

# RCD 用コンクリートの大量輸送を実現した SP-TOM の コンクリート材料分離抑制機構 —その1—

鹿島建設(株) 正会員 ○大内 斉 渡邊賢三 岡山 誠 坂井吾郎 青野 隆  
鹿島建設(株) フェロー 坂田 昇 田代民治

## 1. 背景および目的

近年、大型コンクリートダム的高速施工が求められており、コンクリートの製造、運搬、打込み、締固めなどの合理化、高速化が検討されている。ここで、粗骨材の最大寸法の大きいダムコンクリートを分離させることなく大量に運搬することは、設備の大型化のみでは達成しにくく、難題であると考えられていた。本論文では、ダム建設において硬練りコンクリートの大量運搬が可能な SP-TOM に着目して、その材料分離の抑制機構について考察するとともに、SP-TOM の攪拌羽根の仕様を選定した結果を報告する<sup>1)</sup>。

## 2. SP-TOM とは

SP-TOM (Special Pipe-Transportation Method) は、写真-1に示すように、高所にあるバッチャープラントから低所にある堤体等の打込み箇所へ、法面に設置したパイプ(以下、搬送管と称す)の中にコンクリートを通し、搬送管を回転させて運搬する設備である。また、材料分離を抑制するために、搬送管の内部に攪拌羽根(以下、羽根と称す)を付けている。ここで、十分な運搬能力を確保して、かつ材料分離を抑制するためには、法面の勾配やコンクリートの種類を考慮し、最適な羽根の形状、大きさ、間隔などを選定する必要がある。本論文では、セメントを石灰石微粉末に体積換算で同量置換した模擬 RCD 用コンクリートを用いて、実規模サイズの SP-TOM の羽根の形状を実験的に検討した結果について示す。



写真-1 SP-TOM の全景と搬送管内 (実規模試験機)

## 3. SP-TOM の羽根形状に関する検討

図-1に SP-TOM 中の挙動について、特にコンクリートの材料分離の抑制の観点に基づいて示す。①搬送管内に投入されたコンクリートは、緩い角度では自由落下で滑り落ちることなく管内の内壁に付着し留まる。②搬送管を回転させることによって、搬送管内部の羽根より上部にあるコンクリートに遠心力が働き、コンクリートが搬送管の天井方向へ回ろうとする力が加わる。③遠心力によって搬送管の内壁に付着していたコンクリートが天井部で重力落下する。④重力落下したコンクリートには、落下時の重力エネルギーが加えられており搬送管内を滑って移動するが、次の羽根で堰き止められる。

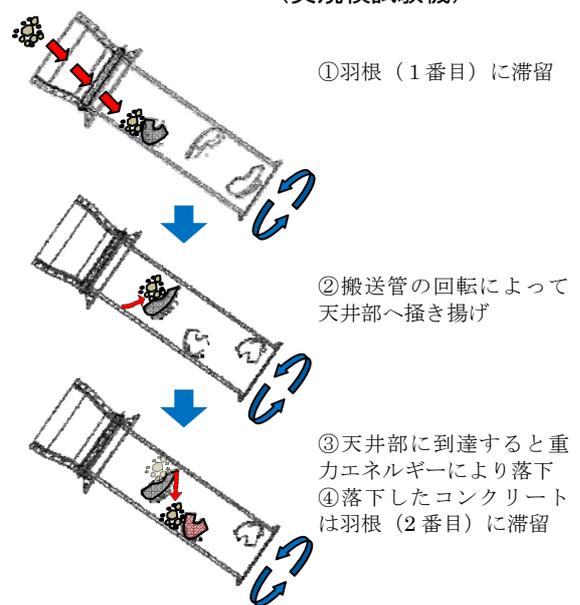


図-1 SP-TOM の材料分離の抑制効果のイメージ

## 4. 実験的検討

表-1と表-2に実規模試験に供した模擬 RCD 用コンクリートの配合と試験条件を示す。測定項目は、粗骨材の分離を評価するために SP-TOM による運搬前後のコンクリート中の 40mm 以上の粗骨材の割合(以下、 $\theta_{G40}$  と称す)を測定し、式)1 お

キーワード：ダム、RCD 用コンクリート、SP-TOM、材料分離

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島建設(株)技術研究所 TEL 042-489-8020

よび式)2に準じて40mm以上の粗骨材量の差を算出した。

$$\alpha = \frac{\theta1_{G40} - \theta2_{G40}}{\theta1_{G40} + \theta2_{G40}} \times 100(\%) \quad \cdot \cdot \text{式) 1}$$

$$\theta_{G40} = \frac{W_{G40}}{W_{Con}} \times 100(\%) \quad \cdot \cdot \text{式) 2}$$

