

## 13. 根入式鋼板セル工法の開発

住友金属工業 中山 種 清  
清水建設 梶岡 保 夫  
東亜建設工業 荻野 秀 雄

### 1. まえがき

住友金属工業(株)、清水建設(株)、東亜建設工業(株)の三社は根入れ式鋼板セル工法を開発し、昭和54年度運輸省試験研究補助金の交付を受けて実物大セルの打込実験を行い、成功を収めた。以下にこの実験を中心に、その内容について報告する。

### 2. 工法の概要と特長

鋼板セルは、現地盤を床掘り改良した海底面上に据付ける「置セル式」が一般的である。しかし、置セル式で施工すると、床掘りにより発生する土砂の処分、置換による海水汚濁、床掘改良作業工期の確保等の問題がある。根入れ式鋼板セル工法では、鋼板セルを海底地盤に直接打ち込み、根入れすることにより、これらの問題を解消することができる。

この工法は、あらかじめ造船所や、現場近くのヤードで製作された鋼板セルを起重機船などで築造現場まで運搬し、振動杭打機を中心とした打込装置により極めて短時間で海底地盤中に直接打ち込み入れするというものである。打込装置は、強大な打込能力を得るために数台の振動杭打機をユニバーサルジョイントで連結し、同調運転させるもので、打込補助として、ウォータージェットを併用する場合もある。

本工法の特長は上記問題点を解消したことの外、次のようである。

- ① 鋼板セルは一体構造であり、中詰土砂の流出が無く、止水性にすぐれている。
- ② 鋼板セルの板厚等を任意に選べるので、水深、地盤条件などを考慮して最適な構造とすることができる。
- ③ 鋼板セルは工場製作であるので、品質管理が容易である。
- ④ 地盤改良範囲が縮小でき、根入れ効果によりセル体を小型にすることができる。

### 3. 打込実験

#### (1) 実験の目的

今回の実験は、打込装置の性能、打込時のセル強度、鋼板セルの施工性を確認することを主目的としたものである。

#### (2) 打込場所と土質状況

鋼板セルの打込場所は、周囲を中央防波堤に囲まれた比較的静穏な海域である。(図-1参照)現地盤は護岸築造時にサンドコンパクションパイルによる地盤改良(改良率28.5%)を行っており、改

表地盤の土質状況は、図-2のとおりである。セルの打込は岸壁から10m離れた地点で行った。(図-3参照)

(2) 供試鋼板セル

実験に使用した鋼板セルは直径10m、高さ20mの内筒状で、厚さ8~12mmの薄板を溶接し、縦リブ、横リブにより補剛したものである。縦リブに沿ってウォータージェット用パイプが取り付けられている。

