

## 炭酸水練混ぜと微細気泡の連行による 増粘剤添加型フレッシュコンクリートの自己充填性能の向上

曾我部 蓮太

### 要旨

型枠内への充填に際して振動締固め作業を必要としない自己充填コンクリート(Self-Compacting Concrete : SCC)が1988年に開発されたが、30年以上が経過しても自己充填コンクリートが普及しているとは言い難い。フレッシュコンクリートに自己充填性能を付与するためにセメント量を増やして粘性を高めて間隙通過性能を高めるとともに、高性能AE減水剤を添加し、セメントを分散させて軟度高める必要がある。そのため、粉体(セメント等)の使用量が普通コンクリートの約2倍となり、高コストになっている。この状況から自己充填コンクリートを汎用化して普及させるには、自己充填性能を維持しつつセメント量を減らすことが有効な手段の1つである。

本研究の目的は、これまで効果が検証されてきた増粘剤(VMA)添加と微細気泡連行の組み合わせに、新技術である炭酸水練混ぜを組み合わせ、それぞれが支障なくその効果を発揮してフレッシュコンクリートの自己充填性能を向上させることである。

連行した空気が炭酸水練混ぜのフレッシュモルタルの粘性と内部摩擦に与える影響を調べた。次に炭酸水練混ぜが連行する空気の質と量に与える影響を調べた。モルタルの練混ぜには、予備実験より判明した、コンクリート中のモルタルを再現するのに適している分割練りを採用した。粘度、面内付着力および面外付着力を総称して定義した粘性は、炭酸水練混ぜによる向上効果を確認するとともに、気泡連行が粘性を低下させないことを確認した。また、炭酸水練混ぜはAE剤を用いなくても適量の空気連行を可能にするが、高い自己充填性能付与の観点から、従来通りAE剤添加による空気連行方法が適していることが分かった。気泡径分布測定より、炭酸水練混ぜは、連行気泡の微細化、すなわち自己充填性能にとって有利となる可能性を得た。さらに炭酸水練混ぜのモルタルに気泡を連行することにより、内部摩擦の増加を抑制しつつ粘性を向上させることができた。

最後に、コンクリート練混ぜによる検証実験により自己充填性能向上効果を確認した。フレッシュコンクリートでは、水道水練混ぜよりも少ない空気量で高い充填高さを示した。炭酸水練混ぜと微細気泡の連行の併用による、自己充填性能の向上効果の可能性を得た。このことを、コンクリートから採取したモルタル試験による、粘性向上及び内部摩擦抑制を確認して裏付けた。

以上、既存の増粘剤添加および気泡連行に加えて、炭酸水練混ぜによりフレッシュコンクリートの自己充填性能レベルを向上させることができた。空気量の調整技術が確立されれば、当初目標の汎用型自己充填コンクリートの完成の見通しを得たと言える。

## Improvement of Self-Compacting Performance of Fresh Concrete with Viscosity Modifying Agent by Mixing with Carbonated Water and Entrainment of Microbubbles

Renta Sokabe

### ABSTRACT

Self-Compacting Concrete (SCC), which does not require vibratory compaction when placed in the formwork, was developed in 1988, but even after more than 30 years, self-compacting concrete is still not widely used. To give self-compacting performance to fresh concrete, it is necessary to increase the amount of cement to increase its viscosity and pore-passing performance, and to add a high-performance AE water reducer to disperse the cement and increase its softness. This requires the use of about twice the amount of powder (cement, etc.) as ordinary concrete, resulting in high costs. In this situation, one of the effective ways to make self-compacting concrete more widely used is to reduce the amount of cement while maintaining its self-compacting performance.

The objective of this study is to improve the self-compacting performance of fresh concrete by combining the combination of thickener (VMA) addition and microbubbles, both of which have been verified to be effective, with a new technology of carbonated water mixing, where the effects of each are demonstrated without any problems.

The effects of air entrained with carbonated water on the viscosity and internal friction of the fresh mortar were investigated. Next, the effect of carbonated water kneading on the quality and quantity of the continuous air was investigated. For the mortar mixing, a split mixing method was employed, which was found from preliminary experiments to be suitable for reproducing the mortar in concrete. Viscosity, defined collectively as viscosity, in-plane adhesion, and out-of-plane adhesion, was improved by mixing with carbonated water, and it was confirmed that air bubble coupling did not reduce the viscosity. Although carbonated water mixing enables an appropriate amount of air entrainment without the use of AE agent, it was found that the conventional air entrainment method with the addition of AE agent is suitable from the viewpoint of providing high self-compacting performance. From the measurement of bubble size distribution, it was found that the carbonated water mixing may be advantageous for the miniaturization of air bubbles, i.e., for the self-compacting performance. Furthermore, the addition of the continuous bubbles to the carbonated water-mixed mortar improved the viscosity of the mortar while suppressing the increase in internal friction.

Finally, the effect of improved self-compacting performance was confirmed through verification experiments using concrete mixing. Fresh concrete exhibited higher self-compacting height with less air than tap water mixing. We obtained the possibility of improving the self-compacting performance by the combination of carbonated water mixing and the continuous flow of microbubbles. This was supported by the viscosity improvement and internal friction suppression confirmed by mortar tests taken from concrete.

As described above, the self-compacting performance level of fresh concrete could be improved by mixing with carbonated water in addition to the existing thickener addition and air bubble circulation. Once the technology for adjusting the air volume is established, the prospect of completing the initial goal of general-purpose self-compacting concrete can be said to have been achieved.