

首都高速道路公団 正会員 三橋 晃司
 飛島建設株式会社 正会員 ○近藤 賢二
 飛島建設株式会社 倉重 広

1. まえがき

シールド用立坑の掘削工事の仮締切には鋼矢板壁が一般的に使用されているが特に軟弱地盤においては変形が大きくいろいろの問題を生じる危険性がある。鋼矢板の曲げ変形は土圧、水圧の大きさ、腹起し間隔、鋼矢板の合成剛度(曲げ剛性)等に影響を受けるが特に鋼矢板の有効曲げ剛性については不明確な点が多い。今回横浜市内で行った軟弱地盤(図-1 柱状図参照)の立坑掘削工事において、仮設設計規準に準じて鋼矢板壁の断面係数および曲げ剛性をカタログ記載値(表-1 参考)の80%で設計したところ予想以上に矢板壁が変形した。そこでより的確な曲げ剛性を得るために、ひずみゲージを介して応力解放による鋼矢板の実応力を求め、これを基にして鋼矢板の有効曲げ剛性を推定する測定法の一例とその結果について報告する。

2. 応力解放による鋼矢板実応力度の測定法

これは応力解放前後の鋼矢板のひずみをゲージを介して測定し、これを基にして鋼矢板の応力度を推定する方法である。鋼矢板壁は二方向(矢板軸方向、軸直角方向)の曲げを受けるけれども今回は軸方向だけを測定し、軸直角方向を無視する。軸方向にワイヤーストレインゲージを貼布し、この時点の測定値を初期値 ε_0 とする。次に $\phi 50\text{mm}$ の大きさに鋼矢板を電気ドリルで切り抜き応力解放する。この時点の測定値を解放値 ε_1 とする。最後に無応力状態の同一規格鋼矢板について同様な操作を行い、この時点の測定値を補正值 ε_2 とする。補正值の意味は電気ドリルによる鋼矢板切り抜き時の変形による残留ひずみを補正するためである。ただし鋼矢板の板厚は 24mm もあるので切り抜き時のひずみ(補正值 ε_2)は相当のバラツキが考えられるが今回はすべての測点に対して一定として補正することにした。

実ひずみ、実応力度は次式で求められる。

$$\varepsilon = \varepsilon_0 - \varepsilon_1 - \varepsilon_2$$

$$\sigma = E \cdot \varepsilon$$

測定位置は図-2に示すように隣り合った二枚の矢板の凹凸側の中央部でしかも切梁、腹起しの影響をあまり受けないところを選び、それぞれ測定を3点ずつ設ける。また各測定点における変位量(タワミ)は隣接して設置した傾斜計より求める。

図-1 柱状図

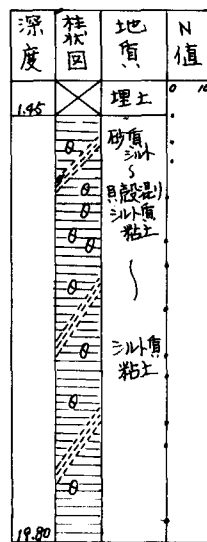
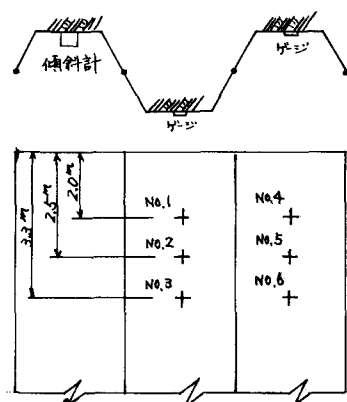


表-1 矢板断面定数(カタログ記載値)

型式	断面二次モーメント I cm ⁴	断面係数 W cm ³	高さ h mm
FSP-VL	63,000	3,150	200

図-2 測定位置



3. 測定結果

測定結果は表-2に示す。

なお測定時、鋼矢板がみ合わせ部は断面欠損による座屈曲げ変形を防止するため撤去可能な範囲でスミ肉溶接を行った。

4. 曲げ剛性の推定

曲げ剛性は次式より求められる。

$$M = -EI \frac{d^2\theta}{dx^2} = -EI \cdot \frac{d\theta}{dx}$$

この式で、各測定点のモーメント(M)は矢板断面係数(=0.8・W)と応力解放により求めた実応力の積で求められる。各測定点の変位率(= $\frac{d\theta}{dx}$)は傾斜計より求められる。表-3は各測定点のモーメント、変位率およびこのM・ $\frac{d\theta}{dx}$ より求められる曲げ剛性(=EI)を表わす。上式より得られた各測定点の曲げ剛性はカタログ記載値の曲げ剛性の55～66%

(平均61%)になる。

一方、矢板がみ合わせ部の拘束条件をいろいろかえて行われた載荷試験結果を参考にするると、カタログ記載値の矢板壁1m当りのI・Wに対して、締切壁として用いた特別のズレ拘束を行なわない矢板壁のI・Wはかなり小さい結果がでている。即ちIについては30～35%、Wについては60～80%と報告されている。

これらを考え合わせると、今回の矢板壁の曲げ剛性はカタログ記載値の55～60%と推定される。

5. まとめ

軟弱地盤の仮締切の設計に際して、矢板壁の合成剛度にはカタログ記載値の80%を採用するのは矢板頭部拘束、十分な根入れ長があり、しかも土砂による拘束が期待出来るとしても少し危険過ぎると思われる。即ち上記の条件と考慮してもカタログ記載値の55～60%程度が妥当のようである。このように断面二次モーメントが予想以上に小さくなるのは、矢板壁が合成梁ではなく、重ね梁的な挙動をすることによるものである。従って剛性もあげるには矢板がみ合わせ部を十分補強することが必要である。

最後に、今回の数少ない測定だけで有効曲げ剛性を推定するには少々無理なところもあったと思ひます。今後機会があればもう一度研究してみたいと考えております。

6. あとがき

今回の測定は、立坑掘削工事施工中に仮締切用の矢板壁が異常にはらみだし、立坑内に水張りをして一時工事を中止するはめとなり、この対策を検討するために行われたものである。施工の安全と確保するうえからも矢板の曲げ剛性については十分検討を加えて設計する必要がある痛感した次第であります。

表-2 測定ひずみと応力度

測点	初期値 ε_0	解放値 ε_1	補正值 ε_2	実ひずみ $\varepsilon = \varepsilon_0 - \varepsilon_1 - \varepsilon_2$	実応力度 kg/cm ²
凸側	1 386 ^{×10⁻⁶}	-100 ^{×10⁻⁶}	180 ^{×10⁻⁶}	305 ^{×10⁻⁶}	641
	2 620	65	180	375	788
	3 -50	-830	180	600	1,260
凹側	4 210	300	180	-270	-567
	5 170	335	180	-345	-725
	6 530	930	180	-580	-1,218

表-3 曲げ剛性

測定点	モーメント (t・m)		変位率 $\frac{d\theta}{dx}$	曲げ剛性 (kg・cm ²)		
	凸側	凹側		凸側	凹側	平均
1	16.15	14.29	2.08×10 ⁻⁵	7.76 ^{×10¹⁰}	6.77 ^{×10¹⁰}	7.27 ^{×10¹⁰}
2	19.86	18.27	2.30×10 ⁻⁵	8.64	7.95	8.30
3	31.75	30.69	3.60×10 ⁻⁵	8.82	8.53	8.68