

住友金属工業 正員 ○飯田 毅
住友金属工業 正員 飯村 修
住友金属工業 正員 石田英行

1. まえがき

さきに、東京港10号地岸壁での直径10m、高さ20mの実物大根入れ鋼板セルの打設実験により、鋼管杭や鋼矢板の振動打設と同様の要領で鋼板セルの施工が可能なことを報告した¹⁾。今回、さらに、直径18m、高さ18mの大型セル3基の施工の機会を得たので、打設時挙動の現場計測を実施した。ここでは主に、セルの加速度とひずみの計測結果およびセルの座屈安全性に対する若干の考察結果について報告する。

2. 施工・計測概要

施工場所は当社和歌山製鉄所の西防波堤沖で、海底地盤はサンドコンパクションパイルにより地盤改良されている。得られた土質柱状図を図1に示す。打設装置は①シャフトで連結されたバイプロハンマー（セル用6台、アーク用3台）、②セル本体あるいはアーク材に振動を均等に伝達させるためのベースリング、③油圧チャック（セル用18個、アーク用3個）で構成されている。セル打設に用いたバイプロハンマーの仕様を表1に示す。使用されたセルは $18m^{\phi} \times 18m^h \times 9m^t$ 3基、アークは $8m \times 18m^h \times 9m^t$ 4枚である。護岸構造の概要を図2に示す。根入れ深さはセル、アークとも5mで打設速度はそれぞれ0.25~1m/分、0.5m/分程度であった。計測を行なったセルはNo.2セルで、セルの加速度とひずみを図3に示す位置で計測した。

3. 計測結果とその考察

3.1 セルの加速度

根入れ深さに対するセルの鉛直方向加速度は図4に示すとおり、根入れ深さに関係なくセル頭部、底部ともほぼ一定の3G、また、セル頭部、底部とも同位相で振動数は1.33Hzとなっている。これらは表1のバイプロハンマーの稼動条件とほぼ同一であることから、セルー地盤系での局部的振動増幅はとくに生じず、起振力がそのままセル頭部から底部まで一様に伝達されていたものと考えられる。

3.2 セルの応力

根入れにともなう鉛直方向の応力振幅と平均応力の分布を図5に、周方向のそれらを図6に示す。これらにより、①鉛直方向、周方向の応力振幅は根入れ深さとともに若干増加傾向にあるが、その値は鉛直方向で22~234 Kg/cm^2 、周方向で47~320 Kg/cm^2 と全般に小さく平均応力を加算した最大合成応力でも鉛直方向で620 Kg/cm^2 、

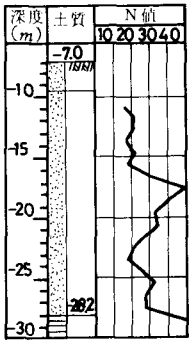


図1 土質柱状図

表1 バイプロハンマーの仕様
(稼動条件)

項目	仕様
モータ定格出力 (Kw)	(150×6) 900
偏心モーメント (Kg.cm)	(15000×6) 90000
振動数 (C.P.m)	800
起振力 (ton)	(107×6) 642
振幅 (mm)	4.0
加速度 (G)	29
振動重量 (ton)	223.5

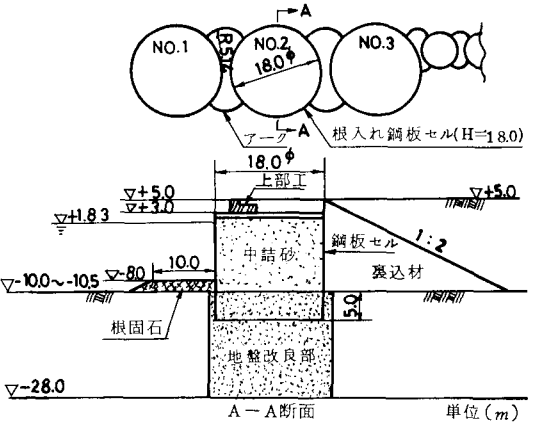


図2 護岸の概要図

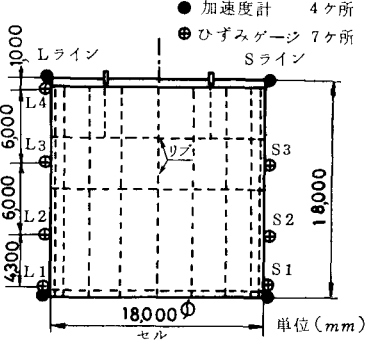


図3 計測位置

周方向で 780 Kg/cm^2 である。なお、最大合成応力はセル底部で発生している。②平均応力はセル高さ方向に正負の応力が混在し、セル打設完了後もそのまま残留していることなどを総合すると、主としてセルの局部的な曲げ変形により発生したものと考えられる。③バイプロハンマー6台の総出力からセルの公称鉛直方向応力振幅を求めると 130 Kg/cm^2 であることから、検討の余地はあるが図5(a)中の測定点L1, L3近傍ではとくに曲げ応力が卓越しているといえる。

