

地中連続壁における温度応力を考慮した計測管理

中国電力（株） 正会員 齊藤 直
中国電力（株） 正会員 ○中村 芳弘
中国電力（株） 正会員 新谷 登

1. はじめに

地中連続壁による内径 15.6m、掘削深度 GL-38m に及ぶ大深度立坑の計測管理に当たって、コンクリートの水和に伴う温度変化による応力への影響を考慮した計測を行う必要があった。本稿では、この温度応力の影響評価について得られた知見を紹介する。

2. 立坑および計測の概要

立坑連壁は、連壁内側の躯体壁と重ね壁構造として本体利用するものであるが、立坑内掘削時には連壁単独の円形リング効果により全断面圧縮支保工なしの一括掘削で設計している。この連壁は、GL-27m～43m 間の玉石層において、健全性を保つため $\sigma_{ck}=400\text{kgf/cm}^2$ の高強度コンクリートで施工している。

立坑の構造及び計測項目を図-1 に示す。

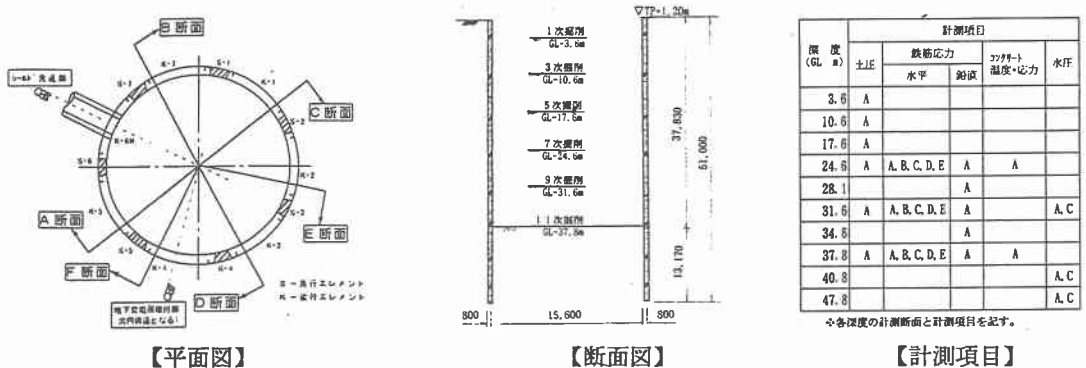


図-1 立坑の構造および計測項目

3. 掘削に伴う計測値の挙動

掘削に伴う計測値の経時的な挙動を図-2 に示す。掘削開始と共に土圧が作用し、応力は全断面圧縮側へ移行し、その後掘削の進行に伴い圧縮応力が徐々に増加する傾向を示す。コンクリート温度も徐々に水和熱の冷却により下がっている。この時点で温度勾配が応力に及ぼす影響は掘削開始前のデータから 15kgf/cm^2 程度と小さいもので、温度変化の少ない計器設置位置掘削までの計測結果は概ね妥当な値として取り扱えるものであることがわかる。

特質点としては、計器位置掘削時点において応力の急激な変化が生じている点である。この時点の温度変化は、連壁コンクリートが外気温度に触れることにより約 8°C 程度生じており、この変化も2日程度以内に生じているため、これまでのコンクリートの冷却過程に比べ数 100 倍の温度勾配となっている。

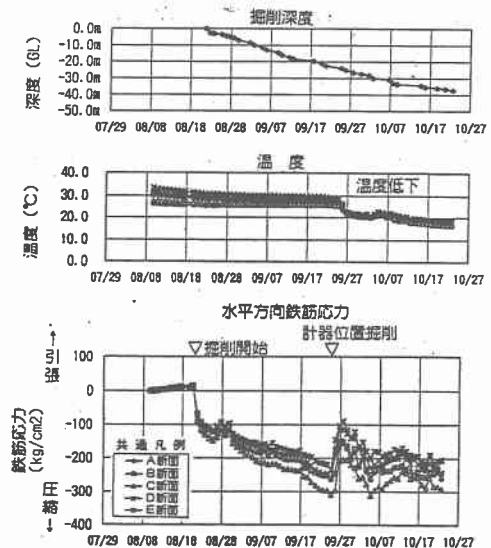


図-2 計測経時変化図 (GL-24.6m)

