

Ⅲ-516

2列並列鋼管矢板締切りの挙動計測に基づく剛性評価

(株)熊谷組 正会員 泉 千年

(株)熊谷組 正会員 三輪 晴文

(株)熊谷組 正会員 髭谷 亮太

1. はじめに

U型鋼矢板壁の断面剛性に関する実験的、解析的研究は、これまで数多く行われており、壁体中立軸部に位置する継手に発生するはり軸方向のせん断力とこれに対抗するせん断抵抗の関係で、断面係数が大きく変動することが報告されている。しかしながら、鋼矢板壁の挙動が構造力学的な因子のみならず地盤の性状などにも影響を受けるため、継手のせん断特性については、いまだ定量的な評価はなされていない。

一方、U型鋼矢板壁と同じように、図-1に示す2本の鋼管をコンクリートで介した2列並列鋼管矢板締切り壁（以下2列並列締切り）においても、鋼管とコンクリートの一体化の度合いにより、締切壁の剛性や断面係数等が大きく変わることが予想される。

当締切は、東京湾横断道路の川崎東工事で採用されたものであり、ジベル筋を設置した鋼管を海上の所定の位置に立て込み、頭部をタイロッドで固定した状態で中詰めコンクリートを打設したものである。設計においては、設計せん断力に見合うジベル筋を設置することで、鋼管とコンクリートがせん断力を完全に伝達できる（一体化できる）ものと仮定している。

以下に、水替え工に伴う2列並列締切りの剛性評価に関して、計測管理に基づく2列鋼管の深度ごとの応力データを基に考察を行う。

2. 断面剛性評価法

中詰めコンクリートを介した2列並列締切りの断面剛性について、荷重に対する鋼管とコンクリートの一体化の度合いにより以下の3つの構造形態を考えることができる。ただし、2本の鋼管はその径や厚みが同じものと仮定している。

- ①完全独立構造（重ね構造）--- 2本の鋼管がそれぞれ剛性に応じて荷重を受け、独立に挙動する。（図-2 ①）
- ②不完全合成構造---- 2本の鋼管がそれぞれ荷重を受け持つが、中詰めコンクリートを介してある程度のせん断力が作用し、中立軸がずれる。（図-2 ②）
- ③完全合成構造 ---- 2本の鋼管が中詰めコンクリートを介してせん断力を完全に伝達し合成一体の挙動を示す。（図-2 ③）

これより、完全合成構造であるためには、中詰めコンクリートが圧縮抵抗のみならず、引張抵抗、せん断抵抗力も完全に発揮しなければならないし、重ね構造であれば圧縮抵抗のみ負担すればよいことがわかる。

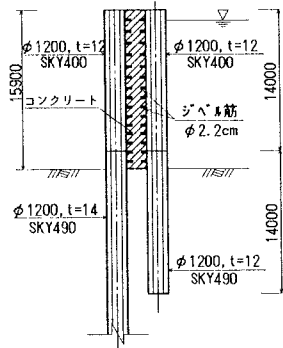


図-1 2列並列鋼管矢板締切り壁

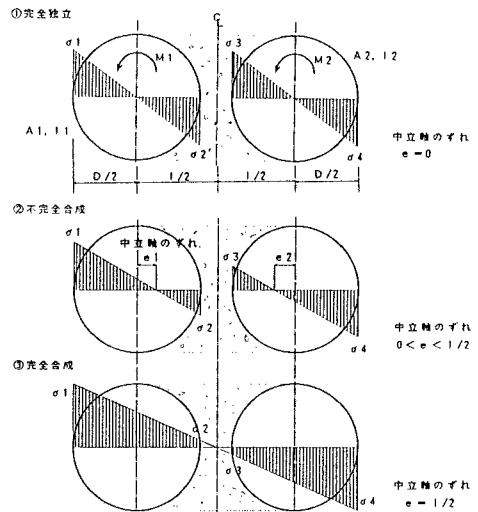


図-2 鋼管の発生応力分布と中立軸の関係

$$\begin{aligned} \sigma_1 &= \frac{M_1}{I_1 + A_1 \cdot e_1^2} \cdot \left(\frac{D}{2} + e_1 \right) & \sigma_3 &= \frac{M_2}{I_2 + A_2 \cdot e_2^2} \cdot \left(\frac{D}{2} - e_2 \right) \\ \sigma_2 &= -\frac{M_1}{I_1 + A_1 \cdot e_1^2} \cdot \left(\frac{D}{2} - e_1 \right) & \sigma_4 &= -\frac{M_2}{I_2 + A_2 \cdot e_2^2} \cdot \left(\frac{D}{2} + e_2 \right) \end{aligned} \quad \dots (式1)$$