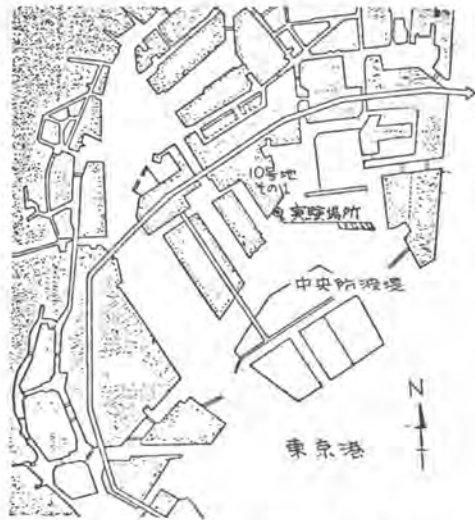


図-1 実験場所

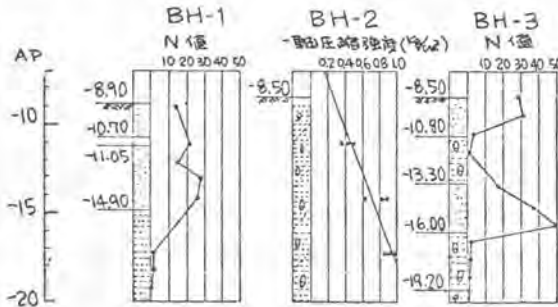


図-2 土質状況

(4) 機械装置

(a) 打込装置と吊り治具

打込装置は振動杭打機によるものを主体とし、補助としてウォータージェットの併用を考えた。振動装置は環状ベースに振動杭打機4台、油圧キック2台を取り付けたものである。振動杭打機は起振機シャフトをユニバーサルジョイント、中間シャフトで連結し、同期運転を可能とした。(図-4参照) また、セル殻が薄肉構造であることを考慮し、振中の5mm以下となるよう、偏心モーター、回転数を調整した。油圧キックは環状ベース下部に30°間隔で振り分けて取り付けた。セル殻へのエネルギー伝達の均等化をはかった。環状ベースは直径10m、高さ1m、巾1mの箱形とし、剛性を付けた。また、機械の点検調整の便を考慮、作業足場を取り付けた。ウォータージェットはあくまでも振動装置の補助用として打込時の鋼板セル先端抵抗の大きい縦リブ交差部を全断面さく孔できる程度の能力のものと考え、ノズル口径15mmのものを使用した。吊り治具は打込装置を起重機船に吊り下げる場合の間差し金物で、H型鋼より構成されている。(写真-1参照)



図-3 打設位置

(b) 発電機、ポンプ、油圧ユニット等

発電機、ジェット用ポンプ、水槽、給水ポンプは、600<sup>2</sup>積鋼台船上に設置した。発電機は振動杭打機用として、600kVA×2台、300kVA×4台(150kWのモーターに付し、600kVAの電源容量。300kVAは2台並列運転のものも2セット使用した。油圧ユニット、油圧ユニット駆動用発電機(80kVA 防音型)

振動杭打機制御盤、起動盤、計測ハウスなどは、起重機船甲板上に設置した。使用船舶機械一覧を表一に示す。

(5) 実験の種類と方法

(a) 鋼板セル、機械装置類の製作および組立

鋼板セル、振動装置の製作および台船、起重機船への機械装置の組立は住友重機械工業造込造船所（横須賀市夏島町）にて行い、その場で一体化し、東京港の実験地まで20海里を回航した。製作組立に関しては独自に寸法検査基準を定めてチェックした。

(b) 実験の種類と測定項目

表一に実験の種類と主な計測項目を掲げる。

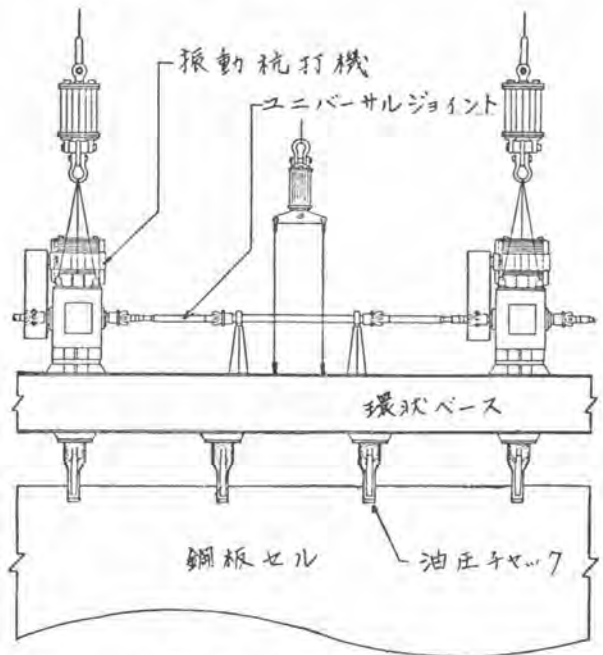


図-4 打込装置

4. 実験結果と考察

(1) 打込装置の能力

環状ベースおよびセル製の各部に設置した加速度計の記録波形から判断して4名の振動杭打機の回数は完全である。10mの根入れに要する時間は約10分で、平均1cm/minの貫入速度である。このとき振動杭打機は消費電力から判断して定格の70%程度の負荷率である。ウォータージェットの打込効率率は今回の実験では判定できないが、地盤振動の低減には有効である。

