

VI-7

第三紀層岩盤における止水壁の根入れ深さ設定に関する一事例

清水建設(株)	正会員	河野 泰直
西部ガス(株)		平井 栄
西部ガス(株)		溝口 敬義
鯉ガス・エソジ・アソグ(株)		渋谷 政文
清水建設(株)	正会員	大西 幸信

1. はじめに

現在、西部ガス(株)福岡LNG基地において、容量35,000KLのLNG地下式貯槽を建設中である。本工事では、貯槽構築のために、岩盤層に根入れされた円筒形地中連続壁山留（以下、連壁と呼ぶ）により、深さ約30mの掘削を行った。事前の地盤調査結果より、当地点の基盤岩は亀裂が多いことがわかっており、事前検討段階において掘削時の湧水量を把握し、適切な連壁下端レベルを決めることが重要であった。ここでは、本山留計画で行った基盤岩の透水性評価と連壁下端レベルの設定について施工実績とともに報告する。

2. 地層及び山留構造

貯槽建設地点の地層を図-1に示す。地表～GL-15mは埋土及び沖積層の砂、シルト、GL-15m～-26mが洪積層の砂礫で、それ以深に基盤岩である第三紀の頁岩、砂岩、礫岩が分布する。当地点の岩盤層の特徴としては、

- ①頁岩層を主体とし、南西方向に約10°傾斜している。
- ②岩盤部上部の約3mは、風化のため粘土化あるいは礫状化している。
- ③風化部以深は、一軸圧縮強度 $q_u=300\sim 800\text{kgf/cm}^2$ と硬質であるが、亀裂が5～30cm程度の間隔で存在する。(RQD=30～40%)

が挙げられる。

山留構造としては、図-1に示すように内径45.24m、壁厚1mの連壁が深さ38mまで

構築されており、床付けレベルはGL-29.4mである。連壁は、施工時は山留として使用し、完成後には本体側壁の一部として使用されるものであり、コンクリートの設計基準強度は、 $f'_{ck}=300\text{kgf/cm}^2$ である。なお、当地点は博多湾内の埋立地であり、貯槽は護岸から約30m離れた位置に建設される。

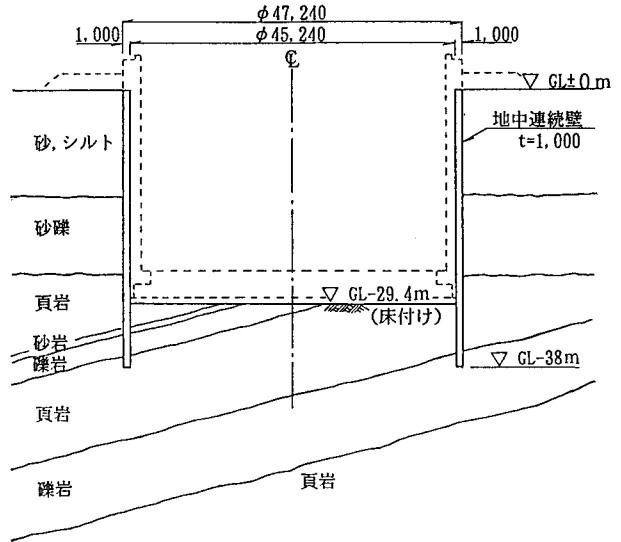


図-1 地層及び山留構造

3. 事前検討

<基盤岩の透水性評価>

まず、基盤岩内における難透水層の調査を目的として、現場透水試験（ルジオンテスト）を実施した。ルジオンテストの結果は図-2に示す通りであり、基盤岩の透水性には岩種、深さによる明確な差異は認められず、約60mの深度においても明確な難透水層は確認されなかった。ルジオンテストより得られた透水係数は、 $k=5\times 10^{-4}\text{cm/sec}$ 程度であるが、ルジオンテストは注入法であるため、亀裂が連続しておらず水道と

