

V-45

高流動連壁コンクリートの充填性評価手法に関する基礎研究

東北大学大学院 工学研究科 正会員 ○青木 茂
東北大学工学部 土木工学科 正会員 阿部 喜則
東北大学工学部 土木工学科 正会員 三浦 尚

1. はじめに

近年、地下連続壁コンクリート（連壁コンクリートと略記）に高強度化が指向されている。このとき、トレミでの施工性や溝壁内充填性を確保するため、コンクリートには高流動性が要求されることが多い。高流動な連壁コンクリートの施工性や充填性を評価する手法としてO漏斗試験が有用であることは実施工において既に明らかとなっている[1]。一方、自己充填という観点からみると、打設条件は異なるが連壁コンクリートも締固め不要コンクリート、いわゆる高流動コンクリートの範疇にあるといえる。一般に、高流動コンクリートの充填性評価には、O漏斗試験のほか、V漏斗試験[2]や各種のボックス型充填試験[3]などが多用されている。現在、仙台市郊外に建設中のLNG地下タンクの連壁コンクリートは高ビークライトセメントを用いた高流動なコンクリートであり、品質管理にO漏斗試験を用いている。今回、所定の品質管理試験の際に、V漏斗試験や各種ボックス型充填試験を実施し、これらの試験結果の比較を行った。

2. 連壁コンクリートの概要

地下連続壁の形状寸法は内径65m、壁深さ71m、壁厚0.8mの円筒形である。連壁コンクリートの打込みにはφ200mmのトレミを先行パネルで3本、後行パネルで2本使用した。使用材料の性質を表-1に、連壁コンクリートの配合を表-2に示す。設計基準強度の材齢は91日とした。

3. 充填性評価試験装置の種類

使用した充填性評価試験装置の種類とこれらの主な諸元を表-3に示す。ボックス充填試験装置の充填性評価に関する基本概念はU型試験装置と同様であるが、底部の形状が角型であるためU型試験装置より流動条件が厳しいものとなっている。

4. 試験結果と考察

施工期間を通じて行ったO漏斗流下試験結果を統計処理したものを図-1に示す。O漏斗流下試験は、粗骨材の過大粒の混入や材料分離に起因した吐出口でのブロッキング現象、水量や練上り温度の変動に伴う粘性の増加などを流下時間により把握し、トレミでの打設管理に役立てるものである。流下時間の目標を5秒～10秒としたが、約4秒～8秒の範囲で管理できた。

表-1 材料の性質

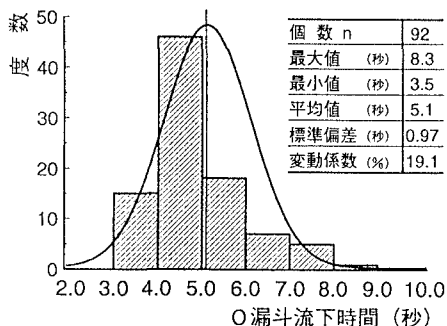
区 分	種 類	物性・主成分など
セメント	高ビークライトセメント	比重 3.22, 比表面積 3390 cm ² /g 含有率: C ₃ S 27%, C ₂ S 57%, C ₃ A 3%
細骨材	山 砂	比重 2.56, 吸水率 2.71% F.M. 2.78, 実積率 64.0%
粗骨材	砕 石	比重 2.75, 吸水率 1.50% F.M. 6.69, 実積率 59.9%
混和剤	高性能A E減水剤	主成分: ポリカルボン酸塩系 比重 1.07±0.02

表-3 充填性評価試験装置の形状寸法

区 分	名 称	装置の形状寸法
漏 斗 試 験	O 漏 斗	吐出口形状寸法: φ75mm, テーバ部勾配V/H: 6/1 直管部高さ: 150mm, テーバ部高さ: 465mm
	V _{6.5} 漏 斗	吐出口形状寸法: 75mm×65mm, テーバ部勾配V/H: 1/0.5 直管部高さ: 150mm, テーバ部高さ: 425mm
ボックス型 間隙通過 試 験	U 型	内空高さ: 590mm, 内空: 280mm×200mm 障害条件 U1: D13異形棒鋼, 純間隔35mm, 3本 U2: D10異形棒鋼, 純間隔35mm, 5本
	ボックス	内空高さ: 680mm, 内空: 277mm×200mm 障害条件 B1: D13異形棒鋼, 純間隔35mm, 3本 B2: D10異形棒鋼, 純間隔35mm, 5本

