

ダムリニューアル工事における水中コンクリートの水平打継目

安藤ハザマ 土木事業本部 正会員 ○林俊斉, 天明敏行, 坂本守, 諸澤正毅
 安藤ハザマ 技術本部技術研究所 正会員 齋藤淳, 榎原彩野
 安藤ハザマ 大阪支店 加藤洋一

1. 目的

貯水池を運用しながら行うダムのリニューアル工事で、選択取水設備等のコンクリート構造物を水中で複数リフトに分けて打設する場合、水平打継目における一体性が課題となる。新設工事で行うダムコンクリートの水平打継目処理は、グリーンカット、清掃の継目処理を実施した後、敷モルタルを施工してから新しいコンクリートを打ち継ぐ方法で施工されるが、水中で施工する構造物に対してこれらの処理が実施され、評価された事例はほとんどないと考えられる。

そこで、コンクリートの水平継目を有するコンクリートの円柱供試体を水中で作製し、継ぎ目処理方法を変えた数ケースについて円柱供試体を用いた簡易曲げ試験を実施し、水中で行う水平継目の施工方法が強度に与える影響を検討した。

2. 打継目の簡易曲げ強度試験

コンクリート水平打継目の評価方法は従来から引張強度や曲げ強度が評価指標として使用されている。ここでは多くの試験ケースを簡易な方法で実施可能な、直径 ϕ 100mm×高さ200mmの円柱供試体を用いた簡易曲げ強度試験¹⁾²⁾を採用した。試験の概要を図-1に示す。

円柱供試体の中央集中載荷試験による曲げ強度 σ_b (N/mm²) の計算方法は式(1)に示すとおりである。

$$\sigma_b = \frac{8Pl}{\pi d^3} \quad (1)$$

ここで、 P ：供試体破壊時の荷重 (N)

l ：スパン長 (mm)

d ：供試体の直径 (mm)

2. 試験ケース

水中不分離性コンクリートの水平打継目の簡易曲げ強度試験はグリーンカットの有無や敷きモルタルの有無、配合を変更したケースで実施した。試験ケースを表-1に示す。ケース1と2は母材をそのまま使用した継目のないケース（水中と気中）である。下層のコンクリートを打設後、上層のコンクリートは実作業における型枠の移動等を考慮して11日後に打設した。これまでの水中コンクリートの施工ではケース5のようにグリーンカットのみを実施する事例が多いと思われる。ケース4, 6, 8, 9は下層コンクリートの上に水中不分離性の敷モルタルを水中で厚さ10mmに敷均した後、上層のコンクリートを打設して供試体を作製した。ケース7は下層、上層ともコンクリートを気中で打設した。

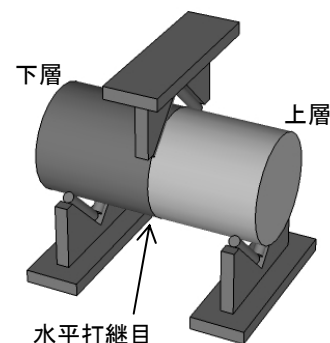


図-1 簡易曲げ強度試験の概要

表-1 水平打継目試験の試験ケース

ケース	採取環境		本数 本	試験方法	グリーン カット	敷モルタル
	下層	上層				
1	水中		3	簡易曲げ	—	—
2		気中	3	簡易曲げ	—	—
3	水中	水中	6	簡易曲げ	無	無
4	水中	水中	6	簡易曲げ	無	水中不分離 W/C=54%
5	水中	水中	6	簡易曲げ	有	無
6	水中	水中	6	簡易曲げ	有	水中不分離 W/C=54%
7	気中	気中	6	簡易曲げ	有	無
8	水中	水中	6	簡易曲げ	有	水中不分離 W/C=45%
9	水中	水中	6	簡易曲げ	有	水中不分離 市販製品

キーワード：水中コンクリート、水平打継目、グリーンカット、敷モルタル、簡易曲げ試験

連絡先：〒107-8658 東京都港区赤坂 6-1-20 安藤ハザマ TEL：03-6234-3673

3. 水中不分離性コンクリートと敷きモルタル

(1)水中不分離性コンクリート

水中コンクリートの配合を表-2 に示す。水中コンクリートの試験は簡易曲げ強度試験のほか、JIS 法による曲げ試験、円柱供試体の割裂試験、圧縮強度試験をそれぞれ水中と気中で作製した供試体で実施した。材齢 28 日における試験結果を表-3 に示す。各強度の気中に対する水中の比は 0.8~0.9 であった。圧縮強度に対する曲げ強度試験の比率は、JIS 法で約 16%、簡易曲げ強度試験で約 19%であった。

(2)水中不分離性敷モルタル

試験で使用した敷モルタルの配合を表-4 に示す。圧縮強度（水中作製）は W/C=53.7%で 28.8N/mm²（材齢 28 日），W/C=45%で 41.2 N/mm²（材齢 35 日）および市販製品で 46.8 N/mm²（材齢 28 日）であった。