(2) 環状ベース、セル製の強度

環状ベースに発生する応力は全般的に小さく、最大で300kg/cm<sup>2</sup>（せん断応力）である。セル製に発生する鉛直方向の応力は最大値で5,000kg/cm<sup>2</sup>程度で、強度上問題はなからず。

(3) セルの傾斜

セルの傾斜は約1/200とほぼ鉛直で、アーク部の施工に支障ない程度のものである。

(4) 騒音

振動杭打機とウォータージェットを併用した打込実験において、騒音計測結果によると、騒音

表-1 使用船舶機械一覧

機 械 名	型 式	数 量	仕 様	備 考
振動杭打機	VM2-2500A	4台	150kW, 40Hz	セル打設用
油圧ジャック	VM2-4000	12台	60kW	
油圧ユニット		1台	40kW (25kW)	油圧ジャック用
タービンポンプ	100φ×5段	6台	30kW, 40Hz	ウォータージェット用
水中ポンプ	150φ	2台	19kW	*
水 桶		1台	20m <sup>3</sup>	*
電 機	15VFDT-500	2台	600KVA	振動杭打機用
“	DCA-250-SSA-M	4台	300KVA	“
“	DQ300	1台	300KVA	ウォータージェット用
“	SDE-60	1台	80KVA	油圧ユニット用
起 動 盤		1台		振動杭打機用
制 御 盤		4台		VM2-2500A用
モニタ・パネル		4台	±0.5	セル打設用
“		4台	±0.5	セル引抜用
起重機船		1隻	1000tブリ	
台 船		1隻	35m×12m	発電機、ポンプ用
引 船		1隻	2000PS	起重機船用
通 船		1隻	150PS	
管 成 船		2隻	40PS	

は打込みの進行につれて減少する。打込初期においては30m離れた地点で90dB(A)、50m地点で85dB(A)であり、すなわち、打込みが6m以上進行すると30m地点で84dB(A)、50m地点で79dB(A)となる。

(5) 振動

ウォータージェットを併用した場合振動杭打機単体の場合に比べて振動は小さく、その差は約10dBであった。地盤条件が異なるため断面はできないが、ウォータージェットは振動の地盤への伝達を弱める働きがあると思われる。振動加速度は振動杭打機単独の場合、岸壁より5m離れた陸側の地点で97.58cm/sec<sup>2</sup>が最大であり、震度係数に換算すると約0.1となる。

(6) 海水汚濁

GFP法によるSS測定の結果、ウォータージェットを使用した場合には鋼板セルの外側5mの位置においてわずかながら局所的に濁りが発生し、SSの増加が認められた。しかし、この濁りは直ぐに消失してしまう性質のもので、25m地点ではほとんどその影響はない。なお、振動杭打機単独使用時には濁りの発生は認められなかった。

5. あとがき

施工実験結果から根入れ式鋼板セル工法は打込みが極めて容易であり、薄肉構造でも強度面の心配はないということが証明された。今回行った実験はセル単体の打込実験であり、残された問題もあるが、これにより一応施工の目処がたつと言えよう。



表-2 実験の種類および調査計測項目

計測 および 調査内容	実験の種類			
	1	2	3	4
沈没深度時間	○	○	○	○
ウォータージェットの作動状況	○	○		
振動杭打機の作動状況		○		○
セルの振幅		○		○
セル・環状ベ ースのひずみ、 加速度		○		○
施工精度 (傾斜)	○	○	○	○
地盤振動		○		○
騒音		○		
セルの形状(直 径変化、破損 状況)		○		○
岸壁の安全性 (変位)	○	○	○	○
濁水汚濁	○	○		

