

I-282

信頼性設計手法による連続地中壁の検討

清水建設(株) 土木本部	正員	井畔 瑞人
同 上	正員	○ 林 博一
清水建設(株) 大崎研究室	正員	石井 清
同 上	正員	鈴木 誠

1. 概 要

本研究は、LNG地下式貯槽の構築に当たって土留壁として用いる連続地中壁(以下連壁と呼ぶ)の鉄筋継手長を対象に、信頼性設計手法を適用したものである。すなわち、連壁の破壊確率およびその分布を求め、その結果を用いて鉄筋継手の位置を限定すれば、鉄筋継手長を短くしても安全性を低下させることはなく、施工性を向上することができることを示した。

2. 解析方法

解析は信頼性設計手法によっており、主な検討条件は次のとおりである。

- ① 連壁に載荷する荷重として、通常の設計で用いている自重、水圧、土圧、常時偏土圧、盛土偏土圧、地震時偏土圧を考える。
- ② 想定する地震の水平震度は、仮設構造物ではあるが長期に渡って使用することを考慮し、基盤で0.075、地表面で0.15とする。なお、地震の発生頻度は今回は考慮せず、常に地震力が加わっているとした。
- ③ 確率変数として、以下のものを考慮する。土質に関する変数として単位体積重量、内部摩擦角、変形係数、コンクリートに関する変数として弾性係数、ポアソン比、単位体積重量、圧縮強度、鉄筋に関する変数として降伏強度、さらに断面寸法に関する変数として連壁の壁厚、有効高さとした。
- ④ これら確率変数の確率統計量は土質調査や既往の連壁の結果を参考にした。
- ⑤ 破壊モードは、縦方向および円周方向の曲げモーメントと軸力による破壊を想定する。
- ⑥ 破壊確率の算定には、Rosenbluethによる2点推定法¹⁾を用いている。

3. 感度解析

確率変数の破壊確率に与える影響度を感度解析により検討し、影響の小さい確率変数は確定値として扱った。感度解析の結果、解析において最終的に確率変数としたものは、表-1で示される変数のうち、土の単位体積重量、変形係数、コンクリートの圧縮強度、鉄筋の降伏強度の4変数である。

4. 破壊確率算定結果

鉄筋継手を考慮しない場合の全体破壊確率の算定結果を図-1に示す。この全体破壊確率は、縦方向と円周方向との破壊の相関性を考慮してもほとんど変わらないため、これらの破壊が無関係に発生すると仮定して求めたものである。破壊確率の最大値は12.4%と、比較的大きいとなる。これは、地震の発生確率を考慮せず、地震力が常に加わった状態で破壊確率を求めているためである。また、破壊確率が最大となっているは掘削面より少し下のところであり、通常、解析で断面力が最大となる位置と一致している。

5. 鉄筋の継手低減を考慮した破壊確率

泥水中で1か所に鉄筋継手を集中させた場合は、継手がない場合と同等の耐力を得るには45φ程度の継手長が必要との実験結果がある^{2),3)}。ここでは施工性の向上をねらいとして、鉄筋継手長を25φとして検討を行った。この鉄筋継手長による耐力の低下を考慮した連壁の破壊確率を図-2に示す。なお、図-2の計算において、鉄筋継手長を25φとすることによる耐力の低下は、種々の実験結果^{2),3)}より鉄筋継手がない場合と比べて26%低下すると仮定した。

図-2に示されるように、全体破壊確率は0°方向で最大値13.6%となる。さらに、0°方向における全体破壊確率の分布を示すと図-3のようになり、GL-30m~GL-33mにピークがあることがわかる。この結果より、縦方向の

鉄筋継手を、GL-30m～GL-33mの範囲に継手を設けなければ、破壊確率は継手のない場合と一致し、最大でも12.4%となる。また、円周方向については、継手の有無によらず破壊確率は一定である。したがって、継手長を 25ϕ としても縦方向の鉄筋継手に関して継手位置を限定すれば、連壁の安全性は従来のものと比べて低下することはないことがわかる。

