

大水深下に構築する底部架台アンカーボルトの施工実績

国土交通省四国地方整備局那賀川河川事務所
 鹿島建設株式会社
 日立造船株式会社

徳井 智 菊田 一行
 正会員○小川 雄一郎 川中 勲
 正会員 田窪 宏朗

1. はじめに

長安口ダムでは、洪水調節能力を増強させるため、既設堤体を切削して新たな洪水吐ゲートを2門増設する再開発事業を行っている。本工事は、堤体切削を行うための初期工事であり、仮締切および予備ゲート等を支持する鋼・コンクリート複合形式の底部架台(図-1)をアンカーボルトによって堤体上流面に一体化させるという、ダム改造工事である。

本文では、工事で行った大水深下(最大水深 35m)での施工精度向上と施工の効率化を目的とする大型テンプレートを用いたアンカーボルト(図-2)の削孔、据付及び水中不分離性無収縮モルタル注入の有効性について報告する。

2. 各工程の施工方法

当初は、アンカーボルトごとに水中測量によって位置出しを行い、小型テンプレートによって削孔と据付を行う計画であった。しかしアンカーボルト工は、①施工の全てを運用中ダムの水中で実施するため、施工管理が困難である、②作業水深が最大 35m と深く、潜水士の減圧症発症リスクが高い、③アンカーボルトには高い設置精度(±5mm)が求められる、という施工条件下での施工となる。そのため、水中施工する潜水士の安全を確保しつつ、アンカーボルトの施工精度をいかに確保するかが課題となった。

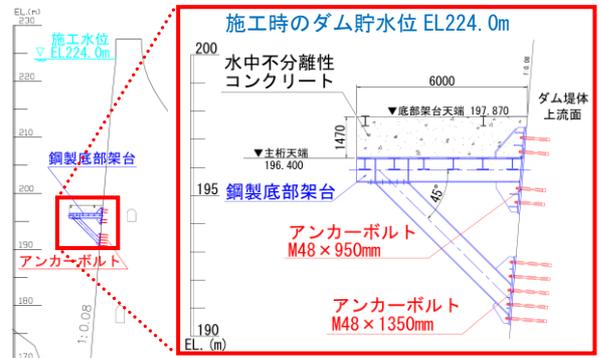


図-1 底部架台工(断面図)

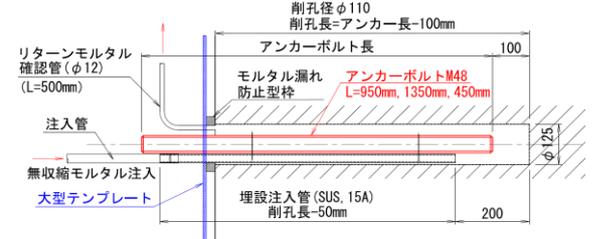


図-2 アンカーボルト断面図

表-1 アンカーボルト数量

アンカーボルト長	規格	単位	設計数量
450mm	M48	本	24
950mm	M48	本	324
1,350mm	M48	本	200

表-2 各工程の施工方法

	削孔	据付・モルタル注入
概要	アンカーボルトの配列パターンにあわせた大型の削孔用テンプレートを製作。テンプレートには油圧コアドリルを固定して、潜水士による削孔。	アンカーボルトの配列パターンにあわせた大型の据付用テンプレートを製作。テンプレートはアンカーボルトの据付位置と方向を定めるとともに、モルタルの型枠の一部となる。
略図及び写真		

キーワード アンカーボルト, 水中施工, テンプレート, 水中不分離性, 施工精度向上, 無収縮モルタル
 連絡先 〒760-0050 香川県高松市亀井町 1-3 鹿島建設(株)四国支店 TEL 087-839-3111

そこで、アンカーボルトの配列パターンにあわせた高精度の大型テンプレートを製作し、使用することとした。これにより、テンプレートの精度を陸上で確認することで、アンカーボルトの施工誤差を管理できるため、精度を確保できる。また、水中での作業をテンプレートの据付のみに単純化することで、潜水士の延べ作業時間を削減できるため、減圧症発症リスクを低減できる。アンカーボルトの数量を表-1に、各工程の施工方法を表-2に示す。

