

III-63

大深度立坑工事における掘削底面の施工管理

棚銭高組 鶴岡 胤英 深田 和志
和田 功 入船 敏彦

1. はじめに

大深度立坑工事では掘削底面の安定を確保することが重要である。特に地下水位の高い砂質地盤ではボーリング、盤ぶくれ現象が大きな問題となる。今回、深さ約45mの立坑を建設するに当たり、掘削底面の安定について検討し、山留め壁をGL-63.5m以深の不透水層に根入れすることにした。しかし、山留め壁根入れ部分に作用する水圧が大きく掘削面内への水の回り込みが懸念されたので、水圧計を設置し掘削底面の安全管理を実施した。

2. 工事および地盤概要

当工事はシールド発進立坑(平面 10.2m×18.2m、深さ44.8m)を建設するもので、山留め壁として地中連続壁(壁厚 1.2m)を施工し、その内部を15段の鋼製切梁で支保しながら掘削する工事である(図-1)。

建設地点の地層は、GL-12m～-63.5mまで洪積層の砂層と礫層が分布している。洪積層の間隙水圧は静水圧より小さく平均水圧勾配は0.9程度である。GL-63.5m以深は硬質の固結シルト(上総群)層となっている。

3. 掘削底面の安定検討

当立坑では最終床付時で地中連続壁(以降 地中壁と呼ぶ)の壁内外の水圧差が43mと大きくなるため、掘削底面の安定を如何に確保するかが重要な課題であった。立坑掘削底面の安定方法(地下水対策)としては、コラムジェットグラウト(CJG)工法がよく採用されるが、この工法は、①深度45m以上での施工実績が少ない、②改良箇所のN値が50以上の場合、有効径が小さくなるなど問題が多い。そこで安全性、経済性、工期等の面から当地盤ではCJG工法は不適当と判断し、地中壁をGL-63.5m以深の固結シルト層に2m根入れすることにした。

しかし、この方法を採用するに当たっても次の問題点があった。

- ① 地中壁先端の壁内外で約43tf/m²の水圧差が生じるため、固結シルト層が破壊する可能性がある。
- ② 地中壁の鉛直精度の問題、止水鉄板へのスライム付着等を考えるとエレメント継手部から出水する可能性がある。

そこで地中壁根入れ部分の地下水管理を目的として掘削面側のGL-51mとGL-54.6mに水圧計を設置した。

4. 盤ぶくれの検討と対策

掘削の進行に伴う実測水圧の変化を図-2に示す。10次掘削(深さ32.4m)までの実測水圧の減少量は理論水圧(静水圧)の50%程度である。これはGL-41.5m～-42.6m間の粘土層のためと考えられるが、実測水圧の減少量が少ないということは掘削面内への地下水の回り込みも懸念される。

10次掘削までの実測水圧を用いてGL-42.6mの粘土層の下端において、盤ぶくれに対する安全率をFs=0.8, 1.0としたときの現在の掘削深さと今後の可能掘削深さの関係を求め

