

V-10 泊発電所専用港湾における 新しい水中コンクリートの施工について

鹿島建設(株) 森田 弘
同 上 岩尾康弘
同 上 (正)井藤金満

I. はじめに

北海道電力(株)泊発電所専用港湾工事において高分子系混和剤を添加することによって、水中に落下させても材料の分離がほとんど生じない特殊なコンクリート(以下、ハイドロクリートと称す)を用い、各種の水中コンクリートを施工することにより水中コンクリートの品質の向上、工期の短縮を行なうことができたので、以下に紹介する。

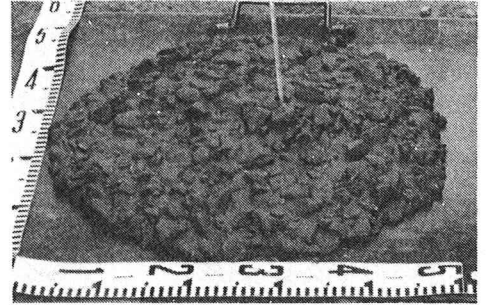


写真-1. まだ固まらないハイドロクリート

II. ハイドロクリートの紹介

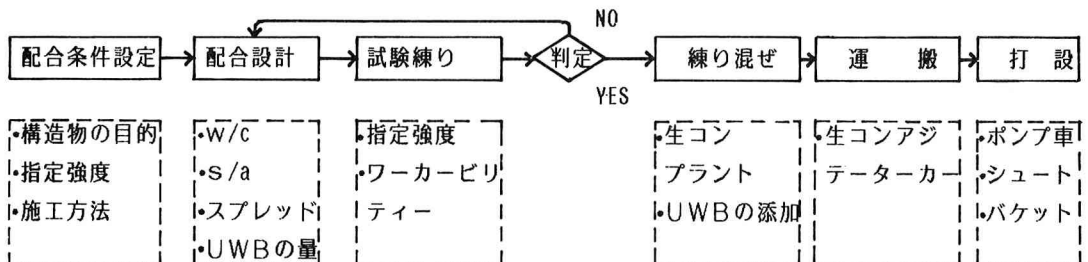
1. ハイドロクリートとは

ハイドロクリート(一般商品名)は、コンクリートの練り混ぜ時に高分子系の混和剤(以下UWBと称す)を添加することにより、まだ固まらないハイドロクリートのセメント、細骨材、粗骨材などの構成粒子がよく粘着され、外部からの水の作用があってもセメントの洗い出しが少なく、又骨材の分離を生じない等の性質をもった、水中コンクリート工事用の特殊なコンクリートである。

2. ハイドロクリートの特徴

- まだ固まらないハイドロクリートを、水中自由落下させても、セメント、細骨材、粗骨材などの構成粒子がよく粘着され材料分離がほとんどない。
- 水中自由落下させ水底に打設した硬化体の強度は、気中で硬化させたハイドロクリートの強度に近い強度を発揮する。
- UWBの添加量を調整することにより、施工条件に応じた経済的な配合ができる。
- UWBの粘着効果により、普通のコンクリートに比べると見掛上のコンシステンシーは低下するが、まだ固まらないハイドロクリートは、非常に粘稠性に富み総体的なワーカビリティは変わらない。
- ハイドロクリートの製造は、通常の生コンプラントが使用でき、練り混ぜ方法、運搬車輛等に制限はない。

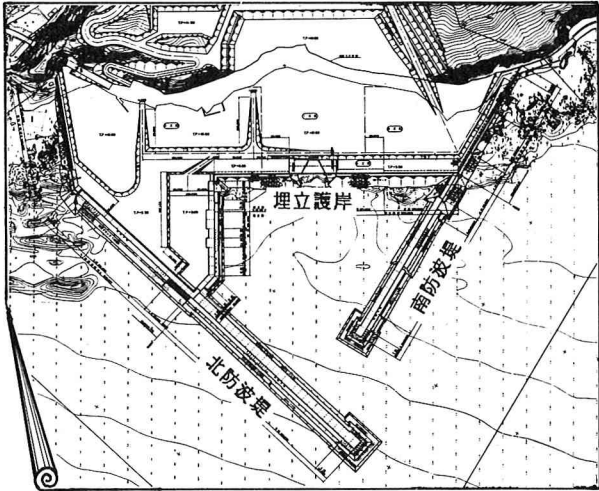
3. ハイドロクリートの施工手順



Ⅲ. 泊発電所専用港湾における使用例

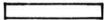
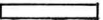
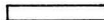
1. 泊発電所専用港湾工事の概要

