

VI-53

高品質連壁コンクリートに関する研究（その1：型枠打設試験）

前田建設工業㈱ 技術研究所

正会員

中村 敏夫

〃

〃

赤坂 雄司

〃

〃

正会員 ○上馬場 靖

1. まえがき

近年、地下空間の有効利用の機運が強く、地下構造物は大型化・深部化する傾向にあり、施工には地下連続壁工法を採用するケースが多くなってきている。このようなニーズに対して、地下連続壁には壁厚の増大および鉄筋量の増加が避けられないことから、充填材料として高強度・低発熱の高流動化コンクリート（高品質連壁コンクリートと称す）が採用される傾向にあり、活発な研究開発が行われてきている。

今回、高品質連壁コンクリートの配合設計、および製造・打設に係わる施工性の確認を目的として、配合試験と型枠打設試験を実施した。ここでは、主に型枠に打設したコンクリートの品質、および施工性に関する調査・試験結果の概要について報告する。

2. 試験概要

型枠打設試験を実施するにあたり、流動化時期（現場、プラント）および混和剤を選定するため、配合試験を実施した。試験結果、品質管理、経済性を考慮して、プラント添加による流動化方式および表-1に示す混和剤を選定した。

使用材料を表-1に示す。また、コンクリートの配合は、①設計基準強度 400 kgf/cm²（材令91日）、②スランプフロー 60±5 cm（保持時間90分以上）、③空気量 2±1 %を満足する粘性の異なる3配合を主に表-2の4配合を選定した。

コンクリートの製造はプラントで行い、トラックミキサで運搬した。打設は所定の条件で、図-1に示す型枠に安定液を入れ、トレミー管を用いて行った。試験は、生コンの品質試験のほか、流動勾配をはじめとする打設試験体の品質・施工性に関する各種調査・試験を実施した（表-3）。

表-1 使用材料

材 料	仕 様	備 考
セメント	D社高炉セメントB種	$\rho=3.05$
細骨材	相模川水系川砂（85%）	$\rho=2.56$
	千葉県市原産山砂（15%）	F.M.=2.77
粗骨材	相模川水系 玉石：砕石（50：50）	$\rho=2.66$
		F.M.=6.80
混和剤	スランプロス低減型高性能AE減水剤 AE減水剤 高性能減水剤 超遅延性減水剤 水中不分散性混和剤 水中不分散性混和剤利用助剤 空気量調整剤	PA PB GA GB GC GD GE

表-2 配合

配合 ケース	コンクリート (セメント種類)	W/C (%)	S/a (%)	単位 量 (kg/m ³)	混和剤	t *1
①	高品質連壁 コンクリート (高炉B種)	37	50	160 430 868 905	PA；C+2.4%	30~90
②		39	50	170 430 855 892	PA；C+2.2%	~30
③		39	50	170 430 855 892	ベース 流動化*2 GA；C+2.0% GC；W+0.3% GB；C+0.7% GD；C+1.5%	120~
④	従来の連壁 コンクリート (普通)	42	41	210 500 609 926	PB；C+0.25%	-

*1 スランプフローに要する時間（秒）

（粘性を評価する一指標で時間が長いほど粘性が大きい）

*2 配合③には空気量調整剤GEを添加

表-3 主な調査・試験項目

調査試験項目	調査・試験の概要
流動勾配	トレミー位置で20cm毎に打設時のコンクリートの流動勾配を測定した
打ち上がり面の観察	打設時および硬化後のスライムの状態を観察した
試験体内部の温度	試験体内部温度を熱伝対（Co-Cu型）で測定した
コア採取	一試験体あたり鉛直方向に5本採取した（ $\phi 10 \times 20$ cm/本）
コアの圧縮強度	上記コアから3供試体（上・中・下）を材令28日で強度を確認した
粗骨材面積率測定	一定面積中に占める粗骨材の面積を採取したコアにより測定した
鉄筋付着強度	引抜き試験により、鉄筋の付着強度を測定した
鉄筋通過部の観察	鉄筋通過部前後のコンクリートの状態を観察した
シュミットハンマーによる強度確認	シュミットハンマーを用いて断面のコンクリートの強度分布を測定した

