

2. 大規模直掘掘削工事における揚土用大型ベッセルについて

鹿島建設 室 俊 也・肥 塚 嘉 剛
 箭 野 憲 一

I まえがき

近年、エネルギー関連施設として原子力発電所やLNG地下タンクなどの建設工事が盛んに行われているが、これらの工事では原子炉建屋やタンクが地下に構築されるために、大断面直掘掘削工事が行われる。この直掘掘削工事におけるずりの搬出には、通常クラムシェル、バケット、ベルトコンベアなどの機械設備が用いられている。今般、柏崎刈羽原子力発電所建設工事においては悪天候のもと、短期間に大量のずりを処理するために大型ベッセルと大型クレーンを組合せた揚土搬出方法（以下ベッセル工法と称す。）を採用し、計画を上回る実績を収めたので、ベッセル工法の概要と施工実績を紹介する。

II 工事概要

本工事は発電所のタービン建屋と原子炉建屋の基礎を構築するための掘削工事で、タービン建屋着床盤（EL-212m）までの一次掘削（約1,793,000m³）と原子炉建屋着床盤（EL-40m）までの二次掘削（約167,000m³）に分けて施工した。このうち、二次掘削は写真-1に示すように断面94m×94m、深さ19mの大規模な直掘掘削工事で、ベッセル工法を採用した。

なお、一次掘削にはショベルとダンプを組合せたショベル・ダンプ工法を採用した。



写真-1 二次掘削工事の状況

III ベッセル工法の概要

1. 大型ベッセルの概要

大型ベッセルは板厚6mmの鋼板で作った容器を形鋼で補強した程度の簡単なもので、その構造を図-1に示す。ベッセルに積込まれたずりは転倒用ウィンチで下部の滑車を巻取り、ベッセルの後部をあけることにより放出される。なお、使用台数は2台である。

表-1に大型ベッセルの仕様を示す。

また、以下にその特徴を示す。

- (1) 作業性が土質や天候に左右されない。
- (2) 一回に多量のずりを確実に処理でき

表-1 大型ベッセルの仕様

積込み容量(m ³)	16
形状寸法(m)	5.2×5.2×0.65
重量(t)	8 内訳：ベッセル4、転倒用ウィンチ2.5、吊り金具1.5
ウィンチ出力(Kw)	25
使用鋼材	形 鋼 H-200×100 L-200×90 鋼 板 SS41 R, 6

る。

- (3) 故障個所が少ない
ために維持管理に手
間がかからない。

2. 施工手順

図-2に掘削・揚土・
搬出作業の状況を示す。

施工は山留用ロックア
ンカーの緊張作業が終
つた後に、次の手順で行
つた。

- (1) ブルドーザでリッ
ピング集土を行う。
- (2) ホイールローダですりをベッセルに積込む。
- (3) クレーンでベッセルを巻上げる。
- (4) ベッセルを転倒させてずりを放出する。