ここで、 $\alpha$ は40mm以上の粗骨材量の差(%),  $W_{G40}$ はコンクリートに対する40mm以上の粗骨材の重量割合である。一般に、JIS A 1119 ミキサの性能評価において $\alpha$ の目標値は、5%以下とされている。しかし、SP-TOMは練混ぜ用ミキサではなく、運搬設備であることから、目標値として10%以下を設定した。なお、 $\alpha=10\%$ とは、一般的なRCD用コンクリートの単位水量の差として概ね $\pm 5\text{kg/m}^3$ , 単位セメント量として概ね $\pm 7\text{kg/m}^3$ となり、実用上許容できる範囲であると考えられた。

図-2に各種回転数の条件において、SP-TOMの羽根の形状を水準として、その際の40mm以上の粗骨材量の差を運搬前後で比較した。ケースAにおいて、羽根の間隔の小さい方が、また、羽根の高さの低い方が粗骨材の分離を抑制できる結果となったが、その影響は小さいものであった。一方、羽根の回転数については15~25rpmで回転数が大きいほど分離を抑制できる結果となった。ここで、搬送管の回転数が大きいほど材料分離抑制効果が大きくなるのは、前述のとおり、コンクリートが持ち上げ落下する頻度が多くなり、再攪拌される頻度が大きくなるためと推測した。さらに、ケースBにおいて、SP-TOMの羽根の形状の異なる条件において同様の試験を行った結果、40mm以上の粗骨材量の差は、羽根の幅(角度=)360°のいわゆる連続羽根と不連続な部分羽根を比較した場合、ほぼ同等となった。

5. まとめ

大型コンクリートダム的高速施工を目標として、十分な運搬能力を確保しつつ材料分離を抑制できるSP-TOMに着目し、その材料分離の抑制機構について概念を示すとともに、SP-TOMの攪拌羽根の仕様を実規模試験で検討した。法面の勾配やコンクリートの種類を考慮して、回転数15~25rpmの範囲では、回転数が大きいほど粗骨材の分離は小さくなることを明らかにした。さらに、羽根の形状を、角度:120~150°, 高さ:140~210mm, 間隔:1.2mを基本とすることが材料分離の抑制の観点から有効であると考えられた。

参考文献

1)田代ら:大型コンクリートダム的高速施工に対応する運搬方法, コンクリート工学, Vol.53, No.12, pp.1051-1057, 2015.12

表-1 模擬RCD用コンクリートの配合

配合	VC値の範囲(秒)	空気量の範囲(%)	細骨材率(%)	単位量(kg/m <sup>3</sup> )						
				水W	石灰石微粉末LP	細骨材S	粗骨材			Ad
							8040 G1	4020 G2	2005 G3	
A	20±10	1.5±1	29.0	99	114	641	532	529	527	0.25
			1588							
B	20±10	1.5±1	31.5	83	124	704	540	538	461	0.325
			1539							

表-2 実規模試験の条件一覧

ケースNo.	配合	試験条件					
		機長(m)	最大傾斜角(°)	回転数(rpm)	羽根の形状		
					幅(角度)(°)	高さ(mm)	間隔(m)
A-1	A	12	40	15, 20, 25	120	140	1.2
A-2					幅(角度) 高さ		
A-3							
B-1	B	6	45	15, 20, 25	150	350	1.4
B-2					360	240	1.2

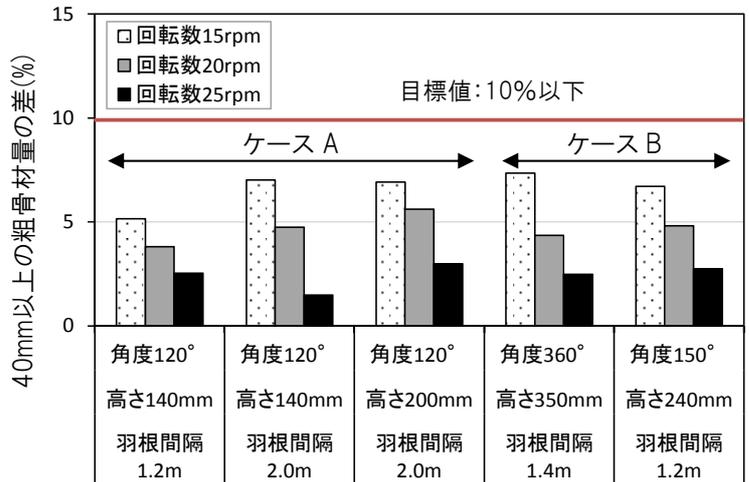


図-2 羽根の形状が粗骨材の分離に与える影響