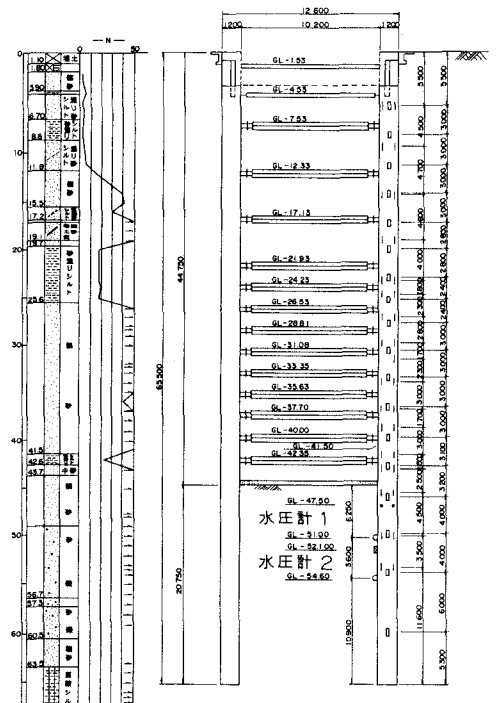


図-1 断面図と土質柱状図

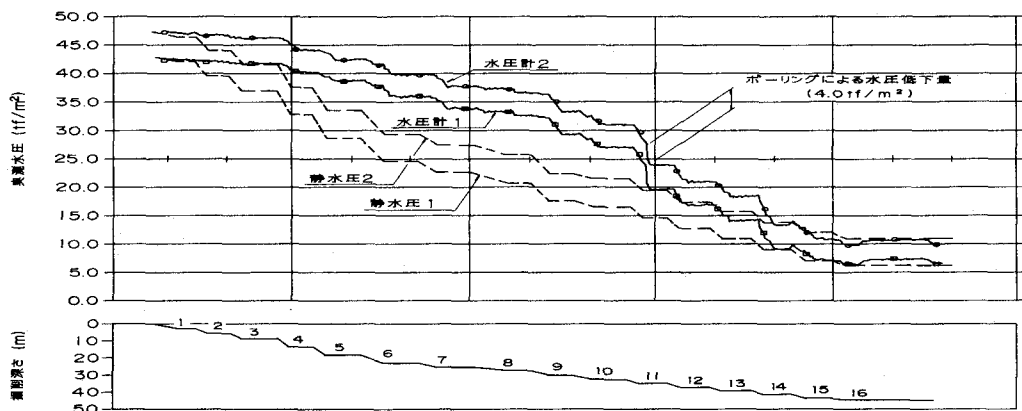


図-2 掘削の進行に伴う実測水圧の変化

た(図-3)。この関係を求めるに当たっては、地中壁と地盤の摩擦力も十分考えられるが、安全管理上これを無視する次式で行った。

$$DK = 42.6 - D \cdot F_s \times P / \gamma$$

DK : 可能掘削深さ(m) D : 現在の掘削深さ(m)

P : 被圧地下水層上端の水圧(tf/m²)

γ : 被圧地下水層上部地盤の湿潤単位体積重量(tf/m²)

可能掘削深さはFs=1.0の場合は11次掘削(深さ34.7m)まで、Fs=0.8の場合は12次掘削(深さ37.1m)までとなった。今後、掘削を進めると盤ぶくれ発生の可能性が高く、しかもこれに伴う急激な水圧低下は地中壁先端からの水の廻り込みや、エレメント継手部からの出水の起因となる。

そこで11次掘削完了時に掘削床からボーリング(φ150mm)を行い粘土層に穴を開け強制的に水圧を低下させることにした。ボーリングにより表-1に示すような水圧変化が生じる。

表-1 ボーリングによる水圧変化

1 1次掘削完了時点 (GL-42.6mの位置)	
山留め壁外水圧	約 40.6tf/m ²
山留め壁内水圧	約 15.4~15.9tf/m ²
壁内外の水圧差	Δ=25.2~24.7tf/m ²
ボーリング後	
山留め壁内水圧	約 7.9tf/m ²
壁内外の水圧差	Δ=32.7tf/m ²
ボーリング前後の水圧変化量	Δ=7.5~8.0tf/m ²

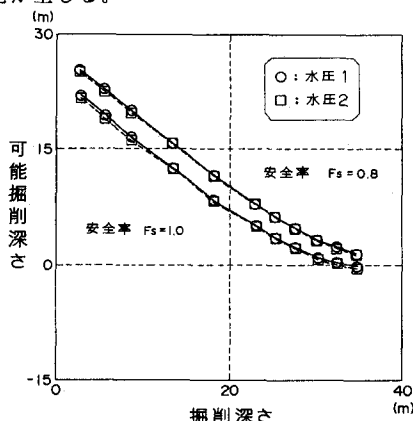


図-3 現在の掘削深さと今後の可能掘削深さの関係

ボーリングの結果、約4.0tf/m²の水圧低下は見られたが3.5~4.0tf/m²の水圧が残留したことになり、目的の水圧低下量には至らなかった。しかし、12次掘削からは水圧低下勾配が大きくなり、14次掘削以降は理論水圧とはほぼ一致し(図-2)、前述の問題も発生することなく無事底版コンクリートの打設を完了した。

5. おわりに

地中壁根入れ部分に水圧計を設置し、その実測値に基づき施工管理を行った結果、安全に掘削工事を進めることができた。しかし、大深度掘削になるほど地下水対策が重要な課題となるため、今後ともデータの蓄積を行い検討していく考えである。最後に実測値の収集に御協力頂いた関係者に謝意を表します。