

V-32 大水深用大型ケーソンの施工法とその管理（第2報）

第二港湾建設局宮古港工事事務所 正会員○寺 内 潔
同 上 千 葉 孜
東亜建設工業（株） 正会員 守 分 敦 郎

はじめに

釜石港では、津波対策事業として大規模な湾口防波堤工事を実施しているが、ケーソン構造は、 $L30\text{ m} \times B30\text{ m} \times H30\text{ m}$ の二重横スリット台形ケーソンとなっており、その重量も約 16000 t で防波堤用としては世界一である。耐用年数も 100 年を期待していることから、水中部とスブラッシュゾーンとでコンクリートの配合を変え、またマスコン対策としてのコンクリートの冷却等種々の耐久性向上のための工夫を取り入れて施工している。前回の報告では、施工計画、管理手法等について紹介したが第1号函のケーソン製作が完了したことから、現場で実際行われたケーソン製作の施工方法およびコンクリートの温度計測結果等について今回報告を行うものである。ちなみに湾口防波堤の建設地点は最大水深 -63 m 、ケーソンの設置水深 -25 m であり設計波は $H_{\text{max}}=14\text{ m}$ となっており、総事業費は約 900 億円である。

1. ケーソン製作工法

高さ 30 m のケーソンを 13 段階の打継段数で製作した。 6500 t のF・Dで高さ 9 m を 4 段打ちで施工し、浮上移動後、海上の第1打継場より順次コンクリート打設を行い第5打継場まで 4 回の移動と 9 段階の打設、高さ 21 m を施工し完成させた。コンクリートの打設において特に留意した代表的な項目とその実施内容は以下のとおりである。

①コンクリート全般。コンクリートの仕様および配合を種々検討し表-1および表-2のとおりと定めた。

表-1 仕様

施 工 区 分	指定強度 (kgf/cm^2)	スラブ (cm)	空気量 (%)	最大W/C (%)	C (kg/m^3)	Gmax (mm)	Gの種類	Sの種類	Cの種類	混和剤の種類
水中部1～8段	240	12	4	50	300	25	碎石	砕砂	N	AE減水剤、流動化剤
飛沫部9-1～12段	240	12	6	45	330	25	碎石	砕砂	N	" "、"

表-2 配合 (kg/m^3)

施 工 区 分	C	W	G	S	混和剤	流動化剤	備 考
水中部1～8段	300	150	1099	844	6.60	1.08	混和剤＝ボソリスNo81PM
飛沫部9-1～12段	330	148	1090	777	7.26	1.39	流動化剤＝レオビルドNP-10

骨材については産地の地域性より碎石および砕砂を使用した。

打継面の処理に当っては、レイタンス除去を高圧洗浄機で確実に行うこととし、その時期は打設終了後 $12 \sim 20$ 時間後に施工した。夏季においては遅延剤を打設天端に散布し硬化後のレイタンス除去の容易性、確実性を図った。敷モルタルは実験結果を踏まえて 3 cm 厚で施工した。

②1段目（底版）のコンクリート打設。打設量が 1005 m^3 と多く、打設は 1.5 m 厚を 3 層片押しで階段状に施工したが打設時間が約 20 時間となるため、コールドジョイントの防止には特に注意を払った。台形斜面部の仕上げには特殊なバイブレータを使用してスペーシングを施した。スペーシングの効果は充分に認められた。

③養生。夏季は有孔塩ビパイプで打設天端を灌水養生とした。冬季は打設全体をスチーム養生とし目標温度は $5 \sim 10^\circ\text{C}$ 、給熱期間は 2 日間とした。

2、ケーソンの温度ひびわれ管理

本ケーソンの場合、事前検討においてスリット部に温度ひびわれが発生する可能性が高いことが予想されたため、パイプクーリングによる施工方法を事前に実験で確認した後、本施工で採用した。

(1)事前実験

事前実験においては、ケーソンの梁部材と同一の大きさの供試体によりパイプクーリングの効果について確認を行った。供試体の形状は図-1、種類は表-3に示す。供試体の配合についてはケーソンと同一である。