4. 打設時のセル座屈に関する一考察

セル設計上重要な打設時鉛直方向応力の定量的評価法につき以下に若干の考察を行なう。

バイプロハンマーによる杭の貫入抵抗計算式²⁾で先端抵抗を無視し摩擦抵抗のみを考慮するとセルに生じる鉛直方向応力振幅 σ_{za} は次式で与えられる。

$$\sigma_{za} = 2 \mu_1 \bar{N} h / 50 t = \alpha \bar{N} h / t \tag{1}$$

μ_1 ; 動摩擦抵抗低減率, h ; 根入れ深さ (cm)

$\bar{N}$; 根入れ部の平均N値, t ; セル板厚 (cm)

係数 α の決定には実測データも少ないため議論の余地はあるが、曲げ応力の影響の少ない部位の応力振幅と平均N値とから、 $\alpha = 0.004 \sim 0.013$ が得られる。一方、円筒シエルの座屈に対する許容応力 σ_{cr} は次式で表わされる。³⁾

$$\sigma_{cr} = 0.125 Et / R \tag{2}$$

E ; ヤング率 (Kg/cm^2), R ; 半径 (cm)

3.2で述べた鉛直方向応力振幅実測値は、セルのリップ効果を無視して式(2)で求めた許容応力 $\sigma_{cr} = 262.5 \text{ Kg/cm}^2$ より小さいこと、ならびに、実施工でも座屈は観察されなかったことなどを勘案すれば、今回の施工条件範囲内では座屈の心配はないといえる。なお、平均応力が座屈に及ぼす影響については今後、さらに検討の余地がある。

以上により、セルの所要板厚 t の決定には一次近似として式(1), (2)から導びかれる次式を提案したい。ただし、ここでは安全側をみて $\alpha = 0.013$ を採用した。

$$t \geq 0.322 \sqrt{Rh \bar{N} / E} \tag{3}$$

5. あとがき

大型セルの打設時動的挙動を検討した結果、①バイプロハンマー起振力はセル頭部から底部までほぼ均一に伝達されている。②今回の施工条件であれば打設時セルは座屈に対して十分安全である。などが明らかになった。最後に、施工については清水建設(株)、東亜建設工業(株)にお願いし、かつ、現場計測についても共同で実施したことを付記し、関係各位に深く感謝の意を表します。

参考文献

- (1) 荻野, 高瀬, 梶岡 ; 根入れ式鋼板セル施工実験, 土木学会第35回年次学術講演概要集, 第3部, 昭55
- (2) 建設機械調査(株) ; 鋼管の振動沈下計算, 昭43
- (3) Johnston ; Guide to Stability Design Criteria for Metal Structure, John Wiley & Sons, 1976
- (4) 才村, 森本, 高瀬 ; 根入れ鋼板セル中詰土圧の現場計測結果, 土木学会第36回年次学術講演概要集, 第3部

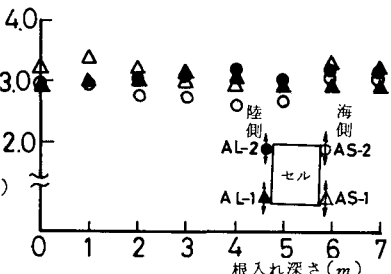


図4 セル鉛直方向加速度

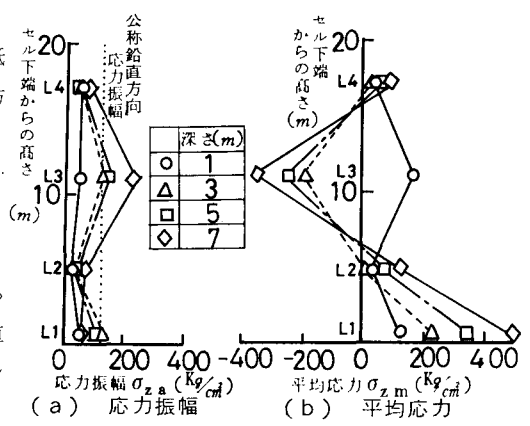


図5 鉛直方向応力 (Lライン)

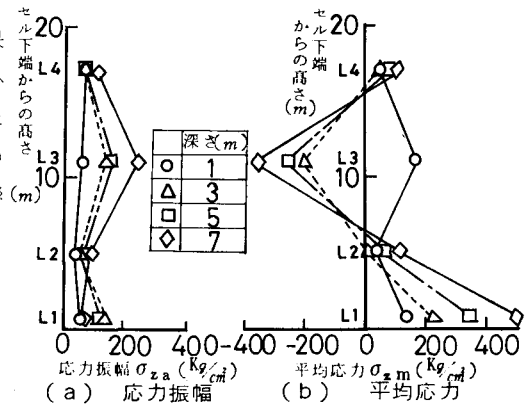


図6 周方向応力 (Lライン)