

# 浚渫船

## 「超大型 그레브船」 “서울호”에 關하여

金 峴 根 (技術士)

### 1. 머리말

그레브浚渫船은 原來, 英國의 Priestman 會社에서 1870年代初 처음으로 蒸氣機關을 原動機로 하여 開發하였고, 이것이 1887年 日本이 大阪港의 築港工事に 쓰기위해 輸入한 以來, 日帝의 遺物로 우리나라에도 波及되어 “프리스트만”이라는 俗稱으로 數隻이 最近까지 稼動된 바 있었다.

이것은 大型일지라도 그 2m<sup>3</sup> (山積) 容量이 가장 컸었고 元祖 會社에서도 自航式프리스트만은 4m<sup>3</sup> 容量을 最大級으로 하여 英國本土에서는 거치른 海象條件을 갖는 航路浚渫에 계속 쓰이고 있는 實情이다.

그러나 大型陸上크레인서플을 台船위에 架載하여 港灣浚渫工事に 쓰여오다가 柴油直結機關方式은 戰後 美國의 土木機械 大量輸入에서 日本에 大普及하였으나 港灣工事的 大規模趨勢에 따라 그레브船의 大型化가 必要하게 되어 1951年 4M<sup>3</sup> 容量의 柴油機關直結式塔載에서 一大轉換하여 柴油電動方式으로 飛躍하게 된 것이다. 美國이나 西歐諸國에서 8m<sup>3</sup> 容量을 最大限度로 그 大型化가 一貫 그쳤으나, 日本은 1967년부터 第三關門號에서 始作하여 버킷容量 25m<sup>3</sup> (자중 45t)에 이르는 第十關門號를 1972年 10月頃에 完工케한 實情에 이르는 그레브船의 柴油電動化로 超大型化에 成功하였고, 同時에 그레브버킷能力和 浚渫土質取扱能力도 一般土砂에서 超硬土盤까지 그 浚渫能力이 增大되게 되었다.

여기에 우리는 1970년에 柴油機關直結方式으로 된 2m<sup>3</sup>, 4m<sup>3</sup> 容量級 그레브船의 上體(크레인의)만 輸入하여 國產台船上에 組立建造까지 하기에 이르렀다.

메마침, 浦項新港의 礫轉石과 硬泥岩浚渫用으로 第六關門號를 一部改良한 仕樣으로 된 12.5m<sup>3</sup>級 그레브船 「서울호」를 1972年 6월에 日本서 導入케 된 것이다.

우리도 浚渫需의 特殊性에 맞추어 國際趨勢에 따르는 超大型

그레브船을 갖게되어 이 小稿에서 最新型 大型그레브船의 概要로서 紹介코자 한다.

### 2. 그레브浚渫船建造의 國際的傾向

西歐에서는 그 地勢와 港灣工事に 日本과 같은 超大型 그레브船의 必要가 별로 없고, 自航式호퍼 浚渫船이나, 컷터석손핌프船을 大部分 쓰고 있고, 反面에 海底의 浚渫土를 效果의으로 高能率로 浚渫키위한 必要와 地勢및 社會的 經濟的條件이 日本으로 하여금 超大型그레브船을 建造케 만들었다고 본다.

더우기, 浚渫深度는 60m 까지에 이르렀고, 海洋開發上 이 型의 그레브船이 海洋土木上 要求되는 構造物의 基礎地質調査, 마랏가, 싱가포르海峽의 底質調査時와 같은 調査工事, 海中 C. T. S. 原油輸入基地工事, 海上空港工事, 海底쓰레기 處理場工事等 其他 大陸棚開發에 隨伴되는 高深度工事까지 새로운 用途로 漸次 擴大되어가고 있어 港灣浚渫에서 海洋土木까지 廣範圍한 需要에 알맞는 그레브船으로 發展해가고 있는 實情인 것이다.

지금까지 버킷自體와 重容比를 그다지 重要視하지 않았지만 이보다 클수록 버킷이 잡는 効率이 높고 또, 硬質土質의 浚渫에 適合하다는 것이 過去의 外國實績으로 立證된바 있는 것이다. 버킷의 扛重力은 重容比  $C = \frac{M}{V}$ 의 값이 많을수록 좋다는 것이다.

이것이 바로 버킷의 大型化를 可能케하는 것이고, 버킷굴착上的 잡는 効率이 높다는 것을 立證하는 것이다.