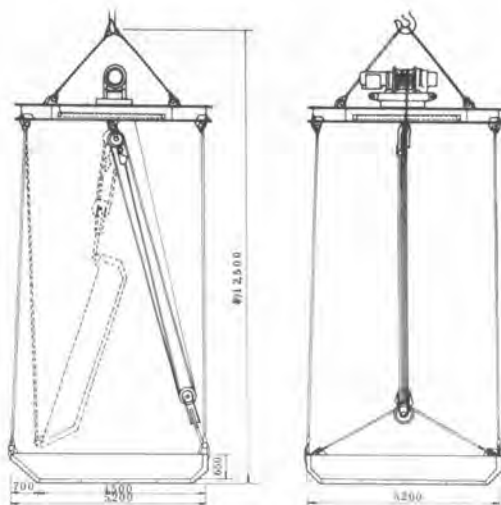


図-1 大型ベッセルの構造

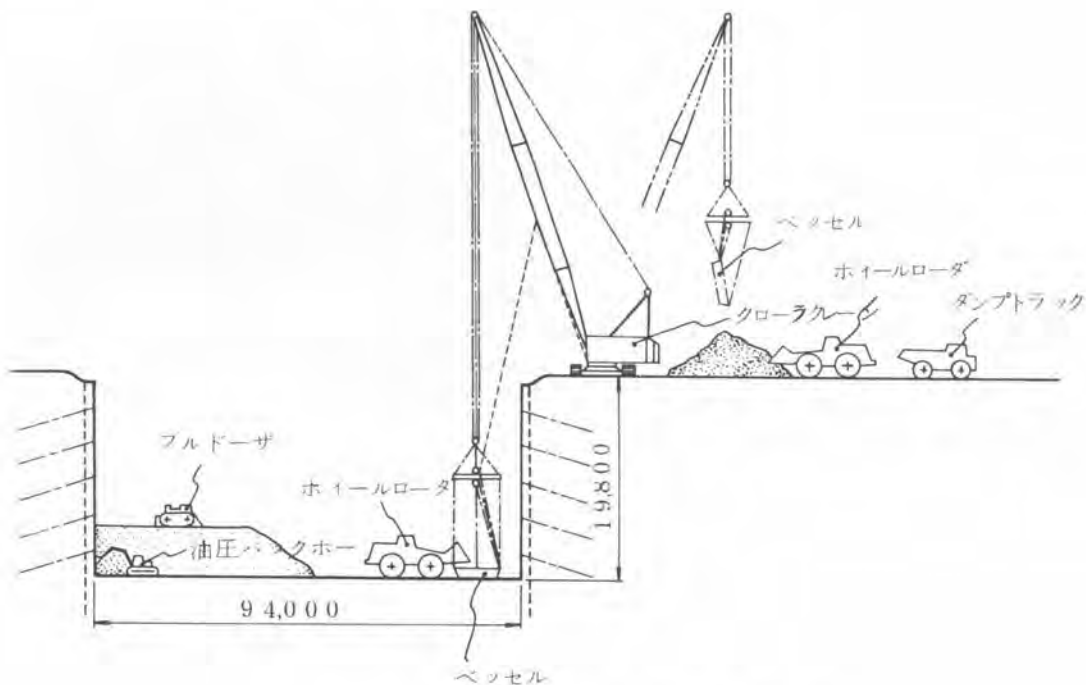


図-2 掘削ずりの揚土・搬出状況

表-2に揚土作業に用いた大型クローラクレーンの仕様を示す。

表-2 大型クローラクレーンの仕様

項目	機種	
	180tクレーン	150tクレーン
製作会社	米国マニトワック社	神戸製鋼
形式	4100 W	PH5170
クレーン能力(t)	180	150
原動機	カミンズNTA-855-B380 315PS/2000RPM	カミンズV903 250PS/2200RPM
燃料タンク(L)	960	400
ロープ巻上速度(m/min)	88	57
作業半径14m,ブーム長36.5m時吊上荷重(t)	約39	約36
機体重量(t)	約162	約134

IV 施工実績

1. 土質

二次掘削における土質は西山層と称する新第三紀層に属する暗灰色の泥岩で、リッピングは容易であるが、粉碎された状態で水を含むとヘドロ状となる。

表-3に西山層の物性値を示す。

2. 施工実績

掘削工事は当初ショベル・ダンプ工法で計画していたが、ベッセル工法は計画を上回る実績を収めた。その理由としては多くの事項が考えられるが、特に悪天候にもかかわらず高い稼働日数を得たことが最大の理由と考えられる。すなわち、ショベル・ダンプ工法では降水時の走行や多量の水分を含んだずりの搬送が不可能であるのに対して、ベッセル工法ではそれほど問題にならなかった。このように作業性が天候に影響されなかったことは、表-4の降水日数、表-5の稼働日数をみても明らかである。

また、ベッセル工法の処理能力は掘削深度によって多少異なるが、平均すると約150m³/h(180tと150tの合計)であった。この値はバケット容量2m³のクラムシエル5台分に相当し、大型ベッセルの特徴である「一回に多量のずりを確実に処理できる。」ことを表わしている。

表-6は掘削深度9mにおけるサイクルタイムを示す。

ずりの放出に要する時間はベッセルに付着した泥土の処理によって変わるもので、今後改良を要する問題と考えている。

表-3 西山層の物性値

項目	平均値	標準偏差
比重(ρ/cm ³)	2.65	0.06
単体重量(ρ/cm ³)	1.72	0.08
含水比(%)	45.7	10.3
間隙比	1.26	0.24
飽和度(%)	96.1	6.1
一軸圧縮強度(kg/cm ²)	23.2	6.9

表-4 降水日数と降水量

項目	年月		
	S54 11月	12月	S55 1月
降水日数(日)	20	23	21
月間降水量(m/m)	296.5	294.5	232.5

表-5 大型クローラクレーンの稼働実績

項目	機種		180tクレーン			150tクレーン		
	年月		S54 11月	12月	S55 1月	S54 11月	12月	S55 1月
稼働日数(日)			5	25	17	0	11	14
拘束時間(時間)			46	343	163	0	193	142
揚土回数(回)			273	2,117	1,039	0	863	879
1時間当りの揚土回数(回/時間)			5.9	6.2	6.0	0	4.5	6.2
1日当りの揚土回数(回/日)			5.5	8.5	6.1	0	7.8	6.3

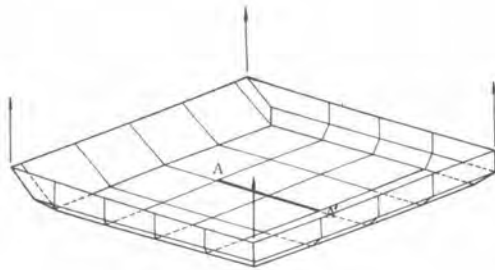


図-3 最大応力の発生場所

写真-2はずりの積込み及び揚土作業を、写真-3はずりの放出作業を示したものである。

3. 強度上の安全性

強度上の安全性を検討するため歪ゲージを用いて応力測定を行った。

測定の結果、形鋼の最大応力は図-3のA-A'部に平積み状態(積込み量:約 $16m^3$)で $940Kg/cm^2$ 、山積み状態(積込み量:約 $24m^3$)で、 $1,400Kg/cm^2$ の引張応力が検出された。両値は一般に適用されている許容応力 $1,800Kg/cm^2$ (短期荷重を考慮)を満足しており、強度的に安全であることを確認した。

V あとがき

今回の施工を通じてベッセル工法が土質や天候に左右されることなく、安全かつ確実に大量のずりを処理できること、及び大型クレーンが従来の荷役作業のみならず掘削作業の主力機械としても使用できることを確認した。

以上、ベッセル工法の実績について紹介したが、今後、さらに改良を加えて一層施工性にすぐれた工法に発展させていく考えである。

表-6 サイクルタイム

作業項目	機種	機種	
		180tクレーン	150tクレーン
積込み (sec)		129	81
ベッセル巻上げ (sec)		80	94
旋回 (180°)			
放出 (sec)		125	166
旋回 (180°)			
ベッセル巻下げ			
着床 (sec)		34	22
1サイクル当りの所要時間(sec)		368	363



写真-2 ずりの積込み及び揚土作業



写真-3 ずりの放出作業