っていない場合においても、亀裂の大きさと数によって透水係数が決まる。そこで亀裂の連続性あるいは亀裂からの湧水の有無を含めた基盤岩の透水性を把握する目的で、湧水圧測定を実施した。湧水圧測定の結果より、基盤岩内各部の透水係数は $k = 2 \times 10^{-5} \sim 2 \times 10^{-4} \text{ cm/sec}$ であることがわかった。（図-2）次に、基盤岩内全体の透水性を把握するために、GL-30m～GL-50mの20m区間を対象に揚水試験を実施した。揚水試験の結果より、基盤岩内全体の平均的な透水係数 $k = 1 \times 10^{-4} \sim 4 \times 10^{-4} \text{ cm/sec}$ が得られた。以上の試験結果を踏まえ、当地点の透水性を次のように評価した。

- ① 深度60m程度までは難透水層は見られない。
- ② 岩種及び深さによる透水性の差異は認められない。
- ③ 基盤岩の平均的な透水係数は、 $k = 1 \times 10^{-4} \sim 4 \times 10^{-4} \text{ cm/sec}$ である。

<連壁下端位置の設定>

明確な難透水層が見られないため、浸透流解析を行い連壁下端レベルの違いによる床付け面からの湧水量を比較した。基盤岩の透水係数としては、岩盤部の平均的な透水性を表していると考えられる揚水試験の結果を用いた。結果は表-1に示す通りであり、下端レベルを10m変えても湧水量はオーダー的に変わらないことが分かった。一方、ボーリングのコア観察より、傾斜して床付け面へ露出する礫岩層には褐色化した亀裂が存在しており、水道となる可能性が大きいと考えられた。そこでこの礫岩層を貫いた位置まで連壁を根入れすることとし、連壁下端レベルをGL-38mとした。なお、この場合の推定湧水量は $Q = 200 \sim 800 \text{ m}^3/\text{day}$ である。

4. 実施工

GL-25m程度までは、ディーブウェルによる先行揚水を行ない、ドライな状態を保ちながら掘削を進めた。最終掘削段階では、釜場排水により湧水処理を行いながら岩盤部を掘削した。最終床付け時の湧水量実績は $Q = 240 \text{ m}^3/\text{day}$ であり、浸透流解析の結果から推定すると基盤岩の透水係数は $k = 1 \times 10^{-4} \text{ cm/sec}$ 程度であると判断される。なお、揚水による周辺地盤への影響を確認するため、建設地点から160m離れた位置で地下水位の変動を測定したが、その変動は見られなかった。

5. まとめ

亀裂の多い岩盤部の透水性は、亀裂の大きさ、数だけでなく亀裂の連続性によって大きく左右される。その調査方法としては現場透水試験（ルジオンテスト、湧水圧測定）や揚水試験が考えられるが、今回のように床付け面からの湧水量が問題となる場合には、現場透水試験（ルジオンテスト、湧水圧測定）によって岩種や深さの違いによる透水性を把握し、揚水試験によって岩盤部全体の透水性を把握する方法が1つの方法として考えられる。また、岩盤部の湧水は亀裂を通ってくることから、亀裂の大きさ、分布、変色状況等が直接観察できれば、大きな水道を知ることができる。その意味でコアの目視観察も併せて実施することが重要である。本事例では、現場透水試験（ルジオンテスト、湧水圧測定）及び揚水試験とコア観察によって、適切な止水壁の根入れ深さを決定できた。

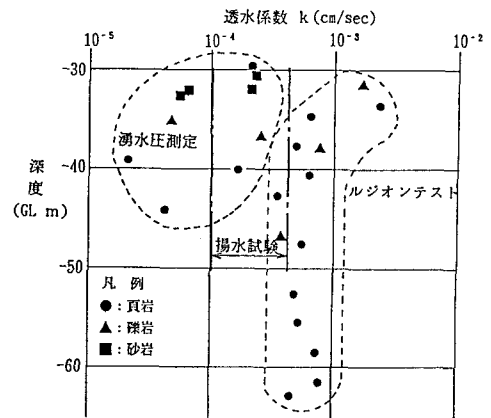


図-2 基盤岩の透水係数

表-1 底部からの湧水量 (m^3/day)

連壁下端レベル	岩盤部の透水係数	
	$k = 1 \times 10^{-4} \text{ cm/sec}$	$k = 4 \times 10^{-4} \text{ cm/sec}$
GL-35m	230	810
GL-40m	180	620
GL-45m	150	490