따라서 第十關門號의 實例로서 日本의 神戶製鋼所가 90t 自重의 10m<sup>3</sup> 버킷까지는 建造한 바 있는 것이다.

표-1은 神戶製鋼所가 지금까지 建造한 大型그레브船의 仕樣概要를 集約한 것이다.

西獨에서는 그 地勢上 日本과같은 硬土盤用 需要는 없고, 小型에 그치고있으나, Mohr & Federhaff 사와같은 크레인專門 메카

가 骨材浚渫用으로 水中의 骨材굴착 引揚選別 搬送裝置一式을 完備한 그레브버킷容量 5m<sup>3</sup> 정도의 그레브浚渫船을 開發한바 最

大浚渫深度 50M인 湖水底에서 骨材를 浚渫할 目的으로 建造한 것도 있다. 萬一, 2개의 同容量의 버킷을 쓸 경우 浚渫深度 10

표-1 : 각종 관문호의 비교표

선 단		제 3 관 문 호	제 6 관 문 호	제 8 관 문 호	제 10 관 문 호
선 체 (L×B×D×d)	M	36.50×16.00×2.90×1.65	42.00×18.00×3.30×1.75	48.00×20.00×3.70×1.90	52.00×20.00×3.70×1.90
스펠 (SPUD)	—	—	∅1M×28.5M×32t×2개	mm mm 앞 2개×장방형 (1,000×1,200) 뒤 1개×정방형 (1000mm <sup>2</sup> )	8관문호와 같음 l:32M
주 발전기	AC450V×450KW×2대	AC450V×850KVA×1대	AC450V×1,250KVA×600RPM	AC450V×1,250KVA×600RPM	AC450V×1,250KVA×600RPM
원기동	750PS×900RPM×2대	1,500PS×600RPM×1대	2,300PS×600RPM×1대	2,300PS×600RPM×1대	2,300PS×600RPM×1대
그라브버킷	토사용	12.0M <sup>3</sup> (30t)	—	—	25.0M <sup>3</sup> (45t)
	경토반용	5.5M <sup>3</sup> (42.5t)	12.5M <sup>3</sup> (45t)	20.0M <sup>3</sup> (60t)	20.0M <sup>3</sup> (60t)
	초경토반용	—	7.0M <sup>3</sup> (63t)	10.0t (90t)	10.0M <sup>3</sup> (85t)
준설심도	30 M	40 M	50 M	60 M	
원상하중	70 t	85 t	110 t	110 t	
1공정 평균순환시간	※ 130 sec	※ 132 sec	※ 145 sec	(토사 : 97sec) ※ 145 sec	
작종모터	권상용	DC 440V×200KW×1대	DC 440V×290KW×1대	DC 440V×425KW×1대	AC 440V×1,050KW×1대
	개폐용	DC 440V×200KW×1대	DC 440V×290KW×1대	DC 440V×425KW×1대	DC 440V×425KW×1대
	선회용	DC 440V×60KW×1대	DC 440V×70KW×2대	DC 220V×110KW×2대	DC 220V×110KW×2대
	부양용	DC 440V×60KW×1대	AC 440V×50KW×1대	AC 440V×75KW×1대	AC 440V×75KW×1대
사용토운선	300M <sup>3</sup> ×2척	500M <sup>3</sup> ×2척	800M <sup>3</sup> ×2척	2,000m <sup>3</sup> ×2척	
취급토질	풍화사암, 화강암	頁岩, 砂岩, 珉岩	頁岩, 砂岩, 閃綠岩, 滑漚층 (압축강도 1,000kg/cm <sup>2</sup> )	—	
제어방식	권상, 개폐, 선회는 워드, 레오나드, 제어 불起伏은 2차 저항 제한과 過流부레키.	권상, 개폐는, 워드, 레오나드제어, 선회는 사이리스터, 레오나드제어 부양은 2차저항과 CB부레키 조합제어	권상, 개폐는 워드레오나드제어, 선회는 사이리스터, 레오나드제어 불부양은 사이리스터제어	※ 8관문호와 같음	
특징	—	—	자동화 설비로된 “定寸 굴착 장치”와 C. R. T. 프로 화이라에 의한 굴착 검측 장치 부설	8관문호와 같으며 갑판 기계도 遮隔 조작 하도록 되어있음.	

※ 15M 준설심도에서의 비교치임.

☆ 버킷은 W.L 용량임.

M에서 作業能力 1,000M<sup>3</sup>/HR 以上の 實績을 올린바 있다고 한다.