6. まとめ

上記の結果から鉄筋継手長を 25ϕ としても、縦方向継手に関しては継手位置を限定することで、また円周方向継手に関しては無条件で、連壁の安全性は低下しないことがわかった。実施に当たっては、コンクリート標準方書等との整合性を考慮する必要はあるが、このような検討により施工性の向上がはかれることが示唆できる。

最大破壊確率 12.42%

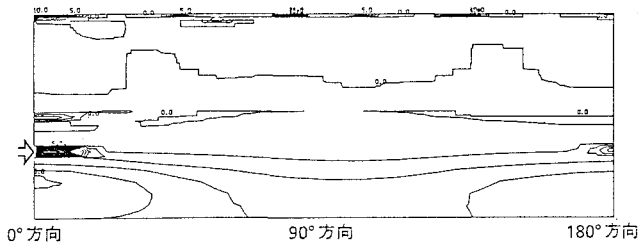


図-1 鉄筋継手を考慮しない全体破壊確率 (%)

最大破壊確率 13.58%

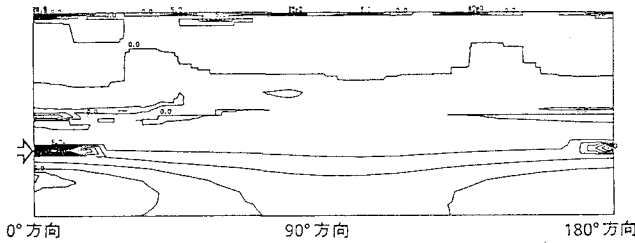


図-2 25ϕ の鉄筋継手を考慮した全体破壊確率 (%)

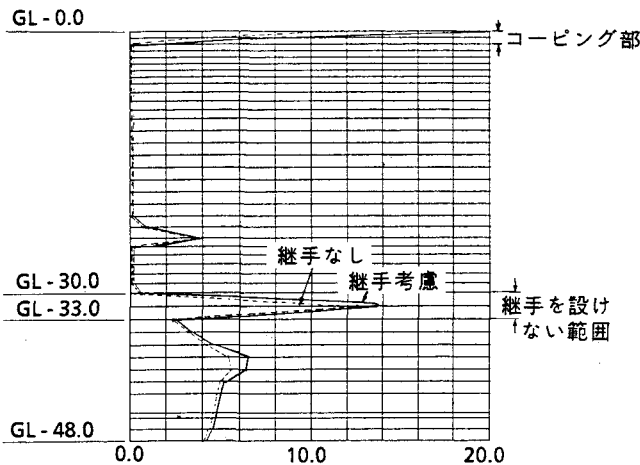


図-3 0°方向の全体破壊確率 (%)

参考文献

- 1) 土質工学会編：土質基礎の信頼性設計，土質基礎工学ライブラリー-28，1985.
- 2) 塩尻ら；連続地中壁継手部曲げ特性に関する研究，第5回コンクリート工学年次講演会講演論文集，1983.
- 3) 岡田ら；SSS工法に関する実験的研究(その6)，清水建設研究所報，第36号，1982.

表-1 解析条件(確率変数の統計値)

	平均値	変動係数
土の単位体積重量 γ_t (t/m ³)	1.82~1.89	0.03~0.06
土の内部摩擦角 ϕ (°)	37.9~40.7	0.04~0.06
土の変形係数 E_{50} (kg/cm ²)	152~1032	0.03~0.77
コンクリートの 圧縮強度 σ_c (kg/cm ²)	359	0.04
コンクリートの 弾性係数 E_c (kg/cm ²)	2.86×10^5	0.02
コンクリートの ポアソン比 ν	0.167	0.10
コンクリートの 単位体積重量 γ_c (t/m ³)	2.4	0.05
鉄筋の降伏強度 f_y (kg/mm ²)	40.0	0.04
連壁の壁厚 t (m)	1.19	0.02
連壁の有効高さ h (m)	1.035	0.02