

V-338 ポンプ圧送した高流動コンクリートの流動性および充填性に関する実験

佐伯建設工業株式会社 正会員 原田 辰夫
 大都工業株式会社 正会員 稲葉 清美
 りんかい建設株式会社 平野三雄吉
 株式会社大本組 齊藤 国臣
 運輸省港湾技術研究所 正会員 濱田 秀則

1. はじめに

高流動コンクリートをポンプ圧送すると、スランプフローや空気量等が変化するという問題が指摘されている。これらのフレッシュ性状の変化は、流動性や充填性に影響を及ぼすと思われる。本実験は、増粘剤を用いた高流動コンクリートのポンプ圧送前後のフレッシュ性状を把握することを目的に実施したものであり、実大規模の試験型枠に高流動コンクリートを自重流動・充填させ、粗骨材率の分布を調べて、流動性と充填性について検討したものである。

2. 実験概要

2-1 使用材料と配合 実験に使用した材料を表-1に、コンクリートの配合を表-2に示す。高流動コンクリートのスランプフローの目標値は 65 ± 5 cm、空気量は 4.5 ± 1.5 %とした。

2-2 試験方法 高流動コンクリートの製造は、一般のレディーミクストコンクリート工場で行なった。練混ぜは、容量 2.5m^3 の水平2軸式強制練りミキサを使用し、空練り30秒、注水後120秒とした。高流動コンクリートの運搬は、アジテータ車を用いて行い、積載量は 4m^3 とした。運搬の所要時間は約15分間であった。

高流動コンクリートの流動・充填方法は、アジテータ車からの直打ちとポンプ車による圧送の2種類とした。いずれの方法も、自重による流動・充填とし、締固めは一切行わなかった。アジテータ車からの荷卸し速度およびポンプの圧送速度（吐出量）は、 $30\text{m}^3/\text{h}$ とした。使用したポンプ車は油圧ピストン式で、性能を表-3に示す。配管は総延長が82.1mの水平配管であり、5インチの鉄管部分が73.9m、フレキシブルホースが8.2mである。

充填性実験型枠の形状寸法を図-1に示す。幅2m、奥行き2m、高さ1mであり中央に仕切り板を設置し、過密配筋と通常配筋とした。直打ちとポンプ圧送による充填比較するために、同一型枠を2基製作した。鉄筋はD16を使用した。過密配筋は、75mm水平メッシュを鉛直方向に150mmピッチで7段配列とした。鉛直方向は、正面、側面方向ともに150mmピッチの格子状の配筋とした。通常配筋は、正面、側面方向の水平・鉛直方向とも200mmピッチの格子状とした。充填性は、硬化後採取したコア供試体（ $\phi 100$ ）表面の粗骨材面積率により評価した。コアの採取位置は、図-2のように各配筋ごとに打込み口、中央部、端部、隅角部の4ヶ所であり、鉛直方向に削孔した。

流動性実験型枠の形状寸法を図-3に示す。幅

表-1 使用材料

セメント	高流動	高炉セメントB種
	普通	普通ポルトランドセメント
細骨材 (混合率)	海砂	大槌島産 比重: 2.54、 吸水率: 1.28%、F.M.: 2.49
海砂: 砕砂 =7:3	砕砂	宝塚産 比重: 2.60 吸水率: 0.99%、F.M.: 3.07
粗骨材		宝塚産 最大寸法20mm 比重: 2.63、F.M.: 6.40
混和剤	龍能AE減水剤	ポリカルボネート系 と架橋ポリマー複合体
増粘剤		低界面活性型水溶性 η -HP-スル 2%水溶液粘度 10,000cp

表-2 コンクリートの配合

配 合	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m^3)			
			W	C	S	G
高流動	44.5	49.8	188	422	800	828
	増粘剤 W×%	高性能AE減水剤 C×%			AE助剤 C×%	
	0.20	2.25			0.003	

表-3 ポンプ車の性能

最大吐出量 (m^3/h)	最大理論吐出圧力 (kgf/cm^2)	ピストンシリンダー	
		内径 (mm)	最大ストローク (mm)
110	45	210	1,600

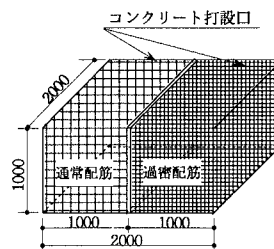


図-1 充填性実験型枠形状

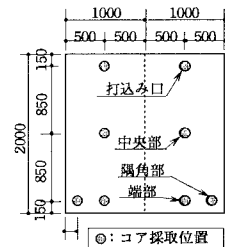


図-2 充填性実験コア採取位置

0.5m、長さ15m、高さ1mであり、直打ち用とポンプ圧送用に2基製作した。枠内は無筋とした。

3. 実験結果および考察

3-1 圧送前後のコンクリートの性状 工場出荷時、現場荷卸時およびポンプ圧送後の試験結果を表-4に示す。現場荷卸では、工場出荷時に比べスランプフロー値は1.0~2.5cm程度大きくなり、50cm到達時間は多少短くなった。ポンプ圧送後は現場荷卸時に比べて、スランプフロー値は3.5~5.5cm程度大きくなり、50cm到達時間は短くなった。

