

実験時の r.c. の 0 のとき, すなわち塑性限界のとき貫入抵抗値の減少が最大であり, また減少百分率は実験時の r.c. が正の場合ほとんど一定で, 負になると急激に減少する。沼津の土についてはこれらの現象と異なつて, 減少百分率は実験時の r.c. いかんにかかわらずほとんど一定であるが, これは土が相当砂質なため Atterberg Limit の値があまり意味を有しないためであろうかと思われる。

III あとがき

以上二, 三の土について過剰突固めによる強度減少

の様態を測定してみたが, これは土粒子間水の毛管圧力の減少から起るものと考えられるが, このような型枠の中に土をつめるときには相当顕著に表われるものであり, 少なくとも飽和度90%くらいから強度減少が起ると云うことは云えよう。しかし野外における輾圧では果してどのくらいの程度で起るものか疑問であり今後さらに検してみたいと思つている。終りに望み, この実験について御指示戴いた東大最上教授に対し深謝する次第である。

(昭.28.7.10)

宇部港 9 m 岸壁工事の特性について

正員 北川 典生*

SPECIALITY OF THE CONSTRUCTION WORK OF THE NINE-METER HIGH QUAYWALL AT UBE-KŌ

(JSCE Jan. 1954)

Norio Kitagawa, C.E. Member

Synopsis In this paper the following three supposedly interesting points excerpted from the records of the design and execution of the nine-meter high quaywall at Ube-kō are described :

1. New method of constructing quaywall.
2. Special execution of hydraulic concrete by means of concrete pump (utilizing the speciality of the pump)
3. As a result of using 400 tons of fly ash which is a by-product of industries, the effectiveness of fly ash as a dispersing agent and also as an admixture, and especially the superior quality of the fly ash obtained from Ube-coal.

要旨 宇部港 9 m 岸壁の設計と施工記録のうち興味深いと思われる次の点について述べる。

- (1) 岸壁工法の新形式
- (2) コンクリートポンプによる独特の水中コンクリート施工法 (ポンプの特性利用)
- (3) 工業副産物フライアッシュを約 400 t 使用した結果コンクリートの拡散材としてかつまた混和材とし

て有効であること。特に宇部炭アッシュの優秀性について

I. 岸壁工事の概要

本工事は宇部地区工業の原材料及び製品の海上輸送, なかでもソーダ工業原塩の輸送合理化を計る目的で次の一環計画に基づき施工したものである。

一環計画

工事別	数量	摘要
9 m 岸壁築造工事	150 m	1 バース
航路, 泊地, 渡渡工事	876 000 m ³	泊地 -9 m 航路 -7 m
荷役機械	2 基	5 t ラップラング
道路工事	900 m	
航路標識	1 式	導灯 2 基, 浮標 3 個

表-1

岸壁築造工事内訳

工種	数量	工費
岸壁	150 m	89 500 000
取付護岸	36 m	8 200 000
埋立	11 150 m ³	2 500 000
前床鋪装	1 095 m ²	1 300 000
荷役機械基礎	140 m	2 800 000
計		104 300 000

* 運輸省宇部港工事事務所長

設計条件は公共岸壁としての利用を妨げない, あら

ゆる貨物の取扱いに便利な万能型であるべきこと、もう一つは対岸距離が 300 m できわめて泊地狭隘なため岸壁法線を 1 m でも陸側近く設定すべきこと等である。

着工：昭和 26 年 10 月，完工：28 年 8 月

II. 岸壁工法の新形式

(A) 地質 4 点のコアボーリングにより 図-1 の土質表を得た。基礎地盤は第 3 期層圧密青粘土で当地で磯滑石(イソナメラ)と呼ぶ土丹様のものである。土質の物理試験にあつては -12 m まで強力なバケット浚渫船で試験床掘を行い、その大土塊を採取し土塊の中心に供試体を求めた。これは粘土分 37~55 % を含む本例の場合ボーリングコアの供試体では多分に自然状態が破壊されるおそれがあつたからである。

なお床掘跡に 60 t/m² までコンクリートブロックによる載荷試験を行い圧密沈下量を測定した。

これ等の試験工事で知つたことは

(1) 自然状態を攪拌しない限り常時耐支力 50 t/m² 地震時の耐支力 70 t/m²

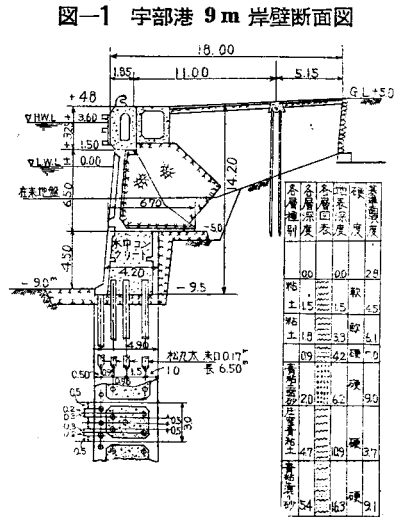
(2) 浚渫切界面は 1 年経過してもなお直立を保ち容易に崩壊しない。

(3) 施工時に地盤の自然状態を破壊するようなことは極力避くべきこと

(B) 岸壁工法の特性 工法決定にあつては管内各工事事務所の応援を得て各種工法の比較設計を行つた結果、計画目的に忠実でかつ自然条件に合致した経済的断面として 図-1 の構造を決定した。これは合成棚式岸壁とも称すべきもので大型岸壁としては我国異例の様式である。本型式の特長は、