この温度変化に伴い、水平方向の鉄筋応力は、100～150kgf/cm²引張側へ変動している。この変動幅は、偏土圧の影響により各断面で多少異なっているが、平均で約118kgf/cm²程度の応力変化が温度応力であるものと考えられる。この時の応力値は圧縮領域であり、全断面圧縮の領域から外れるものではないため、構造上の問題はなかったが、偏土圧が大きい場合には構造上の問題に影響する重要な事象と考えられる。

温度低下時の代表的な鉄筋の応力履歴を図-3に示す。この図より、応力は、掘削による応力増加に伴い緩やかな増加後に、温度低下と共にほぼ直線的な低下を示していることがわかる。

4. 温度の影響評価

図-4は、温度と構造上の要件となるコンクリート応力(実測値)を示したものである。この図からわかるとおり、温度変化によるコンクリートの応力低下勾配は、多少のバラツキはあるが0.9kgf/cm²/°Cと概ね一律に評価できるものと考えられる。

図-5は、コンクリートの水和熱を温度応力解析により算定した図に、今回の計測結果を重ね書きしたものである。この図から明らかとなっており、温度応力解析結果と実測値が一致することがわかる。このことから、設計段階に温度応力解析を行って掘削日のコンクリート温度を推定し、コンクリート温度と外気温の差から温度による応力変化を事前に察知することができる。このプロセスを計測管理に組み込むことで、温度応力を考慮した管理を行うことができる。

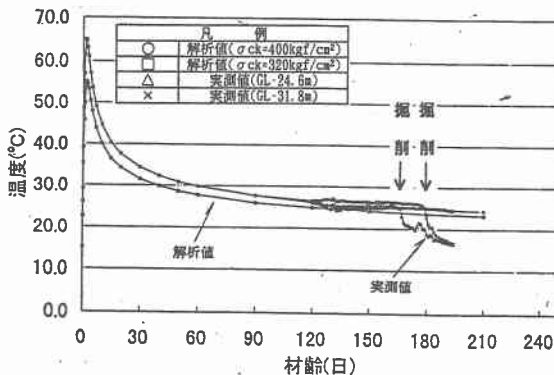


図-3 鉄筋の応力履歴(代表例)

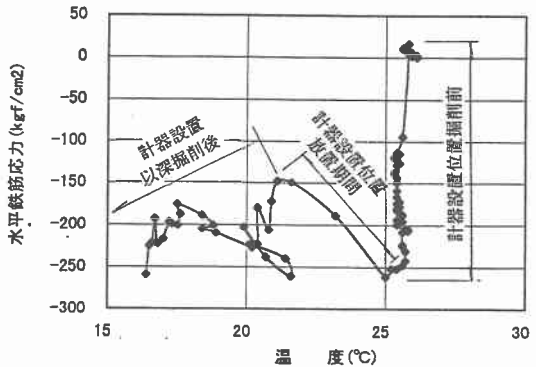


図-4 コンクリートの温度と有効応力の関係

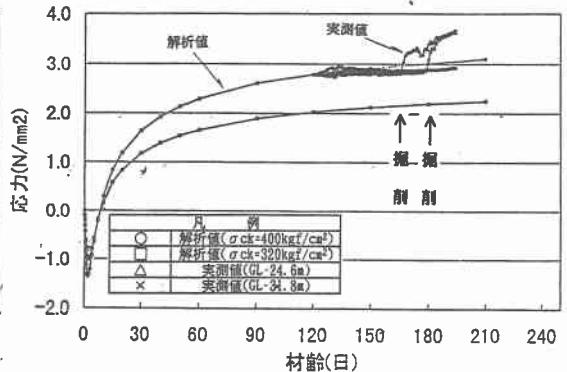


図-5 コンクリート温度および応力の経時変化(解析値および実測値)

5. むすび

計測管理は逆解析であるが、施工面において必要となる現象について設計(順解析)時点に十分な検討を行う必要があると考えられる。本稿が連壁の設計および計測管理を行う方々の参考となれば幸いと考える。

文末になりましたが、現地でアドバイスを頂いた(財)大阪土質試験所 岩崎所長他各位、施工に当り協力頂いた大林組・五洋建設・佐藤工業共同企業体に感謝致します。