3-2 充填性試験結果 図-4に過密配筋、通常配筋の粗骨材率を示す。粗骨材率は、採取したコア供試体（ $\phi=1.0\text{m}$ ）表面の粗骨材面積率である。コア表面1ヶ所当り上、中、下部の3点（各 $H=20\text{cm}$ ）を測定した。過密・通常配筋のどちらにおいてもポンプ圧送した方が、高い粗骨材率を示した。これはポンプ圧送によりスランプフローが大きくなったためと考えられる。水平方向の分布については、直打ちの場合打込み口より遠くなるにつれて粗骨材率が低下する傾向にあるが、ポンプ圧送の場合は、有意な変動は見られなかった。鉛直方向分布については、一定の傾向は認められなかった。

3-3 流動性試験結果 図-5に直打ちとポンプ圧送の場合の流動状況を示す。7.5m地点、15m到達時までは、どちらも約1/25の勾配で流動し、投入終了後は、約1/100の勾配で流動が止まった。図-6に投入口（測点①）、中間点（④）および到達点（⑦）における粗骨材率を示す。試料は15m到達時に同時に採取し、洗い試験を行ったものである。粗骨材率は示方配合（37%）との比で示した。直打ち、ポンプ圧送ともに流動に伴い粗骨材率は低下しているが、ポンプ圧送の方が大きな値を示した。これは、ポンプ圧送後の方がスランプフロー値が若干大きかったためと考えられる。

4. まとめ

(1)ポンプ圧送により、高流動コンクリートのスランプフロー値は、3.5~5.5cm程度大きくなった。(2)ポンプ圧送による充填性は、水平・鉛直方向ともに有意な分布差は認められなかった。(3)ポンプ圧送後の打込みによる流動性は、直打ちとの顕著な差はなかったが、粗骨材率は、ポンプ圧送の方が全体的に大きかった。これはポンプ圧送の方がスランプフロー値が若干大きかったためと考えられる。

なお、本稿は運輸省港湾技術研究所と民間11社で行っている「省力化施工・高信頼性コンクリート研究会」の活動の一環として行ったものである。

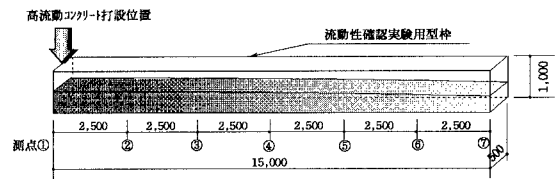


図-3 流動性実験用枠形状寸法

表-4 品質試験結果

ケースNO.	実験内容	打込み方法	配筋	場所	スランプフロー試験		空気量(%)
					平均(cm)	50cm到達時間(秒)	
NO.1	充填性	直打ち	通常および過密	工場出荷	63.5	10.4	3.1
				現場荷卸	64.5	9.8	2.6
NO.2	流動性	直打ち	---	工場出荷	64.5	8.4	5.7
				現場荷卸	65.5	8.0	7.5
NO.3	充填性	ポンプ圧送	通常および過密	工場出荷	64.5	---	3.3
				現場荷卸	66.5	7.4	2.4
				ポンプ筒先	72.0	5.7	5.2
				工場出荷	62.5	---	3.5
NO.4	流動性	ポンプ圧送	---	現場荷卸	65.0	10.8	2.8
				ポンプ筒先	68.5	8.1	5.2

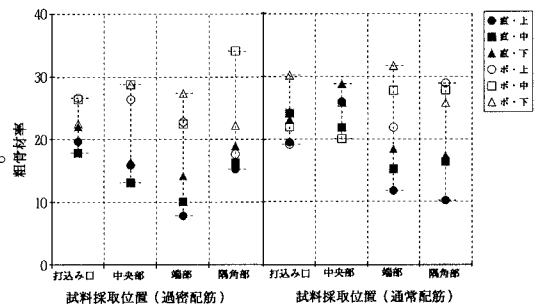


図-4 過密配筋および通常配筋部の粗骨材率

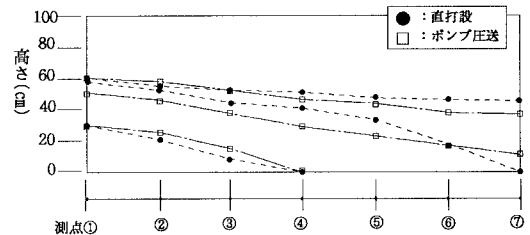


図-5 流動勾配の比較

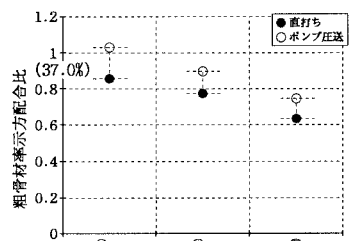


図-6 流動による粗骨材率の変化