

計測データに基づく円形立坑に作用する土圧および偏圧に関する考察

パシフィックコンサルタンツ株式会社 正会員 柏村 孝彰・増野 正男

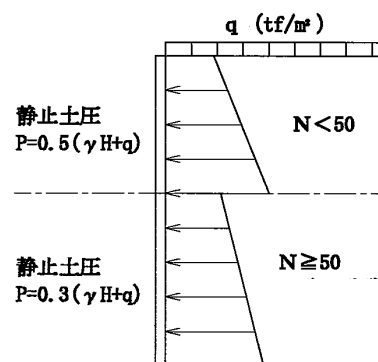
1. はじめに

近年、地下構造物は他の構造物との輻輳化に伴い、ますます大深度化する傾向にある。しかし、大深度に対応した設計基準類の整備は遅れており、過去の比較的浅い事例の計測データを基に整備された基準類を準用しているのが現状である。

本文では、円形立坑の地中連続壁（以下、連壁と略記）を対象に、掘削規模 70m 程度の 4 つの現場で得られた計測データ（土圧・水圧）を基に、連壁に作用する土圧および偏圧について考察した。

2. 現行設計法における土圧および偏圧の設定例

円形立坑の連壁は、一般に変形量が小さく、静止土圧に近い土圧が作用すると考えられており、図－1 に示すように、砂・砂礫地盤では、N 値 50 を境に土圧係数を 0.5 と 0.3 で使い分ける考え方がある。また、円形立坑と言えども、土留め壁の構築や内部掘削等の施工時の不確定要因により偏圧が働く可能性がある。表－1 に各設計基準類における円形立坑の偏圧設定例を示す。これによると、偏圧の設定方法は一義的に決められるものではないが、その大きさは側圧（土圧＋水圧）の 5～10%あるいは静止土圧の 10～20%の 2 つの考え方に大別される。



図－1 砂・砂礫地盤の土圧係数

表－1 設計基準類における偏圧設定例（円形立坑）^{1～3)}

設計基準	LNG地下式貯槽指針 昭和 56 年 12 月 (社) 日本瓦斯協会	地中送電用深部立坑、洞道の 調査・設計・施工・計測指針 昭和 57 年 3 月 (社) 日本トンネル技術協会	大深度土留めの設計・施工指針（案） 平成 6 年 10 月 (財) 先端建設技術センター
適用範囲	LNG 地下式貯槽の躯体の設計に適用	深さ 50～60m の深部立坑（本体構造物・仮設構造物）に適用。浅い立坑には項目により適用可能。	原則として掘削深さ 30m 以上 50m 未満の土留め壁に適用
偏圧要因と大きさ	- 要因：地層の不均一性に対し、必要に応じて考慮 - 大きさ：具体的な数値は明示されていない	- 要因：①土留め壁の施工誤差、②地盤の不均一、③掘削による地盤のゆるみ、④掘削底面の高低差等の影響を考慮。 - 大きさ：側圧の 5～10%程度とするが今後更に検討が必要。	- 要因：①地盤の不陸、②傾斜や施工時の不確定要素等の影響を考慮 - 大きさ：静止土圧の 10～20%程度

3. 計測結果の整理

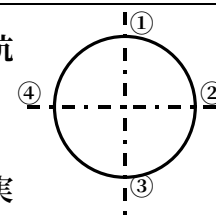
3.1 土圧係数

ここでは、表－2 に示す立坑規模と土質条件を有する連壁に作用している土圧および水圧の計測データを基に、土圧係数と偏圧の大きさについて検討を行った。計測は各立坑にお

いて図－2 に示す平面 4 箇所を縦断方向 2～7 断面について行った。図－3 に 4 つの立坑の各計測点で計測された最終掘削時の有効鉛直土圧 q_v' と有効水平土圧 q_h' の関係を示す。ここで、有効鉛直土圧は設計上算出された全土圧から水圧計の計測値を排除したものを、また有効水平土圧は土圧計の計測値から水圧計の計測値を排除したものである。図中の実線は有効鉛直土圧と有効水平土圧との関係を一次式で表した。これより土圧係数は 0.28 となり、一般に設計で適用さる良質地盤（N 値 ≥ 50 の砂・礫、N 値 ≥ 10 の粘性土）での