現在 香港에서 就役中인 IHC 제 BIARRIT 號의 경우를 보면, 特異한 것은 긴 갠트리型天井走行 그라브(그게) 浚渫船이라 할 수 있다.

이 그라브船의 特徵을 들면, 浚渫深度 30M, 船體諸元 LBD=45.10M×22.00 (32.00)M×3.75M, 버킷容量 18M<sup>3</sup> (岩石用은 14M<sup>3</sup>) 2개의 主發電機 1,150HP/1,000RPM을 主軸으로 한 되겔 電動方式인 것이다.

이것은 日本의 第六關門號建造前에 만든것이고 모든 模型試驗을 거쳐서 香港에서 建造 및 組立된 것이고 和蘭을 中心으로 英佛西獨의 技術協助로 이루어진 것이다.

그러나, 이때만 하더라도 電氣制御方式은 아직 싸이리스터 (Thyristor) 方式의 適用에 이르지 못하였던 것이다.

土運船의 크기는 900M<sup>3</sup> 容量의것을 써서 이그라브 一般作業에 맞추었다고 한다.

### 3. 그라브浚渫船의 一般概要

그라브浚渫船에 쓰이는 浚渫機는 一般으로 그라브버킷 (크랩셀), 卷上드럼, 開閉드럼, 畚催仰드럼과 旋回裝置를 갖고 있다. 이러한 驅動用原動機는 되겔機關 直結式이거나 或은 되겔電動化方式이다.

되겔直結式의 것은 그라브와 브레기를 切換操作함으로서 크랩셀作業을 한다. 따라서 一般으로 小形의 機械에 使用된다.

即 8M<sup>3</sup> 程度까지 쓰이고 있다.

되겔電動方式의 경우에는 浚渫機의 各裝置는 各其, 電動機에 의해 驅動되고 一般으로 直流 Ward-Leonard 制御로서 掘착特性에 알맞는 性能을 갖고, 運轉이 容易하고 高能率의 作業이 되는 것이다. 特히 大型機에 適合한 것이다.

船體에 關하여는 그라브浚渫船은 作業中 恒常, 縱傾斜, 橫傾斜를 일으킴으로 適切한 船體치수를 L/D, L/B 물에 맞추어 選定하지 않으면 浚渫能力發揮에 影響이 크게 미친다.

船體치수는 一般으로 最大橫傾斜角, 最小乾航 트림 (TRIM) 과 一般配置等에 따라서 決定되는 것이다.

最大橫傾斜角은 그라브 放土捨時와 舷側掘搾할때의 地切時와 海水를 차고 올릴때 생긴다. 一般으로 3° 以下로 하는 것이 適切하다. 最小乾航은 普通·土運船에 捨土할때 橫傾斜한 側의 船首部에 생기고, 一般으로 大形그라브에서는 700MM 以上을 取하고 있다.

트림 (TRIM)은 普通, 浚渫機가 船首에 配置되고 있음으로 船首트림이 그다지 커지지 않도록 決定한다.

그라브버킷은 普通, 크랩셀形을 많이 쓰고 있고, 浚渫土質에 따라 陸上土木用과 判異한 輕量級, 重量級 超重量級 등으로 놓아 쓰인다. 其他, 特殊한 경우에 포립 (PoLib) 形 (DEMAG 제와 같은 것)이 쓰이는 수도 있다. 따라서 浚渫能力을 增大시키기 위해 浚渫土質에 最適그라브를 選定하는것이 重要な 條件이다.

그라브의 容量表示方法은 여러가지가 있으나 只今 우리나라에서는 誤用되고 있고 現형 표준품셈에도 그 矛盾을 내포하고 있는 것이다. 即 平積 (水盛) (W.L.) 容量, 山積 (P.L) 容量, 滿杯積 (Heaped Level) 容量等の 呼稱方法이 있으나 外國의 메이

카는 公稱能力이리하여 세가지 중에서 P.L. 表示로 販賣量傳을 하고 있기에 이것은 그대로 踏襲하기 쉬우나, 浚渫用그라브에서는 W.L. 容量 即, 平積容量이 基準이 된다.

이와同時에 그라브의 重容比 C의 값과 함께 考慮하여 實地工事設計에 臨해야 한다. 軟質粘土 浚渫時에 그라브에는 滿杯되는 容量까지 담아올리게 되나 硬土地盤에서는 重容比 C=5 以上이 되는 超重量級버킷이라도 그 平積容量의 0.2 정도 담기더라도 異常하지 않으며, 버킷掘搾力에 限度가 있기에 이 程度로 그치는 것이 實例인 것이다.

