

# 自己充填コンクリートに微細気泡を連行する 練混ぜ手順の確立

森崎 弘汰朗

## 要旨

施工時に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。しかしながら、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。原因として、普通コンクリートよりも高単価であることが挙げられる。従来の自己充填コンクリートは自己充填性を付与するためにセメント量を増やして粘性を高め、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ことにより自己充填性を得ている。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、高価格なコンクリートとなっている。この課題を解決するために、コンクリート中のセメントの一部を微細な気泡に置き換えることで、自己充填性を維持しつつ、単位セメント量を削減した気泡潤滑型自己充填コンクリート(air-SCC)が開発され、実用化に向けて技術開発が行われている。その中で、500 $\mu\text{m}$  以下の微細気泡が自己充填性向上に有効であることが分かっている。

本研究の目的は、微細気泡の連行と気泡の経時安定性向上に有効であることが分かっている増粘剤を添加し、練混ぜ手順の調整のみにより 500 $\mu\text{m}$  以下の微細な気泡をモルタル中に連行する方法を確立することである。そのため、練混ぜ直後および 2 時間後のフレッシュ状態のモルタルの気泡径分布を測定し、練混ぜ手順の違いが与える影響を比較し、適切な練混ぜ手順を構築した。

微細気泡比率の高い空気を連行する効果のある分割練りを採用した。練り混ぜ水を半分に分け、減水剤と空気連行剤は 2 次水に混ぜて投入した。1 次練りと 2 次練りのそれぞれの時間がモルタルの気泡径分布に与える影響を調べた。2 次練り時間を長くすることで微細気泡の比率が高まり空気量が増加すること、一方、1 次練り時間を長くすることで微細気泡の比率が低下し空気量は減少することが分かった。さらに、1 次練り時間の違いによるモルタルの粘度の違いを水セメント比の調整により生じさせたモルタル同士の気泡径分布を比較した結果から、1 次練り時間により決まるモルタルの粘度が微細気泡の比率や空気量に影響を与えている可能性を得た。

2 次練り時間を長くすると微細気泡の割合が高まるが、それに伴って空気量が大きくなってしまったことが分かったため、1 次練りの時間を調整することで微細気泡量を維持しつつ、目標とする空気量を得る方法を考案した。

本研究の成果により、練混ぜ手順決定の合理化が図れるようになった。これが気泡潤滑型自己充填コンクリートの製造可能工場の増加、ひいては同コンクリートの普及を促進すると確信している。

## Mixing procedure for entraining fine air bubbles Into self-compacting concrete

Kotaro Morisaki

### ABSTRACT

Self-compacting concrete has not been widely used. One of the reasons is that it is more expensive than ordinary concrete. Conventional self-compacting concrete has self-compacting performance by increasing the amount of cement for increasing viscosity resulting in flowability through obstacle, and by dosing a high-range AE water reducing agent for high dispersion of cement particles resulting in lower consistency. The amount of powder (cement, etc.) of twice as that of the ordinary concrete results in an expensive concrete. To solve this problem, a bubble-lubricated self-compacting concrete (air-SCC) has been developed by replacing a portion of the cement in the concrete with fine air bubbles to reduce the unit cement content while keeping the level of self-compacting performance. It was found that microbubbles with the diameter of less than 500  $\mu\text{m}$  or less were effective in enhancing the self-compacting property.

The objective of this study is to establish a method for entraining fine air bubbles with the diameter of 500  $\mu\text{m}$  or less into mortar with viscosity agent by simply adjusting the mixing procedure, by which the effect of entraining fine air bubbles and enhancing the stability of the bubbles over time has been verified. For this purpose, the bubble size distribution of fresh mortar was measured immediately after mixing and after 2 hours respectively, and the effect by different mixing procedures were compared. The dividing mixing procedure was employed. The total water was divided into 50 to 50. Water reducing admixture and air-entraining agent was poured at the second mixing.

The longer duration of first mixing resulted in the lower share of fine bubbles and the smaller air content. The longer duration of the second mixing resulted in the higher share of fine bubbles and the larger air content. The mechanism of the effect by the longer duration of the first mixing of lower viscosity of mortar was verified with the experiment of mortars with the variety of viscosity subject to the variety of water to cement ratio.

A rational method with which the target air content can be obtained with high share of fine bubbles was proposed by using the results of this study. It may contribute to increase the number of ready-mixed concrete plants which can mix air-enhanced self-compacting concrete resulting in making self-compacting concrete a standard concrete.