平面図

側面図

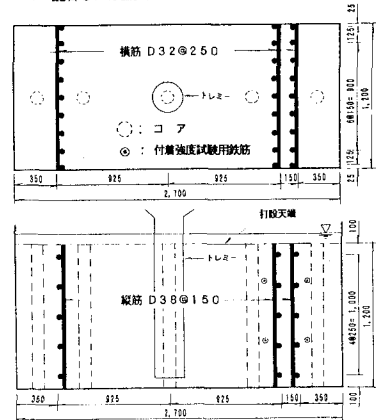


図-1 型枠の形状・寸法

3. 試験結果および考察

生コンの品質試験結果を表－4に示す。製造時の品質管理に留意した結果、各ケースとも所要の品質が得られた。

図－2に打設深度20cm毎に測定した流動勾配の測定結果を示す。ケース④を除き、鉄筋の無い部分とシングル鉄筋前後にはほとんど流動勾配を生じていない。ダブル鉄筋前後に生じた流動勾配は、ケース③、①、②、④の順に大きくなっており、4ケースのコンクリートの粘性の大きさの順序と一致している。このことは、コンクリートの粘性が、鉄筋通過部の流動性に寄与していることを示唆している。なお、ケース①～③で生じた流動勾配は、全て1/9以下と小さく、従来の連壁コンクリートに比べ流動性に優れているといえる。

標準供試体に対するボーリングコアの圧縮強度の比を図－3に示す。ケース③は鉄筋通過の有無にかかわらず強度低下を生じていない。ケース④は鉄筋通過前後での強度差は顕著でないものの、全体に強度低下が著しい。ケース①、②は同じような傾向を示しているが、ダブル鉄筋背面の強度低下は②が大きく、流動勾配測定結果と一致した傾向を示した。また、粗骨材面積率、および付着強度試験などの調査結果も流動勾配、圧縮強度の測定結果と同様な傾向を示した。

表－5に打設試験体中心部のコンクリート温度測定結果を示す。ケース①～③は、ケース④に比べて温度上昇量、上昇速度とも小さく、高品質連壁コンクリートは水と熱の低減にも有効であることが確認された。

以上のように、高品質連壁コンクリートは、大深度、大壁厚の地下連続壁の充填材料としての適性を有していると考えられるが、実用性を向上させる上で検討すべき課題も残されている。このうち最も留意すべき課題として、製造時の品質管理が上げられる。今回は特に支障を生じなかったが、高性能A/E減水剤を使用し、単位水量を減少させているため、僅かに水量が変動しても性状へ及ぼす影響は大きい。したがって、特に水量に着目した製造管理が必要になるものと思われる。

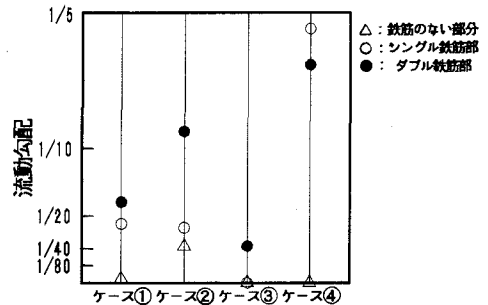
4. おわりに

今回配合設計した高品質連壁コンクリートは、型枠打設試験により、いずれも従来の連壁コンクリートに比べ品質、および流動性・充填性などの施工性の面で優れていることが明らかになった。また、粘性の異なる3ケースを比較した結果、適度な粘性を有する方が品質・施工性に優れていることも明らかになった。しかし、打設深度の影響把握や実工事レベルでの製造・打設に係わる施工管理方法の確認などが課題として残されており、今後、実大規模の現場施工実験の機会を得て、さらに実用化を図って行きたいと考えている。

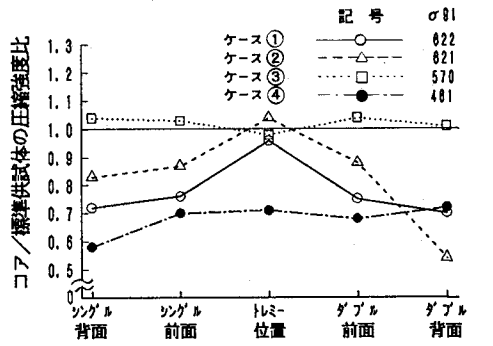
表－4 生コンの品質試験結果

配合 ケース	試験結果				
	測定時期	スラブ (cm)	スラブ 711-(cm)	空気量 (%)	コンクリート 温度(℃)
①	混練直後	26.0	62.5	2.6	29.0
	現場着	27.0	64.5	1.8	28.0
②	混練直後	26.5	61.5	2.4	28.5
	現場着	27.0	64.0	1.7	28.0
③	混練直後	27.5	61.5	1.9	28.5
	現場着	27.5	65.0	1.8	28.0
④	混練直後	23.0	42.0	4.0	31.0
	現場着	21.5	36.8	4.2	31.2

※混練直後～現場の所要時間は60～80分



図－2 流動勾配測定結果



図－3 コアと標準供試体の圧縮強度比

表－5 試験体内部温度測定結果

ケース	①	②	③	④
測定項目				
最高温度 (℃)	64.6	62.2	64.1	81.6
最高温度到達時間 (h:min)	30:30	27:30	27:00	21:00
温度上昇量 (℃)	36.6	34.2	36.1	50.4