4. 試験結果

ケース 1~9 までの母材を含む簡易曲げ試験（上層打設から材齢 28 日）の結果を表-5 に示す。表中にはグリーンカット有、モルタル無のケースを標準案として、その強度を 1 とした場合の強度比も示した。標準案に対する母材の強度は、水中作製で 1.73、気中作製で 1.96 であった。

グリーンカットをしない場合には強度は 1/2 程度に減少する。ケース 6, 8, 9 の結果に示されるように、敷モルタルはどのような配合で実施しても強度が増加する傾向を認めることはできなかった。また、気中で打ち継いでも強度はほぼ同じであった。

5. まとめ

コンクリートの水平継目を有する水中構造物の施工において、継ぎ目の処理方法が曲げ強度に代表される一体性に与える影響を検討した。その結果、水中施工では気中での施工方法と異なり、敷モルタルの影響は少なく、グリーンカットを確実に実施することが重要であることが確認できた。

参考文献

1) 森野 奎二・西野 昭, コンクリートの円柱供試体による曲げ強度試験方法について, 愛知工業大学, 愛知工業大学研究報告 B 通号 14, pp. 243-253, 1979
2) 天明 敏行, 尾原 祐三, 力石 佑也, 齋藤 淳, 水平打継目の円柱供試体による曲げ強度試験, コンクリート工学年次論文集, Vol. 35, No. 1, pp. 1333-1338, 2013. 7

表-2 水中不分離性コンクリートの配合

スランブフロー (cm)	W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/cm ³)							
			W	C	S1	G1	G2	減水剤	高性能 AE 減水剤	水中不分離性 混和剤
					5~0mm	10~5mm	20~10mm	No.70	3000S	SP-12
52.5 ±2.5	53.7	40.0	220	410	650	504	504	1.025	6.2	2.30

表-3 水中不分離性コンクリートの強度試験結果

気中／水中	強度	気中に対する 水中の比	圧縮強度に 対する比率(%)
JIS A 1106 曲げ強度試験(角柱供試体)(N/mm ²)			
気中σ28	6.32	1.00	16.0
水中σ28	5.65	0.89	16.5
簡易曲げ試験(φ100円柱供試体)(N/mm ²)			
気中σ28	7.32	1.00	18.5
水中σ28	6.45	0.88	18.9
JIS A 1113 割裂試験(φ100円柱供試体)(N/mm ²)			
気中σ28	3.12	1.00	7.9
水中σ28	2.50	0.80	7.3
JIS A 1118 圧縮強度(φ100円柱供試体)(N/mm ²)			
気中σ28	39.5	1.00	100
水中σ28	34.2	0.87	100

表-4 水中不分離性敷モルタルの配合

スランプ フロー (mm)	W／C (%)	単位量 (kg/cm ³)					
		W	C	S1	減水剤	高性能AE 減水剤	水中不分離性 混和剤
				5～0mm	No.70	3000S	SP-12
250 ±50	53.7	350	652	1082	1.63	7.8	4.00
	45.0	350	778	977	1.95	9.3	4.00
	市販製品		プレミックス製品20kg、W=5.3kg				

表-5 水平打継目試験の試験結果(曲げ強度)

ケース	採取条件			No	曲げ強度 (N/mm ²)	強度比							
	採取 環境	グリーン カット	敷 モルタル			0 0.5 1 1.5 2							
1	水中	—	—	1	6.70	6.45	1.73						
				2	6.91								
				3	5.74								
2	気中	—	—	1	7.19	7.32	1.96						
				2	8.01								
				3	6.76								
3	水中	無	無	1	2.27	2.27	0.61						
				2	1.90								
				3	2.00								
				4	1.98								
				5	2.25								
				6	3.21								
4	水中	無	W/C 54%	1	1.79	1.75	0.47						
				2	1.55								
				3	1.78								
				4	2.04								
				5	1.82								
				6	1.54								
5	水中	有	無	1	4.14	3.73	1.00						
				2	3.04								
				3	4.02								
				4	4.27								
				5	3.94								
				6	2.95								
6	水中	有	W/C 54%	1	4.14	3.77	1.01						
				2	3.29								
				3	4.23								
				4	3.87								
				5	3.10								
				6	3.98								
7	気中	有	無	1	4.18	3.86	1.04						
				2	3.97								
				3	4.24								
				4	3.33								
				5	3.70								
				6	3.75								
8	水中	有	W/C 45%	1	3.41	3.35	0.90						
				2	4.08								
				3	3.47								
				4	2.00								
				5	3.61								
				6	3.49								
9	水中	有	市販 製品	1	3.21	2.77	0.74						
				2	2.47								
				3	2.76								
				4	1.91								
				5	3.44								
				6	2.81								