図-1 供試体の形状

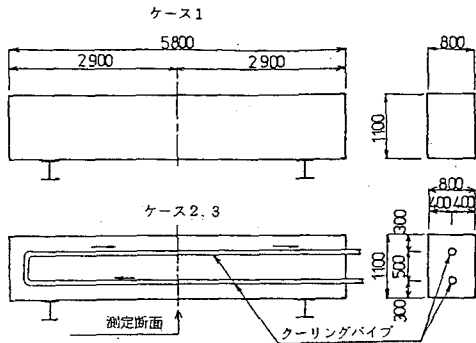
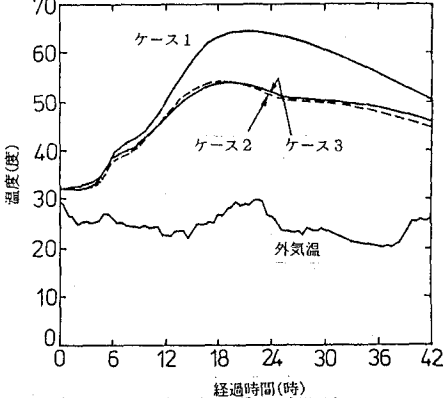


表-3 供試体の種類

ケース名	内 容	調 査 項 目
ケース1	パイプクーリングを行わない。	比較用(コンクリート温度、コンクリートのひずみ)
ケース2	SGPW 20A(φ27.2mm, t=2.8mm)を使用してパイプクーリングを行う (流量は約10ℓ/min)	SGPW 20Aを使用した場合の効果 (コンクリート温度、コンクリートのひずみ クーリング水の温度変化)
ケース3	電縫鋼管(STKM-11Aφ25mm)を使用してパイプクーリングを行う。 (流量は約10ℓ/min)	電縫鋼管を使用した場合の効果 (コンクリート温度、コンクリートのひずみ クーリング水の温度変化)

図-2 部材中央のコンクリート温度(事前実験)



実験の結果、次のことが確認された。

①供試体中央の温度変化を図-2に示す。打設時のコンクリートは32℃、外気温は26℃前後であったがパイプクーリングを行った供試体中央のコンクリート最高温度(54.1～53.9℃)は、パイプクーリングを行わない供試体(64.4℃)に比較して10℃以上の低下を示した。

②コンクリートのひずみ計測の結果を表-4に示す。本実験においては供試体は外部からの拘束を受けないため、測定されるひずみは温度上昇、降下と内部拘束によるものである。

計測の結果、最高温度到達時から温度降下までに収縮するひずみ量は、パイプクーリングを行った供試体

(201～199μ)は、行わない場合(260μ)の80%程度にまで低下する。

③パイプの材料、SGPW(水道管)と電縫鋼管の違いによる温度変化への優劣の差は認められなかった。

表-4 コンクリートひずみ計測結果

ケース	ひずみ(最高温度到達時)		平均ひずみ* (温度降下後)
	中 央	平 均 *	
ケース1	168×10 ⁻⁶	152×10 ⁻⁶	-108×10 ⁻⁶
ケース2	45×10 ⁻⁶	80×10 ⁻⁶	-121×10 ⁻⁶
ケース3	76×10 ⁻⁶	98×10 ⁻⁶	-101×10 ⁻⁶

但し*は加重平均した値であることを示す

これらの結果をもとに本施工においては、配管材料にSGPWを用い、通水量を10ℓ/minとなるよう管理することにした。パイプ間隔については温度解析により断面内の温度が均一となるように配慮した。

(2)本施工

①本施工において、コンクリート温度が約27℃、外気温が20℃前後、パイプ間隔35cmで施工し計測した結果、解析値のひびわれ限界温度とパイプクーリング施工時の最高温度は、ほぼ同程度であった。

②コンクリートの温度およびひずみの実測値と予測値が比較的良く一致する解析手法が得られた。

③パイプクーリングを行った結果、スリット部には温度応力が原因と思われるひびわれは見られなかった。

④パイプのグラウト材には無収縮性のペーストを使用した。