(1) 地盤条件の活用：-5~-9 m の土質は前述のとおり浚渫切界面が長期間直立を保つことから躯体にかかる土圧はきわめて小さいことがわかり、岸壁下部は単に足し継ぎと考へ底巾の小さい無底ケーソンを据え、その上に底版の広い L 型扶壁体をのせ二段積合成棚式とした。そのため全断面は減じ造函設備も小規模で済み工事が簡素化された。

(2) 耐震性について：上部構造が下部構造より大きいこのタイプでは地盤支持力は充分であつても地震時



の不測外力に対し懸念がある。このため無底ケーソン内部にあらかじめ貫入可能なだけの杭打を施し、その杭頭を水中場所打ちコンクリートで巻き立て躯体と杭とを

緊結した。かくすれば躯体は地盤と一体となりあたかも大地に根を生じた理想的耐震性のものとなる。この方法は従来杭打の観念が支持力増加のみを目的とし水平力や滑動に対する安定に効果がなかつたのと異なり、群集杭工法の耐震性を重力式工法に取り入れた点、本岸壁のいちじるしい特色である。

そのため巨大塊法によらず総高 14.30 m の躯体が剛性を持つことができた。

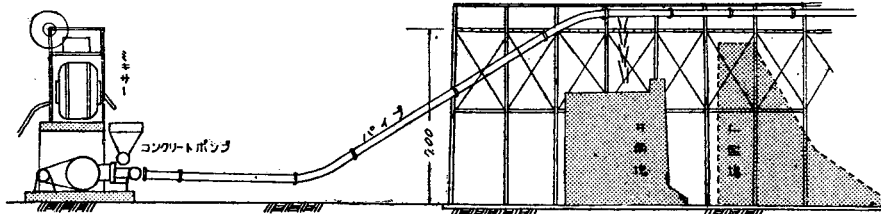
III. ポンプによる水中マス コンクリートの施工

前章の工法理念を完全に施工面に移すためには、まづ基礎杭頭を巻き立てる水中コンクリートをいかにしてよりよきものにするかにかかつている。水中コンクリート総量は 2 050 m³ に及び施工水深も -13.5 m で我国でも例を見ない深度となり高度の水中コンクリート技術が必須条件となつた。

その結果コンクリートポンプの持つ特性を利用することで活路を見出すべく方針を決定し、まづ L 型、無底ケーソンの陸上造函工事も従来のタワーシュートによる方法を探らず一切ポンプ施工を採用してポンプの概念を収めることに努めた(図-2 参照)。

(A) 施工法 この新しい工法はトレミー管工法最大の欠点である水圧による管内浸水を防ぐためトレミー管自体を潜函工法におけるエアーロックチャンバ

図-2 棧橋とコンクリートプラント



水のみで済み、内気もある程度“被り”ができるまで注意すればよい。本例では“被り”1.50 m となれば内気をぬいても浸水しなかつた。

以上の操作はガーダー先端に位置した工夫長がゲージの動きを見てすべてを監督できるのできわめて安定した施工経過をたどる。

図-5 は施工経過状況を記録した一例であつて被り

の最大は 4.20 m までなつたことがある。(以上の方法を得るまでには木製型枠を洗めて数度の実験を試みた。同実験のうち、ポンプの持つ圧力で無理に直接押し込むことを試みたがパイプ先端からの反力が巨大でピストン運動によるこの種類のポンプでは致命的障碍となることを体験した)。

(B) 示方配合

表-2

バッチ番号	バッチ数	容積 (m³)	セメント使用量 (m³)				砂和 (kg)	砂 (kg)	G/S	ダレックス (cc)	W/C (%)	スランプ (cm)
			セメント (kg)	アッシュ (kg)	アッシュ/セメント (%)	合計						
1~2 (モルタル)	2	1.08	554	0	—	554	—	814	—	260	55	18~20
3~12 (コンクリート)	10	5.89	255	51	20	306	1.060	"	1.3	"	"	"
(13~32)	20	11.78	170	153	90	323	1.020	787	"	"	"	"
(33~67)	35	20.62	170	102	60	272	1.062	815	"	"	"	"
68~72 (モルタル)	5	2.65	361	163	45	524	—	814	—	"	"	"
合計	72	42.02										

(C) 強度と工費 施工コンクリートを海中ボーリングした結果、粗細骨材の分布は均等でレイタンスはほとんど認めなかつた (後にL型扶壁体を据える関係上多少高めにコンクリートを打つて、硬化前に遣方に沿つて研ぎり均しを行った)。採取コアは写真-1 のとおりで $\sigma_{90} = 260 \text{ kg/cm}^2$ の驚異の強度で各所各層の強度もほぼ均等であつた。工費はガーダー等の架設費を含めコンクリート費 1 m³ 当り 3933 円である。