表-2 連壁コンクリートの配合

設計基準 強度 f _{ck} (N/mm ²)	呼 び 強 度 (N/mm ²)	粗 骨 材 最大寸法 (mm)	スラン プ 70- (cm)	空気量 (%)	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³) [下段は(l/m ³)]				
							W	C	S	G	混和剤
45	50	20	55±7.5	4.5±1.5	37	47	173 (173)	468 (145)	765 (299)	930 (338)	8.4



図一1 O漏斗流下時間の統計処理結果

スランプフローとO漏斗およびV_{6.5}漏斗の平均流下速度の関係を図-2に示す。スランプフローが約50cm～60cmの範囲における平均流下速度を比較すると、V_{6.5}漏斗の方がO漏斗より遅く、変動幅も小さい。これは今回の配合のように単位セメント量が比較的少ない場合には、V_{6.5}漏斗の方が漏斗の断面変化部における骨材のブロッキング現象を定常的に捉え易いためと思われる。

O漏斗とV_{6.5}漏斗での平均流下速度の関係を図-3に示す。これらの関係には、1次の相関のあることが認められる。なお、O漏斗、V_{6.5}漏斗ともコンクリート温度が高くなるに従い、平均流下速度が大きくなっている。これは、高温になる程、コンクリートの粘性が小さくなるためと考える[1]。U型およびボックス充填試験の結果を表-4に示す。U型充填試験結果のうち、障害条件がU₁の場合の充填高さは35cmであり、充填性が良好とされる下限値30cm[3]を上回っている。ボックス充填試験では、障害条件がU₁と同一のB₁の場合でも充填高さは約20cmであり、U型の場合より小さな値を示している。これは試験装置の底部の形状の違いが、重力によるコンクリートの側方流動に影響を与えたためや試料の高さの違いによるものと思われる。

5. まとめ

高流動な連壁コンクリートの実施工において、各種の充填性試験装置を使い、これらの試験結果を比較した。その結果、①単位セメント量が比較的少ない場合、V_{6.5}漏斗の平均流下速度はO漏斗での値より小さい、②平均流下速度はV_{6.5}漏斗とO漏斗で1次の相関がある、③O漏斗流下速度が適切な範囲の連壁コンクリートはU型試験での充填高さ(U₁条件)も30cm以上となる、などが判明した。

なお、この研究は文部省科学研究補金 試験研究A「フレッシュコンクリートの自己充填性評価システムの開発(代表者 岡村 甫)」の一部として行われたものである。

【参考文献】

- [1]青木,岩田,黒坂: ロート流下時間による高強度連壁コンクリートの施工性判定に関する一考察, 土木学会第48回年次学術講演会, V-185, 1993
- [2]小沢, 岡村, 坂田: 締固め不要コンクリートの充填性評価のためのロート試験, 超流動コンクリートに関するシンポジウム論文報告集, 1993.5
- [3]日本コンクリート工学協会: 超高流動コンクリート研究委員会報告(Ⅱ), コンスタンシー評価試験方法, 1994.5

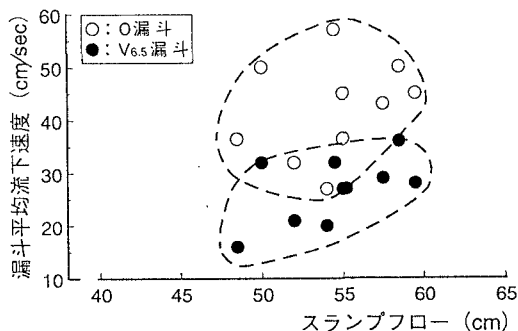


図-2 スランプフローと平均流下速度の関係

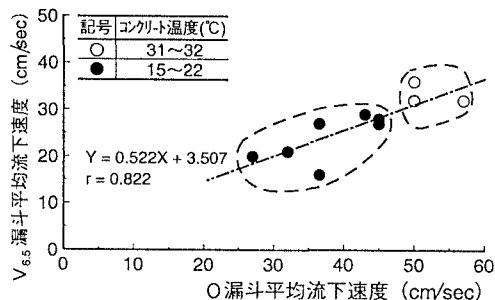


図-3 O漏斗とV漏斗の流下速度の比較

表-4 ボックス型充填装置での試験結果

装置	U 型				ボックス型			
	U1		U2		B1		B2	
試験条件	H (cm)	t (sec)	H (cm)	t (sec)	H (cm)	t (sec)	H (cm)	t (sec)
試験結果	35.0	7.3	15.0	5.0	19.7	9.0	14.0	9.7
備考	H: 充填高さ, t: 充填所要時間 スランプフロー: 57.5cm, コンクリート温度: 15℃, 空気量: 3.5% O漏斗流下時間: 5.3秒, V _{6.5} 漏斗流下時間: 6.1秒							