3. モルタルの配合選定

アンカーボルトは、ボルト設置孔にモルタルを充てんすることでダム堤体と定着させる。本工事では、水中で充てん作業を行うことから、モルタルには、①水中不分離性を有すること、②無収縮であること、③ボルト設置孔の隅々にまで充てんできる性状を有することが求められた。そこで、これら条件を満足できるモルタル配合を選定すべく、配合選定試験を行った。また、選定した配合で充てん状況の良否を容易に確認するため、アクリル製の透明型枠を用いて注入実験を行った。注入実験の供試体写真を写真-1に、モルタルの配合表(本施工で使用)を表-3に示す。写真のとおり、型枠の隅々にまで空隙なく密実に充てんすることができた。



写真-1 透明型枠注入実験供試体

表-3 モルタルの配合表(本施工で使用)

水セメント比	細骨材セメント比	単位量(kg/m ³)							
		水	セメント	細骨材	高性能減水剤 SP8HU	水中不分離性混和剤 UWB	膨張剤 7#粉末 EX	消泡剤 TBP	
W/C(%)	S/C	W	C	S					
45	0.3	511	1136	341	11.4 (C×1.0%)	4.09 (W×0.8%)	0.022 (C×0.002%)		350ml

なお、本施工に先立ち、ダム湖内で水中注入実験を行うとともに、材齢28日でアンカーボルト引抜試験を行った。その結果、アンカーボルトに作用する設計荷重の5倍を作用させても問題ないことが確認できた。

4. 施工実績

大型テンプレートは陸上で地組立を行った後に、寸法検査を行った。検査の結果、テンプレートの寸法誤差は、1mmであった。その後、テンプレートをクレーンで揚重し、ダム堤体上流面の所定の位置に設置した。削孔用、据付用テンプレート併せて12回転用し、テンプレート自体の据付誤差を水中カメラで確認した結果、全て0mmであった。モルタル充てん完了後、アンカーボルトの施工誤差を測定した。測定の結果、ボルトの偏心量は最大2mmと、極めて高い精度でアンカーボルトが設置できた。なお、アンカーボルトによってダム堤体と一体化させる鋼製底部架台において、架台のボルト孔にアンカーボルト274本を全て支障なく挿入でき、順調に据付を完了している。

表-4にアンカーボルト設置における潜水士の延べ作業時間を示す。今回施工したアンカーボルト274本の設置において、当初計画では潜水士の延べ作業時間は250時間であった。一方、施工実績は235時間であり、15時間(計画に対して6%)を削減できた。また、大水深下での潜水作業を伴うアンカーボルトの施工を3か月程度行ったが、減圧症の発症もなく、無事故無災害で完了した。

表-4 アンカーボルト設置における潜水士の延べ作業時間

	ボルト据付(時間)	モルタル注入(時間)	合計(時間)	備考
計画	30	220	250	
実績		235	235	
差			-15	6%の削減

モルタルは、陸上のヤードで練混ぜを行い、注入箇所の中までポンプ圧送したが、注入作業に伴う水の濁りもなく、順調に注入を完了できた。表-5にモルタルの圧縮強度(平均値)を示す。水中気中強度比は86%であり、水中不分離性が良好である。各種の品質管理試験の結果、モルタルフロー値は規格値±20mm、圧縮強度の変動係数は6.5%と、品質上のばらつきは見られなかった。

表-5 モルタルの圧縮強度(平均値)

	圧縮強度(N/mm ²)		水中気中強度比*
	気中作製供試体	水中作製供試体	
σ7	49.5	42.6	86%
σ28	69.1	59.7	86%

*規格値：80%以上

5. まとめ

大型テンプレートの採用と適切なモルタル配合の使用により、大水深下においても極めて高い精度で、かつ良質なアンカーボルトを設置できた。また、潜水作業時間を削減することで、減圧症の発症リスクを低減し、無事故無災害でアンカーボルトの施工を完了した。本文が同種他工事の参考になれば幸いである。