

フレッシュコンクリートに連行した空気泡によるベアリング効果の解明

大西 悠

要旨

自己充填コンクリートが普及しがたい原因として、普通コンクリートの約2倍の単位セメント量による必要以上の高強度とそれに伴う高価格が挙げられる。セメントと高性能AE減水剤の添加によって高流動性の付与と材料分離抑制を両立させていたためである。2013年以降、コンクリート中に微細な気泡を連行することによって高流動性を得る“気泡潤滑型自己充填コンクリート(air-SCC)”の開発が行われてきた。これは、微細な連行空気泡はベアリング効果を持っているため、コンクリート中の個体粒子間摩擦を低減し、高流動性が得られるものと考えられている。しかしながら、微細気泡によるベアリング効果は間接的な検証にとどまってきた。

本研究の目的は、フレッシュコンクリートの自己充填性における、微細気泡によるベアリング効果の直接測定による検証である。微細な連行空気泡は外力によって圧縮されても体積が潰れにくいことによってベアリング効果が発揮されるものと仮定した。フレッシュモルタルの圧縮試験により変形量を求め、そして一面せん断試験により摩擦力を求めることにより、微細気泡の効果を検証した。

試験の結果、小径気泡がより多く連行されているフレッシュモルタルのせん断強度が低かった。特に、1000 μm 未満の空気量とせん断強度に高い相関が得られた。加えて、大径気泡のみを連行したフレッシュモルタルのせん断強度は、空気連行していないモルタルと同等のせん断強度であった。

また、フレッシュモルタルを圧縮して除荷した際にひずみが残っていることが確認できた。このことから、連行気泡は潰れても復元することが明らかになった。圧縮力による最大ひずみと、除荷後の残留ひずみとの差を残留した空気量で除した値の逆数を、モルタル中の連行気泡の復元性の指標として剛性比と定義した。剛性比と最大直応力 0.20MPa 下での連行気泡の細かさとの間には高い相関が得られた。微細気泡によるベアリング効果を検証できたと考察した。

一方、最大直応力を 0.35MPa と大きくすると、剛性比は気泡の細かさに関わらず同等となった。直応力 0.35MPa 下では、モルタル中の連行気泡は径の大きさに関わらず潰れている可能性を得た。

さらに、増粘剤を添加しているフレッシュモルタルは気泡の抜けが小さかった。モルタルから微細気泡、大径気泡が抜ける条件で増粘剤を添加したところ、微細気泡の抜けはほとんどなくなった。

Mechanism of Bearing Effect by Entrained Air Bubbles in Fresh Concrete

Haruka ONISHI

ABSTRACT

One of the reasons for making self-compacting concrete (SCC) difficult may be higher cost approximately twice as the ordinary concrete. Currently, self-compacting performance and segregation of fresh concrete are prevented by high unit cement content and dosage water-reducing agent. "Air-enhanced Self-compacting Concrete (air-SCC)" has been developed by making use of bearing effect of fine entrained air bubbles in fresh concrete in order to make SCC a standard concrete. However, bearing effect of fine air bubbles has been verified indirectly.

The purpose of this study is to verify the bearing effect by fine air bubbles on self-compacting performance of fresh concrete by measuring it directly. It is assumed that a fine air bubble may maintain its volume even subject to compressive stress and it may work as a bearing effect. The shear-test of fresh mortar was carried out and the shear strength at which the specimen started deforming was obtained.

As a result of the test, the shear strength of fresh mortar with higher amount of finer air-bubbles with the diameter of less than 1000 μm was lower. The shear strength of fresh mortar with no finer air bubbles was similar to that without entrained air. In addition, the strain of fresh mortar subject to compressive stress remained partially after re-loading. It is possible that the entrained air bubbles can survive even subject to compression.

The author defined the relative stiffness of entrained air bubbles as the ratio of the residual air volume to the residual strain of the mortar after re-loading. There was a high correlation between the relative average surface area of entrained air bubbles and the relative stiffness of the air bubbles at the maximum compressive stress of the mortar of 0.20 MPa. It is possible that finer entrained may have higher stiffness subject to compression and the bearing effect may be verified.

On the other hand, there was no correlation at the maximum compressive of 0.35 MPa. It is possible that all the air bubbles shrunk and did not work as a bearing due to such high pressure.

Also, the effect of cellulose ether-type of viscosity modifying agent (VMA) on maintaining the volume of entrained air subject to compression. It was especially verified with the mortar with no-fine entrained air bubbles.