

◇技術紹介 Technical Report

# 加振併用型の高流動コンクリート 「スムースクリート®」の適用事例

## Application of High-Fluidity Concrete Together with Vibrating Compaction to Several Concrete Structure: “Smooth-Crete®”

桜井 邦昭 Kuniaki Sakurai  
近松 竜一 Ryuichi Chikamatsu

### 1. はじめに

近年では、耐震規準類の見直しにより鉄筋が高密度に配置される場合や、設計の合理化に伴い躯体断面をスリム化する事例が増加している。また、建設設備投資額の減少に伴い、より低コストで耐久性に優れたコンクリート構造物を構築することが求められている。

密実で均質なコンクリート構造物を構築するには、配筋条件や施工条件に応じて適切な流動性を有するコンクリートを用いることが肝要である。土木学会コンクリート標準示方書【施工編】では、部材種類ごとに鋼材のあきや締固め作業高さに応じて打込みの最小スランブが示されている。また、配筋条件が厳しく打込みの最小スランブを21cm以上とする必要がある場合には、締固めが不要な自己充填性を有する高流動コンクリートの適用を検討するよう記述されている。

一方、施工の合理化の観点から、自己充填性は有しないものの、補助的な振動締固めにより充填が可能な加振併用型の高流動コンクリート(一般に中流動コンクリートといわれている)を適用する事例が増加している。本稿では、加振併用型の高流動コンクリート「スムースクリート」の概要と適用例を紹介する。

### 2. スムースクリートの位置づけ

各種コンクリートを「流動性」と「充填に必要な締固めの程度」の関係で整理した概念図を Fig. 1 に示す。

高流動コンクリートとは、流動性と材料分離抵抗性を著しく高めたコンクリートの総称である。このうち、自己充填性を有する高流動コンクリート「ニューロクリート」は、締固めを行わないことを前提とし、コンクリート材料が有する性能のみで構造体コンクリートの充填性を担保するコンクリートである。国内では、高密度な配筋を有する部材や逆打ちコンクリートなど締固め作業が困難もしくは不可能な構造物に適用されることが多い。

一方、加振併用型の高流動コンクリート「スムースクリート」は、補助的であれ締固めを行うことを前提としたコンクリートである。流動性をスランブで管理する従来のコンクリートに比べ流動性が大きく、わずかな振動作用で充填が可能のため、施工の効率化が図れるとともに充填不良等の施工欠陥の発生リスクを低減できるコンクリートである。スムースクリートのスランブフロー試験状況および流動状況の例を Photo 1 に示す。

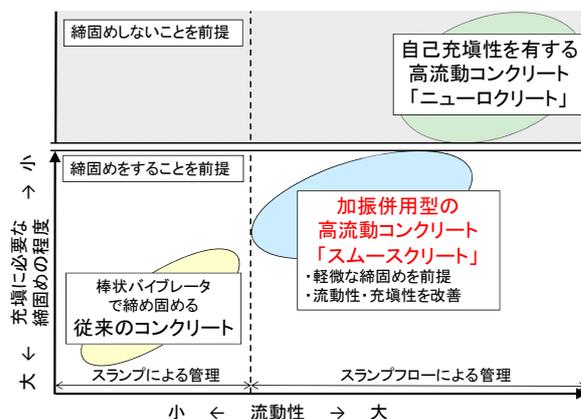


Fig.1 スムースクリートの位置づけ  
Positioning of 'Smooth-Crete' in Several Concretes



Photo 1 スランブフロー試験状況(左)と流動状況(右)  
Slump-Flow Test and Flowing Situation of 'Smooth-Crete'

### 3. スムースクリートの適用事例

スムースクリートは、従来のコンクリートに比べ高い流動性を有するため、締固め作業が困難な構造物に適用すると効果的である。本章では、トンネル覆工と LNG タンクの PC 防液堤コンクリートへの適用例を示す。

#### 3.1 トンネル覆工

トンネル覆工には、従来スランブ 15cm 程度のコンクリートを用いられてきたが、断面厚さが 30~35cm と薄い、天端部ではコンクリートを上方に吹上げ長距離を流動させて充填させる必要があるなど、締固め作業が難しい構造物である(Photo 2)。近年、各発注機関からトンネル覆工の充填性確保に対する要求が高まっている。

当社では、自己充填型の高流動コンクリート「ニューロクリート」を用いることで密実なトンネル覆工を構築できることを確認している<sup>1)</sup>。しかし、材料コストの増大や施工設備の補強が必要となる場合があること等により、広く適用されるには至っていない。

そこで、補助的な締固めを行うこと、および従来の覆工設備を使用することを前提とし、従来のコンクリートと同等の単位セメント量で流動性を高めたスムーズクリートを開発した<sup>2)</sup>。スムーズクリートは、高い流動性に見合った材料分離抵抗性を確保する手法の違いにより、自己充填型の高流動コンクリートと同様に、①フライアッシュなどの産業副産物を粉体増量材として用いる粉体系、②増粘型高性能 AE 減水剤を用いる増粘剤系、および③両者を併用する併用系に分類される。各種スムーズクリートの配合概念図を Fig.2 に示す。現場の立地条件、レディーミクストコンクリート工場の設備条件および材料条件に応じてスムーズクリートの種類を選択することで、あらゆるトンネル現場での適用が可能となっている。