本工事は、北海道電力（株）が北海道で最初に建設する原子力発電所の専用港湾工事であり、埋立護岸並びに防波堤から成る。現場は、ニセコ・積丹・小樽国定公園に近接し、日本海の荒波でつくられた奇岩が多く点在する風光明媚な所である。図－１に全体平面図、図－２概略工程を示す。



図－１ 専用港湾全体平面図

工事数量	
・捨石傾斜堤	905 m
・ケーソン式護岸	610 m
・プレパッド	
コンクリート式護岸	50 m
・鋼製枠コンクリート	
式護岸	100 m
・鋼製枠式護岸	50 m
・ケーソン式混成堤	807 m
・放水池	1 式

	58 年	59 年	60 年	61 年
埋立護岸	 L=549m	 L=1101m	 L=317m	 L=405m
北防波堤		 L=150m		
南防波堤				
放水池				

図－２ 工 程 表

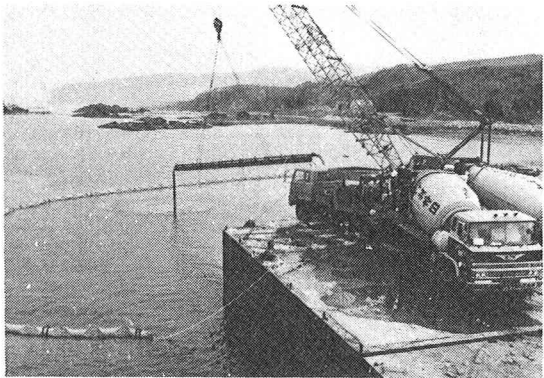
2. ハイドロクリート施工例

表－１－１、１－２に、当工事で使用したハイドロクリートの施工例を示す。

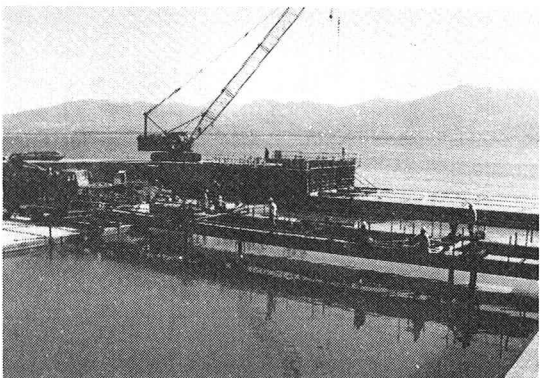
3. ハイドロクリート施工実績

(1) . 打設状況

写真－２、３にハイドロクリートの打設状況を示す。



写真－２ 鋼製枠台座工打設状況



写真－３ 放水池底版コンクリート打設状況

表 1-1-1 ハイドロクリートを使用した水中コンクリート施工例

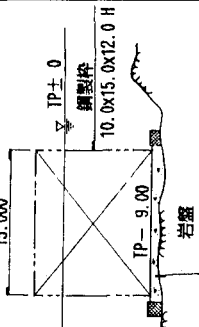
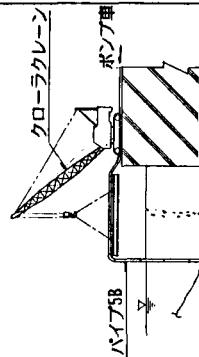
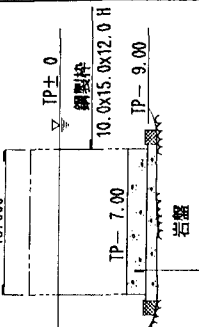
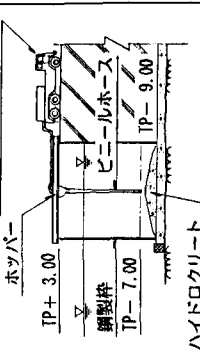
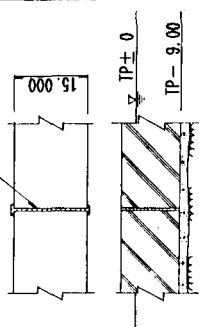
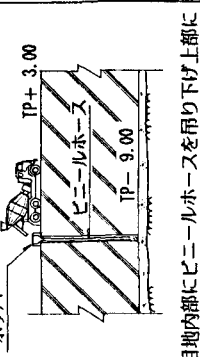
分類番号	使用場所	用途・構造物の目的、品質	従来の施工方法	施工方法	問題点	打設方法	改善点
