

吹付けコンクリートの圧送前後のスランプ、空気量の変化に関する研究

東急建設(株) 技術研究所 正会員 伊藤 正憲
 (株)ポゾリス物産 UGC 営業部 富山 徹
 清水建設(株) 土木本部 大槻 直紀
 東京大学 国際・産学共同研究センター フェロー会員 魚本 健人

1. はじめに

吹付けコンクリートは高圧で圧送されることから、普通に打ち込まれたコンクリートよりも圧送によるコンクリートの性状変化が大きいことが予想される。しかし、圧送前後でコンシステンシーがどのように変化しているかを検討した報告はあまり見られない。

本報告は、最近、吹付けコンクリートに使用されることが多くなってきた各種の混和材を用いたコンクリートを対象とし、急結剤を添加せずに空気圧送方式で吹付けた場合のスランプおよび空気量の変化に着目して検討したものである。

表1 使用材料

材料	名称	記号	密度g/cm ³	諸元, 主成分
セメント	普通ポルトランドセメント	C	3.16	比表面積 3,260cm ² /g
細骨材	千葉県君津市産山砂	S	2.61	吸水率1.70%, F.M2.76
粗骨材	東京都八王子産6号砕石	G	2.66	吸水率1.02%, F.M6.24
混和剤	高性能減水剤	Ad	1.05	ホリケリコルエステル誘導体
混和材	シリカフューム	SF	2.20	比表面積 200000cm ² /g
	フライアッシュ	FA	2.27	比表面積 3730cm ² /g
	石灰石微粉末	LS	2.71	

2. 実験概要

2.1 使用材料および配合

本検討で使用した吹付けコンクリートの材料を表1に、配合表を表2に示す。

2.2 吹付け設備

吹付けは湿式吹付け方式とし、実験で使用した圧送方式は、ロータリエア圧送式(空気圧送式)である。

2.3 実験ケースと試料採取方法

各配合における圧送条件を表-3に示す。試料の採取は吹付機投入前にアジテータトラックから直接採取する現地到着時(以下、「現着」と称す)、および各システムで急結剤を添加せずにコンテナにコンクリートを吹き付け、切り返しを行ない、コンテナから試料を採取する「筒先」の2種類とした。

2.4 試験項目および方法

スランプ試験：試験はJIS A 1101に準じ、現着・筒先の試料を対象として実施した。

空気量試験：試験はJIS A 1128に準じ、現着・筒先の試料を対象として実施した。また、単位容積質量を併せて測定した。

表2 配合表

No.	単位結合材量 kg/m ³	混和材種類	置換率(%)	Slmp (cm)	Air (%)	W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)					Ad(%)*	
								水	結合材		細骨材	混和材		粗骨材
									セメント	混和材				
1	360	-	-	12	2	56.9	60.0	205	360		1035		0.00	
2			5		2		59.9	205	342	18	1028		0.77	
3			10	2	59.7		205	324	36	1022		1.10		
4			15	2	59.5		205	306	54	1015		1.40		
5			10	5	57.8		205	324	36	943		0.30		
6			10	18	2		59.7	205	324	36	1022		1.57	
7			10	23	2		59.7	205	324	36	1022		2.37	
8			10	2	2		60.7	194	306	34	1069		0.00	
9			10	5	5		60.2	180	284	32	1049		0.00	
10			10	2	2		61.4	189	331		991	96	0.00	
11			10	12	5		60.5	179	314		956	92	0.00	
12			5	2	2		60.2	202	354		996	55	0.00	
13			10	2	2		59.9	205	360		931	107	0.00	
14			15	2	2		59.9	205	360		879	161	0.00	
15	450	-	-	21	2	45.6	58.1	205	450		960		0.85	
16			5		2		57.9	205	428	23	952		1.30	
17			10	2	57.7		205	405	45	944		2.03		
18			15	2	57.5		205	383	68	936		2.03		
19			10	15	2		55.6	205	405	45	944		1.40	
20			10	25	2		56.3	205	405	45	944		2.43	
21			10	5	5		57.7	205	405	45	866		1.53	
22			10	2	2		57.7	205	405	45	946		0.40	
23			10	2	2		58.1	205	450		864	84	0.67	
24			10	2	2		58.1	205	450		864	100	0.88	
25			10	5	5		55.6	205	405	45	867		0.20	
26			10	2	2		56.0	205	450		794	77	0.60	

* 結合材重量B x (%)

表3 圧送条件

結合材量(kg/m ³)	吹付け方式	設定吐出量(m ³ /hr)	吹付け圧力(MPa)
360	空気圧送式	8.0	0.45
450			0.50

キーワード：吹付けコンクリート、スランプ、空気量、混和材、高性能減水剤

*) 〒229-1124 神奈川県相模原市田名字曾根下 3062-1 TEL:042-763-9507/FAX:042-763-9503

3. 実験結果および考察

図1に各コンクリートの現着時および筒先のスランプを、図2に同じように空気量を示す。

3.1 圧送前後のスランプの変化

図3にAd添加率とスランプロス率の関係を、図4に吹付け機出口での管内圧力とスランプロス率の関係を示す。

いずれの結合材量および混和材を使用した場合も、筒先スランプが現着スランプよりも小さくなる傾向にあった。目標空気量を5%とした場合は、スランプロスに空気量の低下等が影響しているものと考えられる。一方、目標空気量を2%とした場合、混和剤の添加率が0.8%以上で、添加率が多いほどスランプロス率が小さくなる傾向にあり、混和剤の添加率が0.8%以下では、配管内の圧力との関係より、圧力が大きいほどスランプロス率が大きくなる傾向にあった。このように圧送前後のスランプの変化は、一定の吐出量を確保して圧力を高くした場合、相対的に空気流量が多く必要となり、そのため筒先での試料採取の際に主にペースト分が飛散することによりスランプが低下すること、および、Adの粉体粒子を分散させる効果等により影響を受けているものと考えられる。