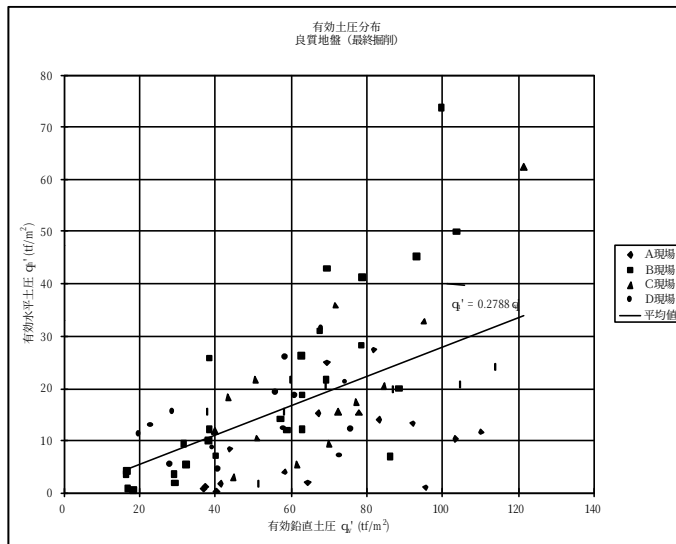
表－2 連壁諸元と土質

連壁諸元	土質
壁厚：1.7～2.1m 全長：122～140m 外径：32.5～40.6m	N 値 50 以上の洪積砂層および N 値 10 以上の洪積粘性土層



図－2 平面計測箇所

キーワード：大深度、円形立坑、地中連続壁、土圧係数、偏圧

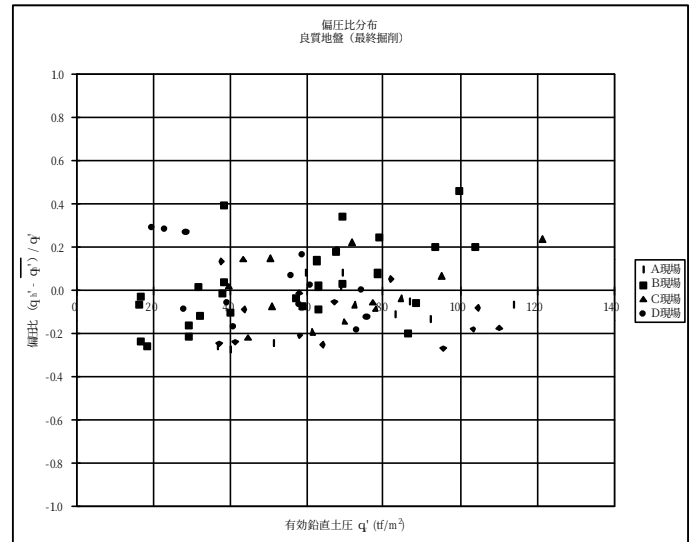


図－3 有効鉛直土圧と有効水平土圧の関係

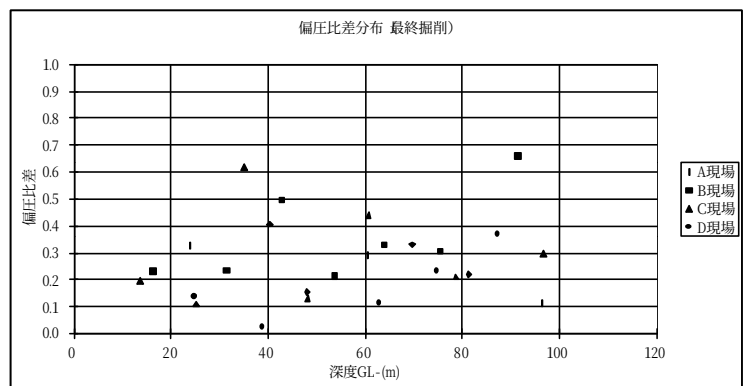
土圧係数 0.3 とほぼ同一の結果が得られた。有効水平土圧の計測値はこの一次式の周囲に分布しているが、ここでは、円形立坑に均等に作用する土圧を平均土圧で評価し、さらに、この平均土圧に対する各計測値のばらつきを偏圧で評価する。

3.2 偏圧

本検討で対象とした立坑の周囲は地盤が均一であるため、水圧分布は概ね同一であった。そこで、有効水平土圧の計測値を基に立坑に作用する偏圧を検討した。図－4は、縦軸を有効鉛直土圧



図－4 有効鉛直土圧と偏圧比との関係



図－5 偏圧比差の分布

に対する偏圧の割合（以下、偏圧比と呼ぶ）で示した。これより、偏圧比は深さ方向に一樣に分布しており、概ね最大±20%であることがわかる。したがって、深さ方向に一定の偏圧比の適用が可能と考えられる。図－5では、各立坑の同一深度における最大偏圧比と最小偏圧比の差（ここでは、偏圧比差と呼ぶ）を深度毎に示した。この数値が大きいと円形立坑に作用する偏圧量が大ききこととなる。これより、偏圧比差は最大で0.7程度を示すが、概ね0.1～0.3に分布していることが分かる。

以上より、有効鉛直土圧に対する最大偏圧が+20%であることは、有効水平土圧に対しては、最大約+70%の大きさとなる。また、偏圧比差を 0.3 とすると、最小偏圧は有効鉛直土圧に対して－10%、有効水平土圧に対しては－35%となる。

4. おわりに

本文では、4つの現場での円形立坑の連壁に設置された土圧計および水圧計を基に、連壁に作用する土圧および偏圧について検討を行った。その結果、N値 ≥ 50 の砂・砂礫の土圧係数は0.28となり、設計値とほぼ同一であることが分かった。また、偏圧は有効水平土圧に対して最大70%が確認された。この偏圧を水圧を含む側圧に対して評価すると、砂地盤では約15%程度に相当する。偏圧の大きさは施工要因に起因することが多く、今後さらに他の施工実績データを積み重ねるとともに、土圧計および水圧計から解析された偏圧量を設計値として用いるためには、連壁の計算モデルを含めた検討が必要である。

【参考文献】

- 1) (社) 日本瓦斯協会：LNG地下式貯槽指針, 昭和56年12月。
- 2) (社) 日本トンネル技術協会：地中送電用深部立坑、洞道の調査・設計・施工・計測指針, 昭和57年3月。
- 3) (財) 先端建設技術センター：大深度土留めの設計・施工指針（案）, 平成6年10月。