①	鋼製枠台座工  15.000 TP±0 鋼製枠 10.0x15.0x12.0 H TP-9.00 岩盤 水中コンクリート (I=0 ~ 2.5m) 岩盤を砕岩後、鋼製枠据付の為、岩盤面から据付レベルまでに台座工を施工する。	鋼製枠据付の為の台座工 平坦性 $\sigma_{cc}=180\text{kgf/cm}^2$ 将来、背面掘削時に護岸全体が収縮切り構造物となる 岩着部の止水 台座工の不浸水性	袋詰めコンクリート	工期が長い 袋のスキ間から漏水	 クローラクレレーン パイプS8 ポンプ車 TP-9.00 岩盤 ハイドロクリート	岩着部の止水 鋼製枠の品質 簡単な打設設備 陸上からポンプ車とクレーンで施工が可能	
		フレバックドコンクリート	岩着部の止水 鋼製枠の品質 表面のレイタンスの処理 注入パイプの固定方法				
		トレミー管を使用した水中コンクリート	岩着部の止水 鋼製枠の品質 表面のレイタンスの処理 トレミー管の固定方法				
②	鋼製枠内部水中コンクリート  15.000 TP±0 鋼製枠 10.0x15.0x12.0 H TP-7.00 TP-9.00 岩盤 水中コンクリート (I=2.0m) 鋼製枠内部に厚さ 2.0m の水中コンクリートを施工する。	取水口基礎 コンクリート $\sigma_{cc}=180\text{kgf/cm}^2$ 平坦性 将来、背面掘削時に護岸全体が収縮切り構造物となる 台座工境界面の止水	フレバックドコンクリート	台座工との境界面の止水 注入パイプの固定方法	 ホッパー TP+3.00 鋼製枠 TP-7.00 TP-9.00 ハイドロクリート 鋼製枠上にホッパーを設置し、ポンプ車で圧送されたハイドロクリートを、打設地点まで吊り下げたビニールホース内を自由落下させ打設する。	台座工境界面の止水 平坦性 鋼製枠との一体化 簡単な打設設備 陸上からポンプ車と簡易な打設設備で可能	
		トレミー管を使用した水中コンクリート	台座工との境界面の止水 トレミー管の固定方法				
③	鋼製枠目地工  15.000 TP±0 TP-9.00 鋼製枠の目地 (5~15cm) に、コンクリート等を充填する。	将来、背面掘削時に護岸全体が収縮切り構造物となる 台座工境界面の止水 充填物の水密性	モルタル注入	台座工との境界面の止水 注入設備	 ホッパー TP+3.00 ビニールホース TP-9.00 目地内部にビニールホースを吊り下げ上部に取付けたホッパー内にハイドロクリート又は、ハイドロモルタルを、流し込む。 ハイドロモルタルを、流し込む。 鋼製枠目地 6cm以下は、ハイドロモルタルを使用	台座工境界面の止水 簡単な施工方法	
		アスファルトマスチック	加熱機械設備 台座工との境界面の止水				

