

水中構造物における湧水防止施工実例について

3.1 はしかき

既設の海水取水渠の底部及び隅部附近より湧出する硫化水素(H_2S)を含む汚染湧水を防止するため、圧入コンクリート工及び特殊薬液セルタル注入工を実施した。 H_2S を含む海水が発電所のコンデンサーチューブに與える異状腐食がたびたび、殊に海水と水の変動は干満によりかなり差異を生じ、干潮時に於ける H_2S の放出量は最大値をとり、之を防止対策として硫酸鉄塩系等の注入による酸化方法やコンプレッサーよりエアー配管を水中に布設して曝気等を実施したが其の効果は少く、止むを得ず定修日と利用し、再前に復舊水を布設工事を行つて而後上記工事を施工することにした。

3.2 圧入コンクリート工

従来よりコンクリート水中施工方法としてスキフブ工法、袋詰工法、トリー工法、エヤロフ工法、アレバクト工法、コンクリートポンプによる直接又は内務圧送工法が実施されているが、水中施工の容易性、水密性があること、乾燥風乾が少くであること、塩類や酸素による低抗性が大であること、材料分りや温度上昇が少く、セメント使用量も少なく工期短減が良好であること等の特長を具えてゐるアレバクトコンクリート工法を採用し、加えて粘性内部密着がよい浸透性が良好で、分りやすい特殊薬液注入工法を採用した。

2-1 事前工事

水中吸削量として、管底(ルート底)約450 m^3 をフラムニエル(アラグ)容量0.3 m^3 の吸削機、両側部は潜水夫で掘り出しを行い、吸削面には砂を約5~10 cm 敷き均し、湧水の激しい箇所には防水キャンバスを全面に張り、圧入セルタルの洗法を付いた。集水配管は表-1の如く、上コンクリート上面より水を深くようにし、配管と同時に鉄板を加工し、型枠設置を行い、膨水防止の爲ガス管(2 $\frac{1}{2}$ ")を使用し、シートパイルにア、カーした。

表-1 使用量一覧表

fig-1参照

量の種類	内径 ϕ	長さ m	使用本数
注入量	1 $\frac{1}{2}$	2.2	26
集水配管	4	2.2	20
集水配管	8	1.7	7
ガス管/洗管	1 $\frac{1}{2}$	2~3	66

事前工事の作業工程は粗骨鉄の投入と潜水夫による掘り出しをもつて終了したのであるが別に支障なく進められ、粗骨鉄強度は30~50%を使用し、

2-2 圧入作業

(1) 使用材料及び機械 鋼骨鉄 整の鋼管所 北重2.56 F.M-2.12

セメント アサヒ普通ポルトランド 北重3.15 長さ2~14' 径3~5.5' ϕ_{28} 曲り70.1 $\frac{1}{100}$ 径41 $\frac{1}{100}$

フライアッシュ 丸尾フライアッシュ 北重2.2 長さ4~13' 径5~31' ϕ_{28} 曲り62 $\frac{1}{100}$ 径366 $\frac{1}{100}$

おギリス 日豊マスタービルダーズ製10.8

アルミニウム粉末 大阪市海井商店製 170~180 $\frac{1}{100}$ 粒度98% ϕ_{10}

モルタル和) 70 MP-5型 容量 8.2~27^{m³} 最大圧力 40^{kg/cm²} 動力 5~7^{HP}

モルタルミキサー MPH-5型 容量 500^l 廻轉数 150^{rpm} 動力 2~3^{HP}

(2) モルタル配合 予備試験により決定した¹m³及び¹バツ当りの配合は表一2の通り

表一2 モルタルの配合表

	比重	モルタル/バツ当り重量 ^{kg}	モルタル/ ¹ m ³ 当り配合 ^{kg}	コンクリート/ ¹ バツ当り配合 ^{kg}	備考
セメント(C)	3.15	100	565	254	C:F:S = 1:0.4:1.6
ポゾラニア(F)	2.20	40	226	102	Poz/C+F = 0.25%
砂(S)	2.56	160	904	407	A/C+F = 0.02%
水(W)	1.0	64.4	364	164	W/C+F = 46%
ポゾラニア(Poz)		350 ^g =28 ^g	198 ^g =18 ^g	0.97 ^g =7 ^g	粗骨材の空隙率は45%と
70 ^目 粉末(Ag)		28 ^g	158 ^g	7 ^g	120 ^目 7 ^g -1 ^g 当り配合
計		314.4 ^{kg} 27.6 ^{kg}			を求めた

(3) 施工内容 先がMixerへの材料投入順序は水+Poz、F、C、Sの順序で行いモルタルの混ぜ時間は全材料投入後3分間を標準とした 配送には¹/₂"の耐圧ゴムホースを用いユーオ・接手を使用した 注入時にはモルタル浸透状況を知り為モルタル採取為配送し管内のモルタル採取を行った 注入時に於て作業人員配達は表一3の通り

表一3 作業人員配達表

職種	内容	人数
技術員		
重労働		2
試験員		1
実験員	Pipe切断引抜 係全 4名 Poz、70 ^目 粉末 ^{kg} 品 Mixer pump 係2名	11
潜水夫	予元2名	6
人夫	5部重量 C、F 投入	7
		計 25 ^名

