

## AE剤によるRCD用コンクリートへの空気連行性に関する報告

鹿島建設(株) 正会員 ○室野井敏之 奈須野恭伸 大井 篤 取違 剛 山野泰明  
国土交通省 東北地方整備局 沼倉公彦 金谷隆行

### 1. はじめに

RCD用コンクリートはブルドーザで敷き均し、振動ローラで締め固める、大型重機で施工可能なコンクリートであり、施工速度が向上するため大型ダムにおいて用いられる。通常RCD用コンクリートは、ダムにおける内部コンクリートに適用されるが、外部コンクリート（以下、外部コン）に適用することができれば、有スランブコンクリートにおける型枠作業が不要になることや、堤体上への進入路として早期に開放が可能であることから、更なる合理化を図ることができる。ただし、RCD用コンクリートを外部コンに使用するためには、振動ローラによる上面の転圧だけでなく、専用締め固め機で端部法面の締め固めが可能で、外気に触れる箇所については凍結融解抵抗性を有する必要がある。RCD用コンクリートに空気を連行した既往の事例<sup>1)</sup>では、RCD用コンクリートのVC値を10秒よりも小さくし、セメントペーストを増やすことで凍結融解抵抗性を担保している。しかし、RCD工法の技術資料<sup>2)</sup>によれば、端部法面の締め固めを適切に行うには、VC値がおおよそ10秒以上であることが望ましい。つまり、外部コンに適用するRCD用コンクリートは適正な範囲のコンシステンシーを有しながら、空気量を確保した配合が必要となる。

本稿では、外部コンとしてRCD用コンクリートを適用する場合に、適正な範囲のVC値を有しつつ、AE剤を添加することで空気量を確保した配合事例を報告する。

### 2. 検討概要

#### 2-1. 使用材料と配合

使用した材料を表-1に示す。セメントは中庸熟ポルトランドセメント、混和材はフライアッシュⅡ種を使用し、フライアッシュの置換率は30%とした。混和剤は、AE減水剤およびAE剤を用いた。検討した配合を表-2に示す。一般的なダムの外部コンに用いられる有スランブコンクリートを参考に、粗骨材の最大寸法40mm、セメント量は220kg/m<sup>3</sup>とした。細骨材率は、荷卸しや巻出し時に材料分離が発生しないとされる西山<sup>3)</sup>らの配合を参考とし42%とした。CASE1~4では単位セメント量を固定し、単位水量を変化させてVC値との関係性を評価した。さらにCASE5~7では、所定のVC値が得られた配合について、AE剤の添加量が空気量に及ぼす影響を評価した。また、比較として有スランブコンクリートの配合も併記した。

表-1 使用材料

材料名	記号	製品名
セメント	C	中庸熟ポルトランドセメント 密度 3.23g/cm <sup>3</sup>
混和材	F	フライアッシュⅡ種 密度 2.27g/cm <sup>3</sup>
細骨材	S	砕砂 表乾密度 2.63g/cm <sup>3</sup> 粗粒率 2.68
粗骨材	G1	砕石 40mm~20mm 表乾密度 2.64 g/cm <sup>3</sup>
	G2	砕石 20mm~5mm 表乾密度 2.64 g/cm <sup>3</sup>
練混ぜ水	W	河川水
混和剤	AD	AE減水剤 リグニンスルホン酸塩とオキカルボン酸塩
	AE	AE剤 樹脂酸塩系界面活性剤

表-2 コンクリートの配合およびフレッシュコンクリートの試験結果

CASE	目標 空気量	W/B (%)	s/a (%)	単位量(kg/m <sup>3</sup> )						AD (C×%)	AE (A)	α値	β値	試験結果	
				W	C	F	S	G1	G2					VC値 (秒)	空気量 (%)
1	1.5	43.1	42	95	154	66	898	560	685	1	無	1.09	2.28	60.6	2.5
2	1.5	47.8	42	105	154	66	887	554	677	1	無	1.15	2.33	18.8	2.1
3	1.5	50.0	42	110	154	66	882	550	672	1	無	1.18	2.36	13.6	2.0
4	1.5	52.3	42	115	154	66	876	547	668	1	無	1.21	2.39	12.1	2.1
5	1.5	50.0	42	110	154	66	882	550	672	1	無	1.18	2.36	11.6	2.2
6	3.0	50.0	42	110	154	66	870	553	642	1	7	1.18	2.37	11.3	3.2
7	4.0	50.0	42	110	154	66	858	546	634	1	11	1.18	2.38	11.0	4.4
有スランブ	4.0	56.1	40	129	161	69	791	538	655	1	6.5	-	-	3.0cm*	4.1

キーワード：RCD用コンクリート、AE剤、空気連行性

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 042-489-6760

## 2-2. 試験方法

コンクリートのフレッシュ性状として VC 値と空気量を評価した。空気量試験はワシントンエアメータを用いて、材料を 2 層に分けて振動タンパで締め固め、圧力法にて空気量を測定した。また、 $\phi 125 \times 250\text{mm}$  の型枠に 2 層に分けて振動タンパにより締め固め、材齢 7, 28, 91 日にて JIS A1108 に準拠して圧縮強度試験を行った。