그라브船의 警備裝置로는 浚渫時에 船體의 定置나 掘은 앵카체인 혹은 와이야로뿌만으로 쓰이나 潮流가 甚한 곳에서는 船尾에 두개의 스펠裝置를 하는 수도 있고 (第 6關門號의 例) 美國 Marion Power Shovel co.에서 建造한 (1964年) "Cleve Land" 號의 경우에는 兩舷 舷側中央部分에 正方形 斷面을 가진 스펠裝置를 하였고, 이러한 것은 岸壁이나 其他 海上構造物 近處의 浚渫時 앵카링이 困難할때 有利하게 쓰인다. 그러나, 그라브에 의한 잡는 動作, 卷上 旋回, 開放土捨等에 따라 船體振動이 甚하고, 트림의 變化, 船質橫傾斜等이 생긴다.

最近에는 沖海로 나가서 作業할 뿐만 아니라 荒天時를 對備해서 갖다세션펄프浚渫船에 크리스마스 트리裝置를 하는 것과 같게 이런 函船形에도 X-Mas 裝置를 한례가 西歐에서 出現하기 始作하였다.

요즈음 大型船의 船體는 波高가 0.6~1.2m, 風力 4~5位 (5.5~10.7m/s) 程度까지 作業할 수 있도록 設計는 適用하였으나, 附屬船의 附隨 및 支援作業上의 諸要因과 複合設計가 되어있지 않기 때문에 風速 10m/s, 波浪이 0.6m에만 이르러도 作業不能 日數로 影響이 미치는 海象條件이 된다.

이것은 甚한 海象條件을 갖고 있는 우리나라 東海岸의 諸港工事を 위해 앞으로 계속하여 海象條件 때문에 作業이 不能해지는 일이 없는 特殊繫船裝置 或은 其他方法의 開發研究가 必要한 것이다.

좋은 본보기로 海底油井 試掘裝置와 같은 自己上昇式 海洋作業臺船을 具備한 펄프浚渫船이 小型 (8인치) 이나와 和蘭 IHC의 研究所 (Smit-Kinderdijk)에서 實模型船을 建造하여 全天候作業船 (어느程度의 海象作業條件이라도 될 수 있는) 化研究를 하고있는것을 1971年 9月 和蘭滯在時에 見學한바 있는 것이다.

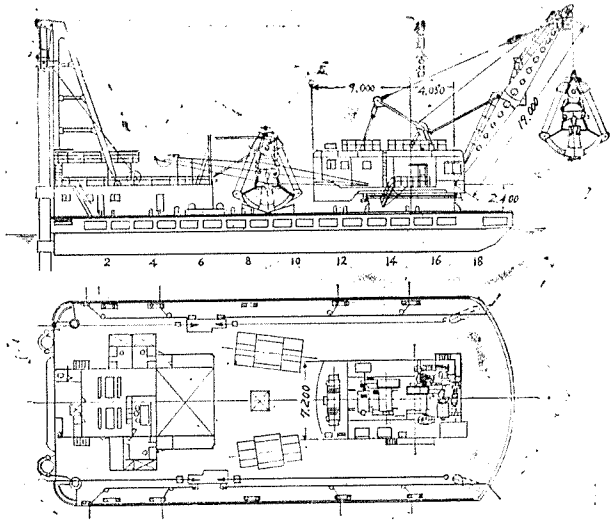
앞으로 超大型化에 發展할 函船形의 作業船은 이모양으로 變遷改良될 것으로 展望된다.

特히 浚渫專用이 아니고 沖海 및 海洋構造物의 基礎工事を 兼用化해야 할 경우 自己昇降式 作業臺船에 超大型그라브버킷을 架載하게 될 날도 그리 멀지 않았다고 본다.

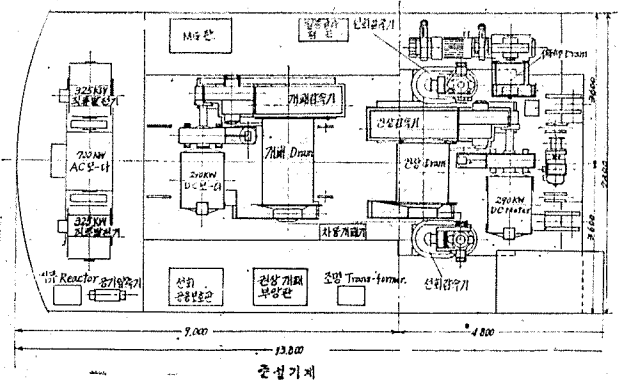
이것은 日本의 本洲四國連絡橋基礎施工에 그 作業用機械로서 이미 檢討되어 部分的으로나마 應用化되고 있다고 본다.

