

北海道函館土木現業所

南 勲

清水建設株式会社

正員

嶋 田 洋

清水建設株式会社

正員

○小 野 定

1. 研究の目的

RCD（Roller Compacted Dam）コンクリートは、単位セメント量が 120 kg/m^3 程度の極めて少ない超硬練りのコンクリートを、振動ローラで締固めたものである。近年、わが国でもコンクリートダムの施工法合理化の一環として数多くの施工的研究が行われ、すでに大川ダム、島地川ダム、および新中野治水ダム減勢工基礎部で本工法が採用されている。

RCDコンクリートは前述のように、従来のダムコンクリートと比べても単位セメント量が $40 \sim 60 \text{ kg/m}^3$ 少ない貧配合であるため、セメントの水和熱による温度上昇を低減できる利点を有していると考えられている。しかしながら、RCDコンクリートの温度特性に関する報告は少なく、未だその特性が十分に把握されていない現状である。

本報告は、新中野治水ダム減勢工基礎部の本施工に先立って行ったRCDコンクリートの予備実験および本施工で実施したRCDコンクリートの温度測定結果に基づいて、RCDコンクリートの温度特性について考察したものである。

2. 温度測定の概要

2.1 予備実験……図-1にコンクリート温度の測定位置を示す。リフト高は 0.35 m 、 0.75 m 、 1.0 m 、および 1.5 m の4水準である。コンクリート温度の検出には、C-C熱電対（銅-コンスタンタン、 $\phi 0.65 \text{ mm}$ 、ビニール被覆）を使用した。なお、実験に使用したコンクリートの配合は表-1に示すようである。

2.2 本施工……図-2に減勢工基礎部でのコンクリート温度の測定位置を示す。コンクリート温度の検出にはC-C熱電対を使用した。測定期間は、昭和55年7月から昭和56年12月である。減勢工基礎部のコンクリートは19リフトに分けて打込んだ。表-2に各リフトのリフト高および打設月日を示す。本施工で使

3. 測定結果および考察

3.1 予備実験

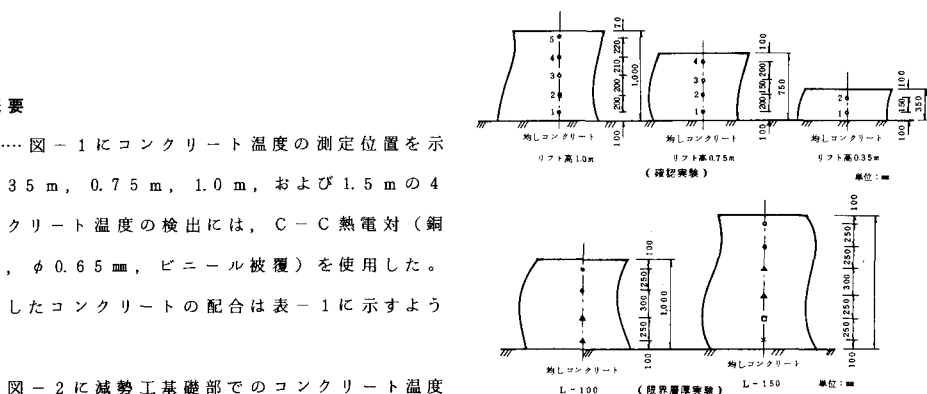


図-1 予備実験C-C熱電対埋設位置

表-1 コンクリートの配合

配合の種類	W C+F (%)	s a (%)	単位量 (kg/m³)					混和剤 ポリリス 底 8 0.30	
			W	フライアッシュセメント		合計 C+F	S		G
				C	F				
D-8	79.0	34.0	95	84	36	120	723	1,415	0.30
D-15	75.0	32.0	90	84	36	120	685	1,468	0.30

表-2 各リフトのリフト高および打設月日

リフトNo.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
リフト高(m)	0.7	0.7	1.0	1.0	0.7	0.7	0.7	1.0	1.0	1.0
打設月日	5.10	5.20	5.29	6.11	6.20	6.28	7.7	7.14	7.22	7.30
リフトNo.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
リフト高(m)	1.0	0.7	1.0	1.0	0.7	0.7	1.0	0.7	0.7	
打設月日	8.8	8.20	9.5	9.12	9.19	9.30	10.9	10.15	10.29	

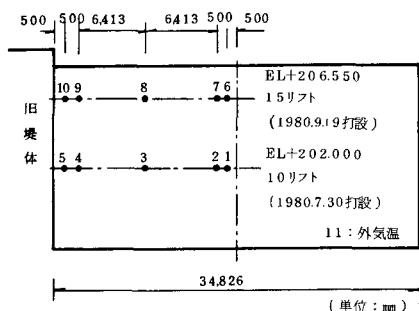


図-2 コンクリート温度測定位置

表-3 にコンクリート温度の測定結果を示す。G8 シリーズの内部温度上昇量の最大値 ($T_{r,max}$) は平均で 10.5°C であるのに対して、G15 シリーズの $T_{r,max}$ は平均で 7.8°C と G8 に比べて 2.7°C 低くなっている。使用セメントの種類 (中庸熱ポルトランドセメントにフライアッシュ 30% 混入)、単位セメント量等が同じであるにもかかわらず G15 の方が G8 に比べて $T_{r,max}$ が低くなった理由の一つとして、G15 は粗骨材の最大寸法が 150 mm と大きくなっているため、コンクリートの熱拡散率が增大したことが考えられる。

