-2に示すパーライトによるモデル空隙供試体の耐久性係数は、空隙率4%に対して連行空気量5%で改善されていることが認められるのである。

図-3は超硬練りコンクリートに各種のAE剤を使用したときのフレッシュコンクリートの空気量に対する硬化コンクリートの気泡間隔係数を示したものである。空気量を増大させると気泡間隔係数が減少し、空気量を6%程度まで大きくした場合、気泡間隔係数は $100\mu\text{m}$ 以下となっている。なお、供試体の空隙率の大きいものの気泡間隔係数は、空隙率の小さいものに比較して大きな値となる傾向が認められたが、実験の範囲では $30\mu\text{m}$ 程度であったので、平均値を使用した。空隙があっても気泡間隔係数が大きく変化しないのは、その数が少ないためである。

4. まとめ

これらの試験結果から、転圧コンクリートの耐凍害性確保のためには、空隙率が3%以下であること、または空隙率が4%程度であれば空気量を6%程度とし、気泡間隔係数を $100\mu\text{m}$ 程度とする必要があるものと思われる。

文献[1]葛、原、國府：転圧コンクリートの凍結融解抵抗性に関する研究、コンクリート工学年次論文報告集、12-1、1990

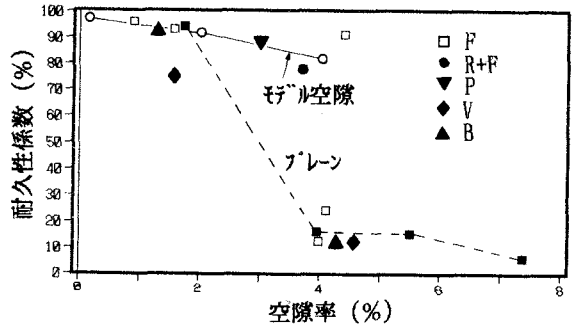


図-2 耐久性係数に対する空隙率の影響

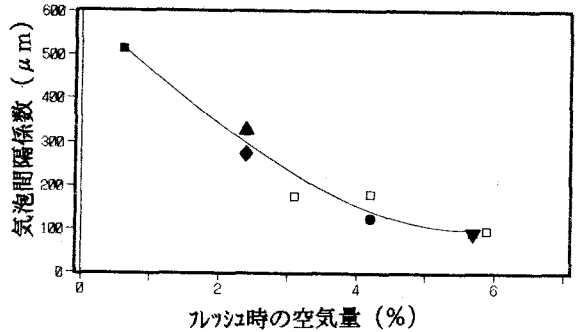


図-3 空気量と気泡間隔係数の関係

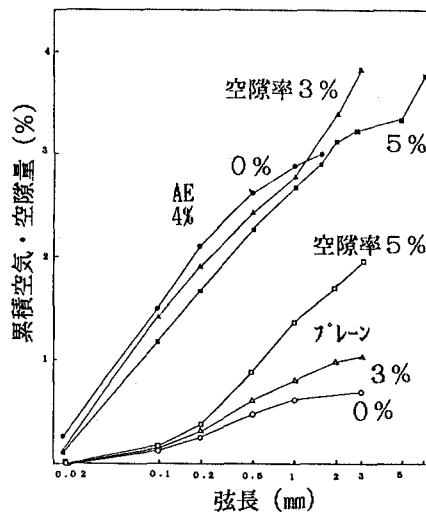


図-1 空気・空隙量の分布