### 4. 最新型그라브浚渫船서울호의 概要

日本의 神戶製鋼所가 關門海峽의 岩浚渫과 超硬土盤浚渫을 專門으로 하는 關門港灣建設會社의 注文에 依據하여 開發된 것이고 常用卷上荷重 85ton 으로하고 超重量級の 버킷인 W.L. 容量으로 7m<sup>3</sup> 自重 62ton 을 取付하고 充分히 機能을 發揮하도록 設計된 것이다.



<일반 배치도>



<준설기계 배치도>

서울호를 본따서 京濱浚渫 K.K, 西松建設 K.K. 등 이와같은 第六關門號 改良型을 만들기에 이르렀다.

서울호와 第六關門號의 主要仕様을 比較하면 表-2와 같다.

5. 맺는말

서울호는 導入以來 浦項新港의 航路浚渫(水深 13m堀착)을 現在하고 있고, 浚渫土質은 主로 礫轉石과 硬泥岩을 浚渫중에 있다. 이와 恰似한 第六關門號는 日本關門海峽에서 頁岩과 玲岩을 主로 浚渫하여 78~128M<sup>3</sup>/HR의 浚渫實績을 1970年 6~7月 사이에 올린 바 있다.

그림에서 第六關門號의 모습을 볼 수 있다.

서울호는 第六關門號를 거의 본뒀으나, 特異하게 다른 것은 浦項新港의 航路浚渫을 위해 船體를 3m 더 길게하여 L=45m로 하였고, 將次 X-mas 裝置 或은 스펀 2개를 더 달 수 있게 Space 를 남게 놓았고 電氣制御方式이 全部 싸이거스터 레오나드制御로 된 點이고, 이것이 成功함으로서 日本에서는 또다시 우리의

표-2 : 서울호와 第六關門號와의 主要仕様比較

		서울호	KG 125B (第六關門號)
裝 備 一 般	卷上荷重 (t)	85	85
	作業半徑 (m)	※ 16	15
	浚渫深度(水面下) (m)	※ 50	40
	卷上速度	※ 45m/min	35m/min
	卷下速度	※ 55m/min	45m/min
	交流發電機 (KVA)	※ 1,100	850
	卷上開閉電動機	※ DC 370KW×2	DC 290KW×2
	旋回電動機	※ DC 65KW×2	DC 70KW×2
	俯仰電動機	※ DC 50KW	AC 50KW
	卷上開閉制御方式	※ 싸이리스터·레오나드制御	위드레오나드制御
旋制御方式	※ 싸이리스터·레오나드制御	싸이리스터·레오나드制御	
俯仰制御方式	※ 싸이리스터·레오나드制御	交流二次抵抗과 C.B. 브레이크制御	
甲 枝 一 般	台船치수 (m)	※ 45.0×18.0×3.3	42.0×18.0×3.3
	操船원치	※ 12/6t×9/18m/min	10/5t×9/18m/min
	원치操作용공평트사	※ 30m <sup>2</sup> /HR×7kg/cm <sup>2</sup>	없음
	錨鎖	※ 44mmφ	44mmφ
	補發電用原動機	※ 105PS	80PS
	補發電機	※ 80KVA	50KVA
	220/100V變壓器	※ 30KVA	10KVA
	居住設備의熱源	※ 電氣	프르판게스

※ ~ 設計된 부분임

이와같은 그라브船의 連鎖作動制御方式(Sequence Control System)을 高度의 電氣技術을 保有하여야만 所期의 浚渫船管理를 하여 本來의 技能을 제대로 發揮할 수 있고 計劃된 豫防整備도 할 수 있는 것이다.

最近에는 海洋土木上的 社會的要請과 더불어 公害問題가 있어서 浚渫土의 投棄가 이 방식의 그라브船은 問題가 되어 새 投棄方式을 具備한 그라브船은 關門港灣 建設會社가 建造中에 있어 1973年 4月頃에는 日本關門海峽에 그 모습을 볼 수 있다고 한다.