図-3 は D-8 配合のリフト高と内部温度上昇量との関係を示したものである。両者の相関係数は 0.87 である。この結果からわかるように、RCD コンクリートのセメントの水和熱による温度上昇は、従来のダムコンクリートに比べて小さく、リフト高 1.0 m でも 1.1°C 程度であり、温度的には温度ひびわれを制御するために有利なコンクリートであると思われる。

3.2 本施工

表-4 にコンクリート温度の測定結果および解析結果 (有限要素法による 2 次元非定常熱伝導解析) を示す。 $T_{r,max}$ は、リフト高 1.0 m が平均で 8.9°C 、また、 0.7 m が平均で 6.2°C である。これらの結果を予備実験で得られた結果と比較してみると、リフト高 1.0 m および 0.7 m に対して、各々 1.7°C 、 1.8°C 低くなっている。本施工での結果が幾分低くなっている理由としては、打込み温度が試験室で測定した値であるため実際にはコンクリート運搬中に幾分低下していること、また、本施工では撒き出しに長時間要しているが、予備実験では比較的短時間に撒き出していることなどが考えられる。

各リフトのコンクリート温度の経時変化は、打込み後表-3 に示したような温度上昇を示した後、後のリフトの温度の影響を受けて再上昇するが、その後はゆるやかに降下の傾向を示している。しかしながら、その降下の割合は比較的小さく、打設後 18 ヶ月経過時点で減勢工基礎内部のコンクリート温度は 18°C 程度である。このように、セメントの水和熱による温度上昇は小さいが、打込み温度が高い場合には、内部温度の最大値としては比較的高くなるため、パイプクーリングを使用しないで RCD コンクリートをダムコンクリートとして採用する場合には、温度ひびわれを制御するために、プレクーリング等の対策が必要になる場合も起こりうると考えられる。

表-3 コンクリート温度測定結果

実験の種類	層厚 (m)	練り上がり温度 ($^{\circ}\text{C}$)	打設時初期温度 ($^{\circ}\text{C}$) T_p	内部温度の最大値 ($^{\circ}\text{C}$) T_{max}	T_{max} を示した時刻 (hr)	内部温度上昇量の最大値 $T_{r,max} = T_{max} - T_p$ ($^{\circ}\text{C}$)
G8-1	1.0	3.0	3.5	15.3	92	11.6
G8-2	1.0	4.3	4.8	13.3	92	8.2
G8-3	1.0	5.6	6.4	16.9	68	10.5
G8-4	1.0	7.0	5.3	16.8	80	11.5
G15-1	1.0	7.9	7.5	16.2	46	8.7
G15-2	1.0	8.8	10.0	18.0	38	8.0
G15-3	1.0	10.4	9.5	16.0	46	6.5
G15-4	1.0	6.0	8.0	16.1	38	8.1
P-1	0.75	6.2	6.4	15.6	80	9.2
P-2	0.35	5.0	6.4	11.2	76	4.8
L-100	1.0	21.0	22.0	33.0	36	11.0
L-150	1.5	21.0	23.0	34.8	72	11.8

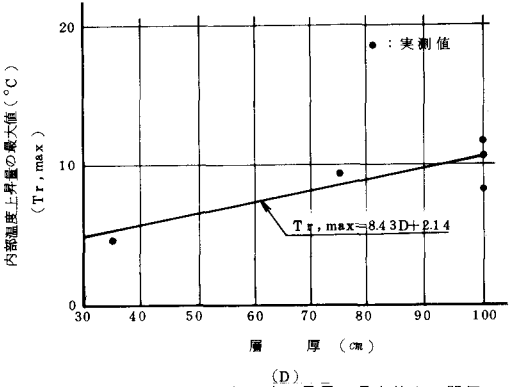


図-3 リフト高と内部温度上昇量の最大値との関係
表-4 コンクリート温度解析値と測定値との比較

リフト厚 (m)	測点 No.	T _p ($^{\circ}\text{C}$)	T _{max} ($^{\circ}\text{C}$)	リフト高 (m)				
				1	2	3	4	5
10	1.0	21.0	(解) T_{max}	32.6	33.8	33.0	33.4	30.8
			(解) $T_{r,max}$	11.6	12.8	12.0	12.4	9.8
			(測) T_{max}	29.5	29.2	30.0	30.0	30.8
			(測) $T_{r,max}$	8.5	8.2	9.0	9.0	9.8
15	0.7	17.8	(解) T_{max}	26.2	27.3	26.6	26.9	24.9
			(解) $T_{r,max}$	8.4	9.5	8.8	9.1	7.1
			(測) T_{max}	24.8	24.6	24.5	23.0	23.0
			(測) $T_{r,max}$	7.0	6.8	6.7	5.2	5.2

(解) : 解析値 (測) : 測定値