表 1-2 ハイドロロクリートを使用した水中コンクリート施工例

分類 番号	使用場所	送 構造物の目的、品質	従来の施工方法	問題点	打設方法	改善点
④	ケーソン接合部 接合部コンクリート 	護岸構造物 $\sigma_{ck} = 180\text{kgf/cm}^2$	プレバックド コンクリート	モルタル注入時の側圧が 大きい為、型体の構造が 大きくなる 骨材投入～モルタル注入 までの施工時間が長い	コンクリートプラント船 ハイドロロクリート TP-11.00 コンクリートプラント船で繰り上げたハイドロ ロクリートを、プラント船より下り下げた、 フレキシブルホースを使用して打設する。	急速施工 型枠の簡素化 多少の海象変化にも 対応可能
⑤	根固めブロック間詰め コンクリート 	ブロックの間詰め コンクリート $\sigma_{ck} = 180\text{kgf/cm}^2$ 既設ブロックとの 間隔が小さいこと	既設ブロック プレバックドコンクリ ート、トレミー管を使 用した水中コンクリー ト	既設ブロックとの密着性 ブロック取付に、大きな クレーンを必要とする 小規模コンクリートの為 設備費のウェイトが高い 全体コンクリートに対す る、不良コンクリートの ウェイトが高い	クローラークレーン コンクリートバケット ハイドロロクリート TP-11.00 コンクリートバケットに詰めたハイドロクリ ートを、クレーンで打設地点まで下げ、潜水 士により打設する。	既設ブロックとの 密着性 簡単な打設設備 小規模コンクリート の品質向上
⑥	放水池底版コンクリート 	底版コンクリート $\sigma_{ck} = 180\text{kgf/cm}^2$ 平坦性	プレバックド コンクリート トレミー管を使用した 水中コンクリート	薄層コンクリートの品質 注入パイプの固定、引き 抜き用足場等の設備が、 大きくなる 打設設備が大きくなる	H鋼桁 コンクリートポンプ車 TP-7.50 TP-9.00 打設地点にH鋼桁を架設し、ポンプ車で圧送 されたハイドロロクリートを、打設地点まで吊 り下げたビニールホース内を自由落下させ打 設する。	簡単な打設設備 薄層コンクリートの 品質向上
⑦	水中部、上部工 (R・C) 	上部コンクリート $\sigma_{ck} = 180\text{kgf/cm}^2$ 鉄筋との一体化	プレバックド コンクリート トレミー管を使用した 水中コンクリート	小規模で、スレンダーな 構造物であり品質に問題 設備費のウェイトが高い 小規模な構造物であり、 トレミー管等の設備が困 難であり、品質に問題	コンクリートポンプ車 TP-1.00 コンクリートポンプ車の先端ホースを直接、 型枠内に入れハイドロロクリートを打設する。	簡単な打設設備 品質の向上

(2) . 打設実績

分類 番号	用 途	練り混ぜプラント	打設機械・方法	実打設 数 量	備 考
①	鋼製枠台座工	陸上生コン プラント	コンクリートポンプ車 (85 m^3/H) L = 80m クローラクレーン	1128 m^3	仕上がり精度 ± 40mm
②	鋼製枠内部水中 コンクリート	同 上	コンクリートポンプ車 (85 m^3/H) (65 m^3/H) L = 50m	1386 m^3	仕上がり精度 ± 50mm
③	鋼製枠目地工	同 上	生コン車より流し込み	324 m^3	目地巾 6cm以下はハ イドロモルタル使用
④	ケーソン接合部 コンクリート	海上プラント船	プラント船 コンクリートポンプ	1061 m^3	
⑤	根固ブロック 間詰めコンクリート	陸上生コン プラント	クローラクレーン+バケット (1 m^3) コンクリートポンプ車 (85 m^3/H)	55 m^3	
⑥	放水池底板 コンクリート	同 上	コンクリートポンプ車 (85 m^3/H) (65 m^3/H) L = 30m	2000 m^3	仕上がり精度 ± 100mm
⑦	水中部上部工 (R・C)	同 上	コンクリートポンプ車 (ブーム、65 m^3/H)	55 m^3	

表-2 ハイドロクリート打設実績

(3) . コア-採取結果

本体構造物に打設したハイドロクリートの硬化体よりコア-を採取し、構造物の品質を確認した。

a) . 鋼製枠台座工

ハイドロクリートと岩盤境界面の状況を確認するため、ボーリング機械によりコア-採取を行なった結果、写真-4に示すように岩盤とハイドロクリートの境界面に、漏水の原因となる、空ゲキ、レイタンス、未硬化部分は見うけられなく、鋼製枠台座工及び将来の止水壁としての、機能を満足したといえる。



写真-4 岩盤との境界面のコア-

b) . ケーソン接合部

ケーソン接合部の本体構造物 (V=800 m^3 , H:TP+1.0~TP+11.0) より高さ方向の全長について、2本のコア-ボーリング ($\phi=170\text{mm}$) を実施し、ハイドロクリートの硬化状況、圧縮強度の確認を行なった。写真-5、6に採取したコア-を示す。又図-3、4に圧縮試験の結果を示す。