図-2および(式1)に、これらの構造状態における、締切壁の変形に伴う鋼管の発生応力分布および中立軸の関係を示す。

3. 逆解析による断面剛性評価

計測に基づき、2次水替えから最終水替え（6次）までの鋼管の発生応力 σ_1 , σ_2 , σ_3 , σ_4 を各深度ごとに算出し、各々の鋼管の中立軸の位置を求めた。

(図-3)

図を見ると、中立軸のずれ e が75cmの状態が完全合成状態であるが、深度が深くなるにつれて鋼管とコンクリートの付着力（せん断力）が弱まり、概ね直線関係で e が小さくなっていくことや、水替えの進行に伴う剛性の変化はそれほど見られないことがわかる。（海底面では重ね構造： $e=0$ ）

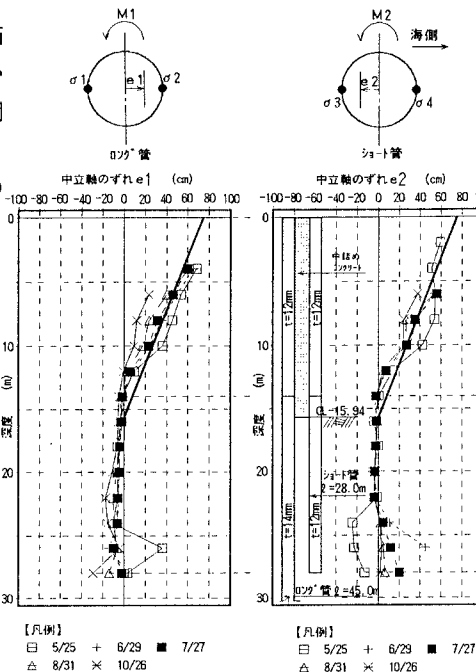


図-3 水替えに伴う中立軸の位置

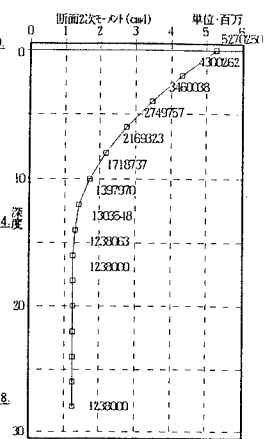


図-4 断面2次モーメント

この深度と e の関係を図-3の直線のように仮定すると、断面2次モーメントは図-4のようになり、海底面と締切壁の上端とでは値が約4倍も違うことがわかる。

このような2列並列締切りの剛性低下が起こる要因と、剛性の低下に及ぼす影響度合いを推定すると表-1に示すようになる。

4. まとめ

2列並列締切りに対して、水替え工に伴い鋼管とコンクリートの一体化の度合いにより、締切壁の剛性がどの程度減少するのか調べた。その結果、中立軸のずれ e というパラメータで剛性の低減傾向を考えれば、ほぼ直線関係で深さ方向に e が小さくなっていくことがわかった。剛性低下の要因としては、表-1で述べたことの他に、鋼管の径や2列鋼管の間隔にも大きく影響するものと思われるが、これらをパラメータにした低下傾向について定量的に把握するまでには至っていない。今後、このよう

な構造の2列並列締切りに対して設計を行う場合には、鋼管径や鋼管間隔も考慮に入れて、断面剛性を低減することが必要と思われ、実験等を通して、その傾向と原因について研究していきたいと考えている。

最後に本検討を行うにあたり、多くの指導、助言をいただいた日本道路公団川崎工事事務所の方々に対し、誌面を借りて謝意を述べる次第である。

表-1 剛性低下要因

剛性低下の要因	内 容	影響度
①締切壁の横方向変形	・変形が進めば進むほど鋼管とコンクリート間の締切軸方向せん断力が大きくなり付着が切れる。	◎
②中詰めコンクリートの強度	・海底面付近では水中不分離性コンクリートと海底のヘドロが混濁していることも考えられる。	○
③鋼管表面に海洋物が付着	・鋼管の間が非常に狭いため打設前の清掃ができないため付着物の除去が困難。	△
④コンクリート硬化前の付着が切断	・海上でのコンクリート打設であるため、硬化前に締切の振動で鋼管とコンクリートの付着が切れる。	◎
⑤締切壁の自重	・締切壁内の腹起こし、切梁の自重により内側鋼管が沈下する	○

◎影響度大 ○影響度中 △影響度小