注入コンクリート量 21.5^{m³} 毎した作業日数は 12^日であった

2-3 試験内容

施工中モルタルのフロー性能の材料20バツ毎にフローテストを実施した 断層及びバツージ: 7^目及び20^目試験結果表の一例を示すと表一4の通り

表一4 試験値一例

重量比 C:F:S	W/C+F %	A/C+F %	Poz/C+F %	70-目 ^g	20-目 ^g	5mm ^g	10mm ^g	20mm ^g	空隙率 %
1:0.4:1.6	46	0.02	0.25	18	24	10	2.2		28
1:0.4:1.6	46	0.02	0.25	18	24	10.5	3.7		6.8
						0.28 ^{mm}			
1:0.4:1.6	46	0.02	0.25	18		226			基準は現場水中養
"	"	"	"	"		201			ととし100 ^{mm} 当り3 ^g
"	"	"	"	"		281			材料採取
"	"	"	"	"		171			

圧縮機等については0.28 MPaは確保し得た

3-3 薬液注入工(主としてアクリルアミド系安定剤とした)

注入コンクリート施工後鋼板の接合部 根入小部等湧水弱箇所は特殊薬液モルタル及びセメントミルク注入を実施した

3-1 注入作業

(1) 使用材料及び機械 薬液としては合成樹脂の原料であるアクリルアミド系の2つの単体からなる白色粉末(日本S.S.)を主剤としたもので作用促進剤であるDMAPN及び強酸化剤であるAPなどの觸媒を混合して使用した。これらの薬液は粘性度1.2 cps 比重1.04 であり小さな間隙まで浸透し得た。抑製剤としてKFe(赤血塩)を添加して調節した。使用機械はポンプミキサー共に注入コンクリート施工と同型のもので注入ホースは内径32mm外径50mmの耐圧ゴムホース30m一本使用。注入パイプは1/2"の3m-20本 1.5m-10本其の他は圧力計ユニオンジョイント使用

(2) モルタル及びセメントミルク配合 (表-5)

表-5 モルタル及びセメントミルク配合

モルタル / パンプあり (188.5ℓ)							
水	日本SS(10%)	DMAPN(0.4%)	ホム12(NaOH)	KFe(0.01%)	セメント	73.12722	75
50ℓ	5kg	230cc	0.25kg	5g	100kg	40kg	180~130kg
備考 上記投入1分間混合後 AP(0.5%) 0.25kgを溶解5ℓとして投入更に2分間混合して注入							
セメントミルク配合 / パンプあり (135ℓ)							
水	日本SS	DMAPN	KFe	セメント	備考		
100ℓ	10kg	500cc	10g	100kg	3分間混合後 AP 0.5kg投入1分間混合		

(3) 施工内容 注入前各パイプの透水テストを行い圧力から注入の可否を調査し漏れパイプに流入防止の為プラグ及び木栓で密閉した。既設 pipe と注入 pipe との接合は union joint を使用した。各孔の注入圧は最初 0.2~0.4 MPa の圧力注入し徐々に圧の上昇を生じ急激に2~4 MPa以上になった時注入を stop した。注入終了後は pipe を地上に引き上げ、Mixer pump ホースパイプ等の洗滌を行った。ゲルタイムの決定については短時間で圧入せねばならぬが調査時間とポンプ効率注入孔に対する間隙等条件により判断した。ゲルタイムとしては最低7分必要とした。特殊セメントミルクの適用は鋼板周囲の湧水し易い箇所のみ注入基の圧モルタルによつて注入した。最終的には集水パイプについて注入を行った。注入実施孔数 36孔 内集水パイプ3孔 注入量 SS 44ℓ 外ミルク 19ℓ パンプ 2.58 m³ SS セメント 24ℓ パンプ 54.6 m³ 注入期間は前者で40分 後者 140分

3-2 試験内容

フロー率は17~20 sec ゲルタイム 7~15分と概ね一定であった。先端コアサンプターによつて採取した試料からも完全にSS、セメントの充満を認め得た。

3-4 結果

集水渠内部に発生する H₂S の測定を実施した結果殆ど検出を認めなかつた。水質値としては0~0.017 ppm程度で無相。表面湧水も数箇所により初期の目的を達し得た。尚ほ部

隅部部の検査は水中カメラで2事完了後撮影を行ったが異状は認められなかった。以上より
 注入コンフリート工及び薬液注入工の完成完了後の厚さとして、材料と施工管理士方
 によりは初期の効果を導かれる。材料面では、人権等について安全を考慮し、材料の注
 入に望ましい材料抵抗より、抵抗15%以下はさけるべきである。砂一液初投保持の意
 義は25%以上の使用はよくない。セメントについては今回アサノ普通ポルトランドセメン
 トJIS R 6201に準ずるものを使用した。その事は新鮮度が重要である。高圧セメント使用につ
 いても同様の試験中である。フライッシュ、分散剤、アルミ粉末等についても品質の均一性
 が重要であり、混入率は特性は施工実績等を参考に、現場で調整試験により配合設計に基
 づき決定すべきである。圧入試験の場合、一部脱型時の取扱い不良に、強度の劣化があつた
 ため、 $\phi_{28} \geq 170 \text{ kg/cm}^2$ は確保し得た。注入は同時に、これはフリード18 sec 前後でセメント浸
 透勾配1/10 ~ 1/8で、1.3m以内とした。アクリルエポキシ法を/ 同時に特殊薬液注入を行った結
 果、漏水防止に十分な効果を得た。アクリルエポキシ薬液の使用については、不溶性の範囲な
 ため、造成注入範囲内の防水に役立ったようである。選定上の問題点としては、注入stop中
 もポンプのピストン止まりないでリターンホースで逆流させ、セメントについてもポンプ
 前に3%程度の減圧を取りつけ、埋入のものをホースバルブ中に停滞させぬことが肝要である。
 以上本工事の概況を記し、なお最後に施工法、設備等にあつた点、今後の建設技術的資料に
 深甚の謝意を表すものである。(以上)

5. 27. 12. 21

fig-1 施工断面図及地質柱状図