トンネル覆工にスムーズクリートを用いることで、①移動式型枠(セントル)に取り付けた型枠バイブレータで締固めを行うことも可能となり施工性が大幅に改善できること、②品質のばらつきが小さく均質性に優れた覆工が構築できること、③天端部におけるコンクリートの充填性が改善されるとともに従来の覆工コンクリートで認められた天端部での縞模様が軽減でき美観性が向上すること(Photo 3)、等を確認している<sup>3)</sup>。



Photo 2 トンネル覆工のコンクリートの打込み状況例  
Example of Construction Situation of Tunnel Lining

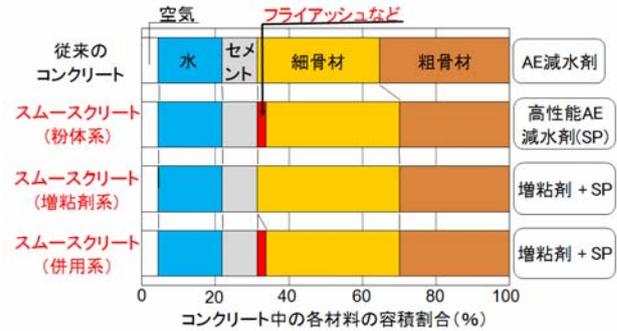


Fig. 2 各種スムーズクリートの配合概念図  
Kind of 'Smooth-Crete' and Mix Proportion Example

### 3.2 地上式 LNG タンクの PC 防液堤コンクリート

2011 年の東日本大震災以降、火力発電による電力需給が高まりつつあり、燃料となる天然ガスを貯蔵する LNG タンクの需要は今後増加するものと推測される。

PC 防液堤コンクリートは、耐震設計上、高強度なコンクリートが必要な場合が多く、高密度に鋼材が配置されるとともに、周方向・鉛直方向に PC 鋼材用のシース管が埋設されるため、これまで自己充填型の高流動コンクリート「ニューロクリート」が適用されてきた<sup>4)</sup>。近年では、経済性の観点から防液堤の部位に応じ強度レベルの異なったコンクリートを適用する事例が増加している。

スムーズクリートは、補助的な振動締固めを前提とするため、ニューロクリートに比べ少ないセメント量(粉体量)で材料分離抵抗性を確保できる。Table 1 に示すように、比較的強度の小さい部位にスムーズクリートを用いることで、単位セメント量を大幅に低減することが可能となり、材料コストおよび温度ひび割れリスクを低減できる。

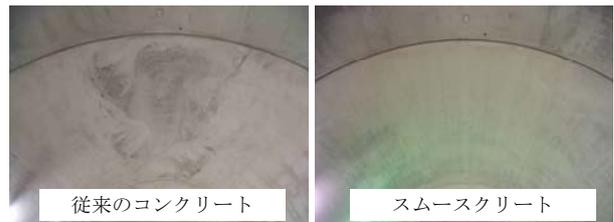


Photo 3 スムースクリートを用いた覆工の仕上がり状況  
Completion of situation of lining using 'Smooth-Crete'

Table 1 PC防液堤コンクリートの配合例  
Example of Mix proportion for Dike-Concrete of LNG Tank

コンクリート種類	設計基準強度 (N/mm <sup>2</sup> )	目標 SF (cm)	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m <sup>3</sup> )				
					W	C	S	G	混和剤
ニューロクリート	60	60	33	47.2	170	515	762	860	高性能 AE 減水剤
スムーズクリート	30	50	45	49.4	175	389	828	860	増粘型 高性能 AE 減水剤

#### 参考文献

- 1) 酒井松男, 他: 膨脹性高流動コンクリートを用いた薄肉のトンネル二次覆工の施工, コンクリート工学, Vol.41, No.7, pp.41-46, (2003)
- 2) 桜井邦昭, 他: トンネル覆工用「スムーズクリート」の開発, 大林組技術研究所報, No.75, (2011)
- 3) 諏訪菌和彦, 他: 増粘剤系中流動コンクリートによるトンネル覆工の施工, コンクリート工学, Vol.50, No.4, pp.366-371, (2012)
- 4) 西崎丈能, 他: 高強度・自己充填コンクリートによる PCLNG 貯槽の建設, コンクリート工学, Vol.37, No.10, pp.40-45, (1999)

## 4. まとめ

加振併用型の高流動コンクリート「スムーズクリート」の概要および適用事例を紹介した。スムーズクリートは、本稿で紹介した事例のように、従来のコンクリートでは確実に充填することが困難であるが、逆打ちコンクリートのように完全な自己充填性は必要とせず、補助的に振動締固めを行うことが可能なコンクリート構造物へ適用すると効果的である。今後、さらに多くのコンクリート構造物へ適用されることが望まれる。