

住友金属工業 正員 ○才村幸生
住友金属工業 森本精洋
住友金属工業 正員 高瀬幸紀

1. まえがき

護岸用セル構造物の中詰土の設計土圧は、セルの安全性ならびに経済性を左右する重要課題であるが、この方面のデータは比較的少なく、構造形態によっても設計思想が異なる現状にある。ここでは、護岸構造物としての根入れ鋼板セルの設計法確立に資することを目的に、当社和歌山製鉄所西防波堤沖¹⁾の埋立工事（昭和55年10月～56年4月）で施工された大型鋼板セル（18mφ×18mh）の中詰土圧を現場計測したので、その結果を室内模型実験結果と併せて報告する。

2. 施工と計測の概要

セルおよびアークを台船から打設位置までクレーン船で吊上げた状態で運搬し、位置決め後海底面下5mまでパイプロハンマーを用いて打設した。その後中詰作業をガット船で行ない、中詰（忠の海産、粒径2mm以下、空中単位体積重量 $\gamma = 1.45 \sim 1.52 \text{ t/m}^3$ ）後のセルおよびアーク部の土圧、セルがら応力の計測を行なった。ひずみゲージ、土圧計のセルおよびアークへの取付位置を図1に示す。

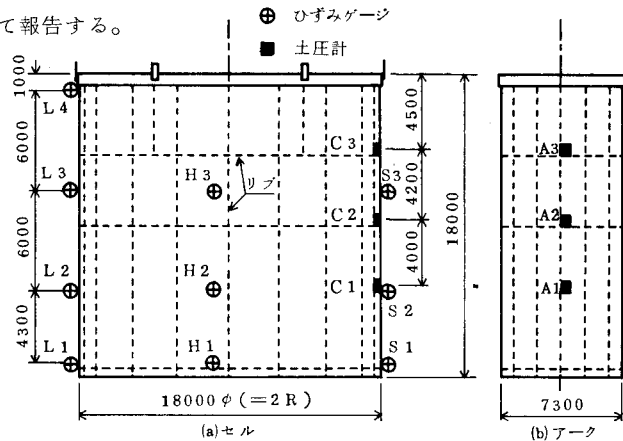


図1 計測位置

室内小型模型実験はセルすき間、C、がアーク部の土圧におよぼす影響をみるため行なわれたもので、乾燥砂（利根川産、粒径2mm以下、空中単位体積重量 $\gamma = 1.56 \text{ t/m}^3$ 、内部摩擦角 $\phi = 35.4^\circ$ ）を用いた。模型の形状寸法を図2に示す。

3. 結果と考察

3.1 セル本体およびアーク部土圧

中詰完了後のセルおよびアーク部に生じた水平土圧（水压成分は含まない）は図3に示すとおりで、これら水平土圧は必ずしも土かぶり高さ、Z、に比例せず、かつアーク部の中詰土圧はセル本体のそれの $1/2 \sim 1/3$ と小さい。水平土圧の鉛直方向分布形状はJanssen土圧に近いが、実測値はJanssen理論値より大きい。しかしながら乾燥砂を用いた図4のアーク部に関する室内模型実験結果では、Janssen理論値が実験値

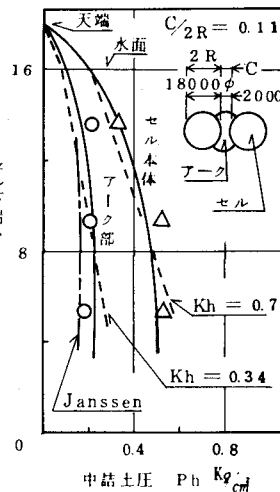


図3 中詰によるセルおよびアークに働く中詰土圧

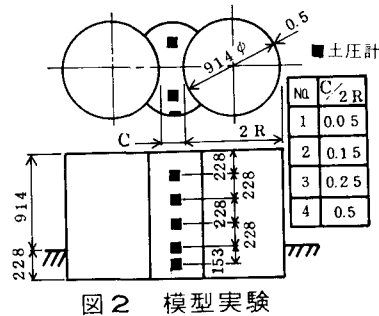


図2 模型実験

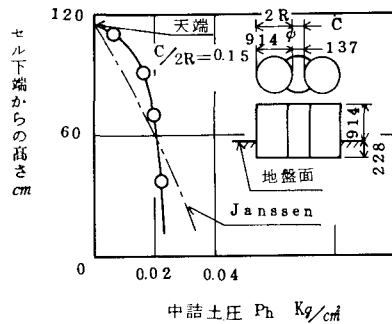


図4 アーク部の土圧（模型実験）

の上限近傍を示しており、両者の差異については計算に用いた諸数値も含めて更に検討の余地がある。次に、中詰完了後の海底面でのセル内鉛直土圧分布は、図5に示すとおり中心部が低く、セル壁側が高くなっている。しかし平均鉛直土圧は、いわゆる土かぶり圧（ $\bar{\gamma}Z$ 、 $\bar{\gamma}$ ：海面より上では空中単位体積重量 $\gamma = 1.5 \text{ t/m}^3$ 、海面より下では水中単位体積重量 $\gamma' = \gamma - 1 = 0.5 \text{ t/m}^3$ を使用）とほぼ一致している。セル壁面側の土圧が高くてたのは土圧計を取付けたチャンネルフレームが、たわみ変形を生じたためと考えられる。セル本体の水平土圧の経時変化は図6に示すとおりで、中詰完了後約10日まで若干上昇し、その後は安定する傾向が認められる。土圧変動の理由としては、①中詰土の自然圧密、②セルがらのスプリングバック、③潮位変動（ $\pm 0.9 \text{ m}$ ）などが考えられる。