写真-1



IV. フライアッシュの使用

水中コンクリート及び上部コンクリートに混和材として宇部地区工場より廃出のフライアッシュ (微粉炭の炭滓を煙突下より採取) 約 400 t を使用した。

混和材の多量使用は既往にその選択と施工を誤り失敗を喫した実例も多いので次に述べる理由と試験結果とにより混入を決定した。

(A) 混和材使用の理由

(1) セメント量を節減してなおかつコンクリートのコンシステンシーの増大を計る (コンクリートポンプの円滑な運転と水中コンクリートの拡散を計るコンクリートの滑度は「セメント+ポゾラン」の量に最も左右される)。

(2) 海水の腐蝕対策、長期漸増強度

(3) 凝結を遅らせる目的 (水中コンクリートの場合テレスコープパイプを突込んで4時間連続的に押し出さねばならない)

(4) 工費節減

(B) 使用アッシュの化学試験と使用結果 試験記録は小野田セメント中央研究所及び宇部セメント中央研究所で試験したものである。微粉度不完全燃焼による灼熱減量のパーセント、MgO、SO₃ のパーセント等いずれも米国規格に合格し混和材の特性を備えている。

また採取のときどきにより化学成分に大きな不同はないか採取のたびに検査したがほとんど同値を得た。また施工のとき軽い混和材がミキサーで均一に混和されているかどうか試験するため3分間練りコンクリートの随意部分を数点摘出し成分を調査した結果もほとんど均等に分布している。

(C) 宇部炭アッシュ 現在各地方で廃出されるアッシュについて各方面で試験されているがそれ等に比べ本工事に使つた宇部炭アッシュは特に優れていることがわかる。その理由は元来宇部炭は低品位炭で熱効

表-3

物 理 試 験			化 学 成 分								
比 重	粉 末 度		必要水量 標準セメン トとの率	番 号	Ig. Los.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃
	0.088 篩	見かけ表面積		1	1.09	59.56	32.15	3.15	1.89	1.34	—
2.0	2.6%	3.820cm ² /G	98%	2	0.56	60.84	27.82	5.30	3.60	1.20	—
				3	1.20	58.26	26.32			1.22	0.45

表-4

混 合 比	軟モルタルによる強度試験						安 定 度 試 験					
	フ ロー	曲 げ 強 度 kg/cm ²			圧 縮 強 度 kg/cm ²			凝 結		煮 沸 (バット)	オートクレーブ試験 (膨脹率)	
		3 日	1 週	4 週	3 日	1 週	4 週	始 発	終 結		セメント ペースト	モルタル
1:0	231	31.0	46.1	63.8	112	200.7	361	h m 2.24	h m 3.36	完	0.049	0.010
0:1												
1:0.2	242	22.6	40.6	57.6	86	177	325	3.35	4.35	〃	0.035	0.007
1:0.3	250	20.3	34.6	50.4	74	147	274	3.55	5.12	〃	0.006	0.008
1:0.5	248	17.3	30.5	46.7	61	126	256	4.07	5.45	〃	0.017	0.007
1:0.8	247	16.6	24.4	45.3	54	93	211	4.36	6.30	〃	—	
1:1	250	12.6	20.6	33.4	42	70	161	4.50	7.20	〃	0.053	0.007
1:2	238	8.8	12.4	24.8	24	42	100	5.35	8.25	〃	—	
		10以上	20以上	30以上	35以上	70以上	100以上					

率をあげるため最初より極微粉にして燃焼させていることと炭質に粘結性がなく灼熱で各粒子の融解をとまなわれないことに起因すると思われる。

V. 結 語

本文で述べた水中コンクリート工法は今後ドルフィン、デタッチドピヤール、岩盤上の防波堤等の港湾工事のほか、気圧潜函工法で施工されていた橋梁、建築の

基礎工事にもそのまま応用できるであろうし、またフライアッシュについても今後コンクリートポンプによる施工やプレキャストコンクリート等が普遍化してコンクリートの流動性が今日以上に強く要求されることが想像されるので安価な滑材として高く評価されてよいと思われる一文を稿した次第である。

(昭.28.7.11)

曲梁の半径方向の垂直応力度公式

正 員 大 野 諫*

FORMULA FOR RADIAL NORMAL STRESS OF CURVED BEAM¹⁾

(JSCE Jan. 1954)

Isamu Ohno, C.E. Member

Synopsis This paper explains the author's formula for radial normal stress σ_r of curved beam.

$$\sigma_r = \frac{M}{bJ_0} \bar{\epsilon} + \frac{N}{bF} \bar{\xi} - \frac{N}{bJ_0} \bar{\xi}_s \dots\dots\dots (A)$$

$$= \frac{M}{bFe} \frac{r_0 \bar{L} - \bar{F}}{r} + \frac{N}{bF} \frac{\bar{F}}{r} - \frac{N}{bFe} \frac{r_0}{r} \int_{r_1}^r \frac{r_g - \bar{r}}{r^2} \bar{F} dr \dots\dots\dots (A')$$

* 東京都立大学教授, 工学部建設工学科