

コンクリート気泡対策技術

～コンクリート構造物における気泡消失理論の提案と実験的検証～



気泡を減らす技術でコンクリートを緻密にし、 構造物の耐久性や品質向上に貢献

気泡消失理論の3つのメカニズム(CB理論)の仮説を立て、その検証試験を実施した。その結果、フレッシュコンクリートに変動的慣性力を作用させることは気泡の消失に有効であることが確認できた。

概要

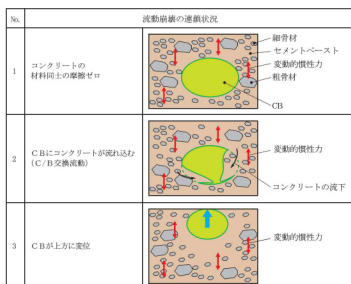
コンクリート構造物の耐久性については、材料が緻密化されていることが重要な要素であるが、コンクリート表面についても、緻密で滑らかである事が美観的な問題のみならず外部有害因子の内部への進入を防ぐ意味で重要である。表層コンクリートに発生する気泡については、ただちに構造性能を損なう原因となる可能性が低いため、コンクリートの基礎研究として取組みは少ない。IHグループではコンクリート気泡について、その発生・消失原因について物理学的理論を提案し、それらに対して電磁式小型加振機による実験を実施した。

気泡消失現象のメカニズム(CB理論)

本研究では、コンクリート中の気泡をCBと呼ぶ。CBの消失現象には、以下3つのメカニズムが存在するとの仮説を立てている。

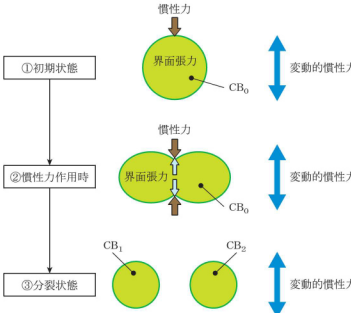
第1メカニズム 変動的慣性力による低摩擦化と流動崩壊の連鎖

- 変動的慣性力の印加により、振動の上下ピーク間の中間で瞬間的に無重力に近い状態となり、各構成材料に作用する摩擦力がほぼゼロとなる。
- 振動のピークに達すると、各構成材料が互いに接触して再配置が成される。
- 上記過程において、安定状態に向かってコンクリートが液相的に流下する。
- 上記が繰り返され、密度が最小である気泡がコンクリートの上面まで到達して大気中に放出される。



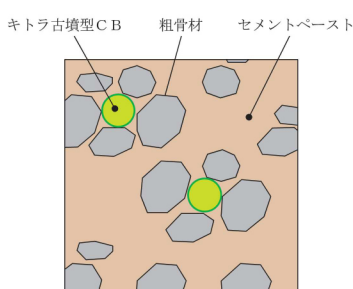
第2メカニズム 変動的慣性力によるCBの分裂・細分化

- 変動的慣性力の印加により、CBとコンクリートの質量差による慣性力差でCBを崩壊させる。
- 上記により、CBを二次、三次と高次のCBに分裂させ、所望する大きさのCBに細分化させる。このとき、CBはコンクリート中に微細化して残存する。
- 上記より、CBの高次化分裂を進行させれば、粗大なエンラップドエアをエンレインドエアに変化させることも理論的には可能だと考えられる。



第3メカニズム キトラ古墳型CBの共振崩壊によるCBの微細化

- 第1、第2メカニズムで消失できないCBを本研究ではキトラ古墳型CBと呼ぶ。
- キトラ古墳型CBは、複数の粗骨材で囲まれてエアが捕捉されたものであり、密度が比較的近い粗骨材とセメントペーストで集合体を成している。ゆえに、第1、第2メカニズムでは崩壊させることができない。
- 消失には、キトラ古墳型CBを構成する粗骨材の固有振動数に近い振動を印加し、粗骨材自体を共振させることが有効であると考えられる。



気泡消失試験

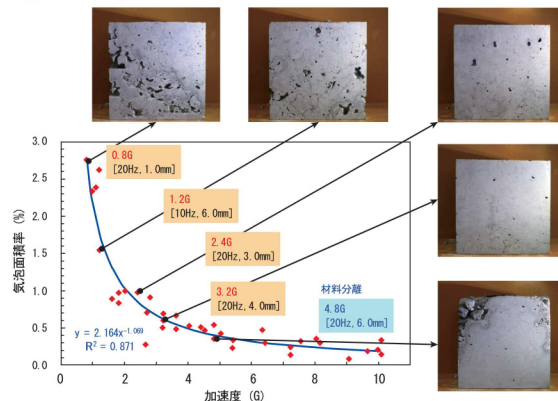
試験体の設置概要

- 電磁式小型加振機で変動的慣性力を作用させる気泡消失試験により、CB理論の検証を実施。
- 試験には42-21-20Nの中流動コンクリート(空気量2.0%)を用いた。



加速度と気泡面積率の関係

- 気泡面積率と加速度に相関関係が認められた。
- 材料分離が生じない範囲で最大の加速度を与えれば、表面気泡の量を最小にできることが明らかになった。



振幅1.5mmの気泡数および気泡面積率

気泡数および気泡面積率の分析結果から第2メカニズムによる気泡の細分化現象の存在が示唆された。