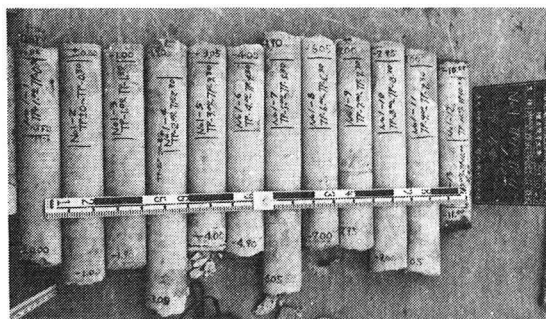


写真-5 コア-全景

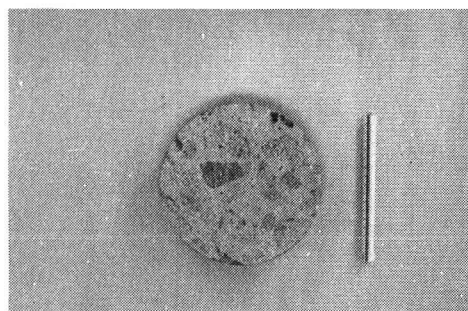


写真-6 コア-断面

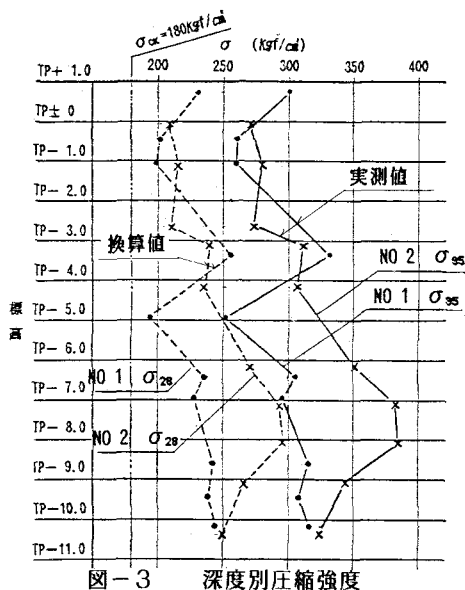


図-3 深度別圧縮強度

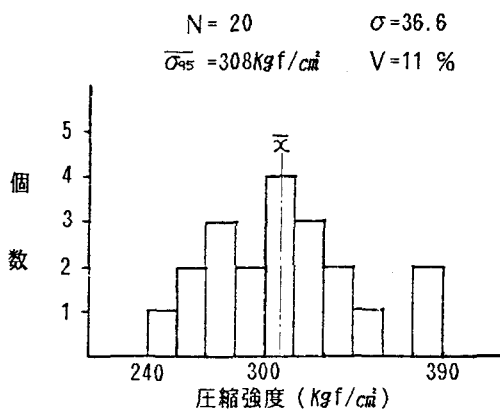


図-4 圧縮強度ヒストグラム

コア採取の結果より

- 全高 ($H = 12\text{ m}$) について、骨材の分離、レイタンス、未硬化部分は見うけられない。特に最下端部についても、骨材の分離等は全く見あたらない。
- 圧縮強度は σ_{95} で $250\text{ kgf/cm}^2 \sim 380\text{ kgf/cm}^2$ (σ_{28} に換算して $200\text{ kgf/cm}^2 \sim 290\text{ kgf/cm}^2$) の範囲であり、平均で $\sigma_{95} = 308\text{ kgf/cm}^2$ (σ_{28} に換算して 240 kgf/cm^2) であり、設計基準強度 $\sigma_{ex} = 180\text{ kgf/cm}^2$ に対して過不足のない値である。又図-3、4 からみても品質のバラツキは少ない。
- ハイドロクリートの気中採取テストピースの圧縮強度は $\sigma_{28} = 260\text{ kgf/cm}^2$ であるため、その比は、 $240/260 = 0.9$ 程度である。

IV. ハイドロクリートの今後の利用

『まだ固まらないコンクリートを水中自由落下させて、コンクリートの硬化体を構築する』という従来のコンクリートでは考えられなかった新しいコンクリート“ハイドロクリート”を使用することにより当現場の施工例でも示したように、従来の水中コンクリートとは全く異なった視野で、水中コンクリートの施工を考えることができるようになった。

ハイドロクリートの今後の利用として次のようなものがある。

特 性	用 途
高品質、均一性	水中重要構造物・薄くて広い水中コンクリート
水中での不分離性	水中での平面仕上げ工事・流水中での水中コンクリート まわりの水を濁さないことを重視される水中コンクリート
流動性と充填性	間ゲキ充填工事・空洞充填工事・水中鉄筋コンクリート
簡単な打設設備	小規模な水中コンクリート・緊急工事（補修・補強）

V. あとがき

気中施工と同じ要領で水中コンクリートが施工できるという新しいコンクリート“ハイドロクリート”を使用することによって、今後の水中コンクリートに新しい分野が広がっていくものと思います。

最後に、当工事において、ハイドロクリートを本体構造物へ使用するにあたり、北海道電力（株）の御協力が得られたことを御礼申し上げます。