3.2 水平土圧係数

さきに図5の海底面位置での P_v がほぼ $\bar{\gamma}Z$ に等しかった事実から、ここでは水平土圧係数 $K_h = P_h / \bar{\gamma}Z$ と定義し、かつ最大水平土圧が発生した海底面近傍での水平土圧から推定すると、セル本体で $K_h = 0.6 \sim 0.7$ 、アーク部で $K_h = 0.3 \sim 0.4$ となる。他方、水平土圧係数をセルの周方向応力から検討したのが図7で、セル本体の応力測定結果と $K_h = 0.6$ として薄肉リング円筒と仮定した近似計算値（図7中の実線）とがよく一致している。以上の結果より考えると設計基準²⁾の $K_h = 0.6$ ($K_h = \tan \phi$, $\phi = 30^\circ$) は、セル本体に対しては妥当な値と言えるが、アーク部に関してはかなり安全側となり、アーク部継手の強度からみれば、厳しい値と言える。

3.3 セルすき間がアーク部の水平土圧係数におよぼす影響

室内模型実験より得られたセルすき間比、 $C/2R$ 、とセル地盤面鉛直土圧 P_v ならびに地盤面水平土圧 P_h （図中では土かぶり圧に対する比で表示）の関係を図8に示す。これから明らかとなり、 P_v 、 P_h ともセルすき間比が小さくなると低下しており、水平土圧係数に相当する $P_h / \gamma H$ の値は $C/2R \leq 0.5$ では高々 0.2 程度となっている。しかし $C/2R > 0.5$ では鉛直土圧比 $P_v / \gamma H \approx 1$ となるので、このセルすき間比の範囲では、アーク部でもセル本体と同じ水平土圧係数を採用するのが望ましいと言えよう。

4. あとがき

セルおよびアーク部の土圧の現場計測ならびに室内模型実験を行った結果、該部の水平土圧係数、セルがら応力の把握が可能となった。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、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) 飯田、飯村、石田；根入れ鋼板セル打設時挙動の現場計測，土木学会第36回年次学術講演会講演概要集
- 2) 日本港湾協会；港湾の施設の技術上の基準・同解説，昭和54年3月

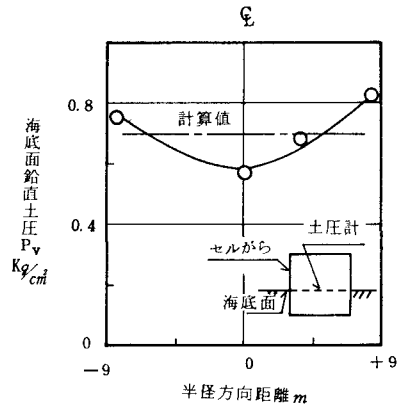


図5 中詰による海底面の鉛直土圧分布

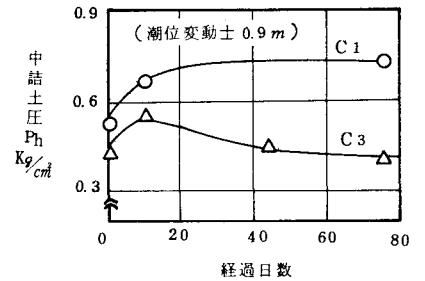


図6 セル中詰土圧の経時変化

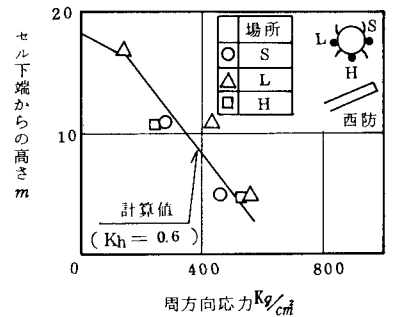


図7 中詰によるセルがら応力

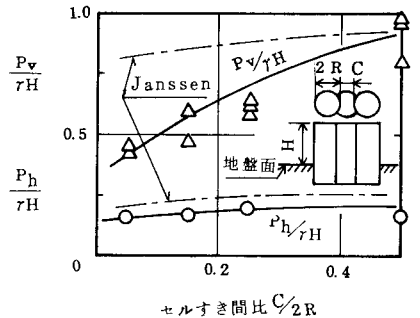


図8 セルすき間とアーク部の土圧（模型実験）