### 3. 試験結果および考察

単位水量と VC 値の関係を図-1 に示す。単位水量の減少に伴って VC 値は大きくなった。単位水量が  $95\text{kg/m}^3$  となると VC 値は急激に上昇した。施工性を考慮した最適な VC 値は 10 秒から 20 秒程度であり、単位水量は  $105\text{kg/m}^3$  から  $110\text{kg/m}^3$  の範囲が適正な範囲と考えられ、本検討では単位水量  $110\text{kg/m}^3$  を選定した。

AE 剤添加量と空気量の関係を図-2 に示す。AE 剤の添加量が増加すると空気量は増加した。フライアッシュを用いた RCD 用コンクリートにおいても AE 剤を添加することで、空気量を調整できることが示された。なお、表-2 に示すとおり、空気量の変化が VC 値に及ぼす影響は非常に小さいと考えられる。

圧縮強度試験結果を図-3 に示す。いずれの材齢においても空気量が多いほど圧縮強度が低下する傾向が確認された。フレッシュ性状確認時にコンクリート中に添加された気泡は、硬化後もある程度残存し、その影響によって強度が低下したと考えられる。また、一般的なコンクリートでは空気量が 1% 上がると強度は 4~6% と低下するとされ<sup>5)</sup>、RCD 用コンクリートにおいても同様の傾向がみられることがわかった。また、同一試料を用いたスランプ 3cm の外部コン向けの有スランプコンクリートと空気量 4.4% の RCD 用コンクリートの圧縮強度は同等であった。

### 4. おわりに

本稿では、RCD 用コンクリートを外部コンクリートに適用する際の配合について検討した。その結果、フライアッシュを用いた RCD 用コンクリートにおいても、一般的なコンクリートと同様 AE 剤を添加することで空気量が連行されることを確認した。また、空気量が増加すると圧縮強度が低下するものの、外部コンクリート向け有スランプコンクリートと同等の強度が発現することを確認した。なお、凍結融解抵抗性については別報にて報告する。

### 参考文献

- 1) 西村ほか：空気連行性を有する RCD 用コンクリートに関する実験的検討，土木学会第 56 回年次学術講演会，V-506，2001。
- 2) 一般財団法人ダム技術センターRCD 工法整理検討会：RCD 工法施工技術資料 P.6-6,2019.3。
- 3) RCD 特性研究会：RCD コンクリート特性に関する研究，ダム技術，No.352，pp.23~44，2016.1。
- 4) 西山ほか：五ヶ山ダム本体工事における「RCD 工法」の適用—その 3—ダム技術，No.347，pp44~73，2015.8。
- 5) 公益社団法人日本コンクリート工学会：コンクリート技術の要点'20，p.67，2020。

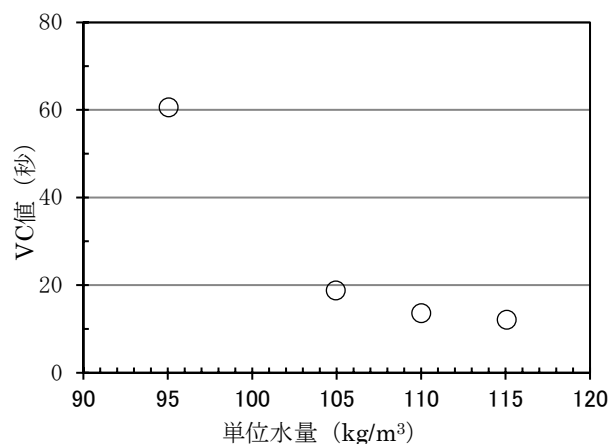


図-1 単位水量とVC値の関係

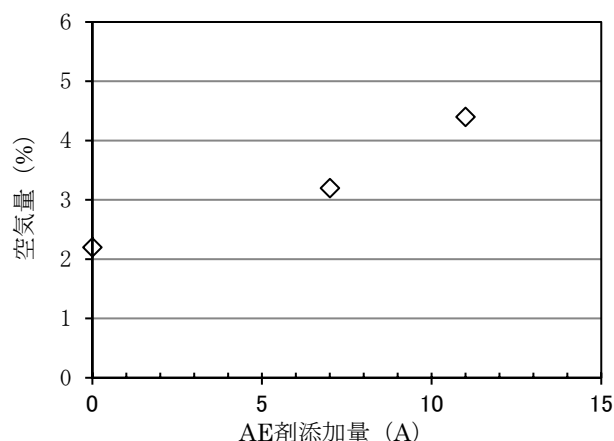


図-2 AE剤添加量と空気量の関係

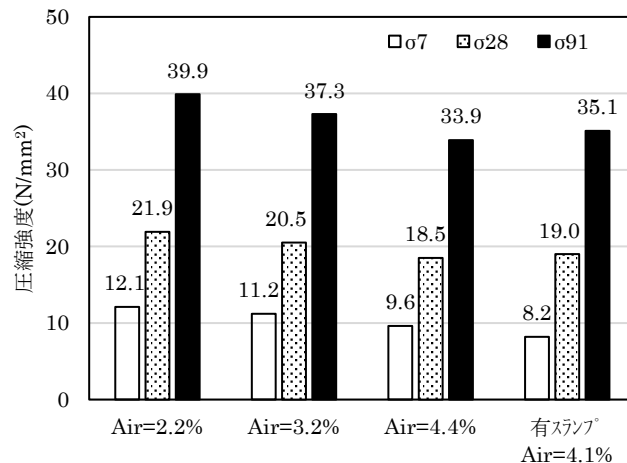


図-3 圧縮強度