3.2 圧送前後の空気量の変化

図5に全配合について現着空気量と空気量の低下量(現着 - 筒先)の関係を示す。空気量の低下量は現着空気量が大きいほど大きくなる傾向にあり、現着空気量が2.5%以下の場合には増加する傾向、2.5%以上の場合には低下する傾向にあった。このようにいずれの結合材量および混和材を使用した場合も、筒先の空気量は2.5%程度になっていた。

図6にフレッシュ時の単位容積質量の変化率((筒先 - 現着)/現着 × 100)と空気量の低下量の関係を示す。空気量の低下量が大きいほど、単位容積質量の変化率が大きくなり、リバウンド(ペースト消失)等の影響はあると考えられるが、空気量が減少した分だけ単位容積質量は増加する傾向にあった。

4. まとめ

本実験の範囲で得られた知見を以下にまとめる。

- 1) 圧送後のスランプロスは、配管内の圧力などの圧送条件や高性能減水剤の添加率に影響を受けていた。
- 2) いずれの混和材を用いた場合も、圧送後の空気量は2.5%程度となった。

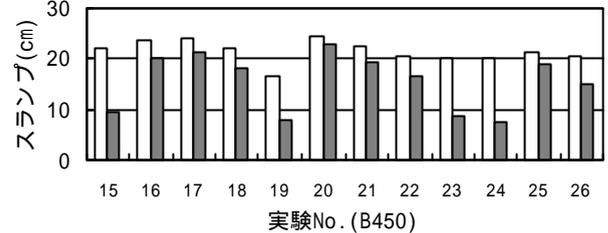
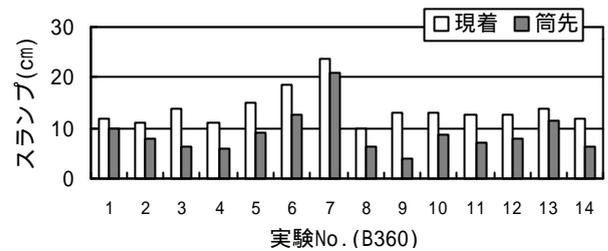


図1 現着および筒先スランプ

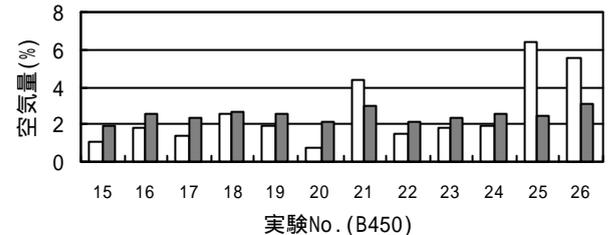
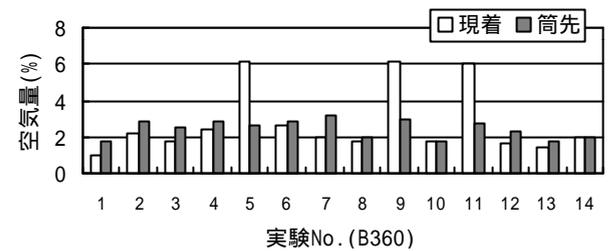


図2 現着および筒先空気量

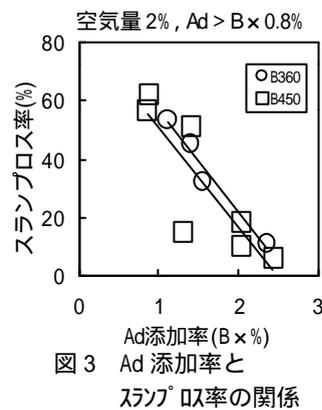


図3 Ad添加率とスランプロス率の関係

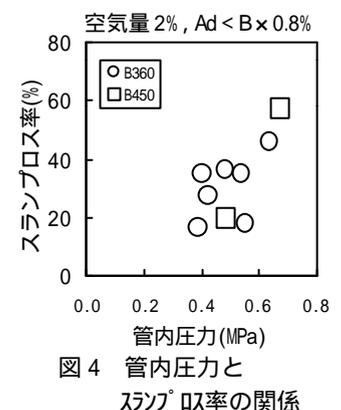


図4 管内圧力とスランプロス率の関係

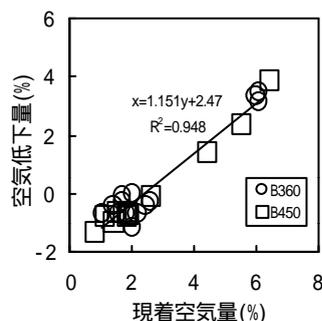


図5 現着空気量と空気低下量の関係

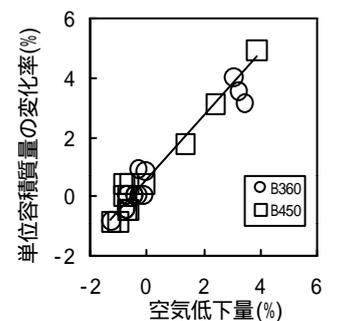


図6 空気低下量と単位容積質量の変化率関係