

III-A 414

円筒形地下連続壁を用いた大規模山留めの計測管理方法について

○大成建設（株）正会員 坂井 徹
 大成建設（株）正会員 中村泰介
 東京ガス（株） 中野正文
 東京ガス（株） 堤 洋一

1. はじめに

東京ガス（株）扇島工場LPG地下式貯槽建設工事において、図-1に示すような円筒形地下連続壁（以下、円筒形連壁と呼ぶ）を用いて大規模な山留め掘削が行なわれた。円筒形連壁の安全性及び止水性を確認するため各種計測計器を設置し、管理基準値以内であることを確認しながら施工を進めた。この際、管理基準値は既往の円筒形連壁での計測値を整理し、その結果を反映させて設定した。本報は、ここで行なった管理基準値の設定方法及び計測結果について述べるものである。

2. 計測項目及び計器配置

計測項目及び計器配置を図-2に示す。設置した計測計器のうち、円周方向鉄筋計及び間隙水圧計を計測管理用計器と位置づけ、それに基づいて円筒形連壁の安全性および止水性の確認を行った。また、止水性の確認にはディープウェル揚水量の計測値も用いた。

3. 計測管理体制

計測管理に際し、表-1に示す3段階の管理体制を設定し、管理を行なった。

4. 管理基準値の設定

4.1 一次管理基準値

(1) 円周方向鉄筋応力度

山留め計測において、一般に円周方向に設置された鉄筋計の計測値にはバラツキが生じる。そのため、今回は山留め壁全体の安全性に加え、局所的な変動に対する安全性の管理を行なうため、円周方向鉄筋応力度の管理基準値を以下に示す2つの項目に対して設定した。

- ①各深度毎の全ての円周方向鉄筋応力度の平均値
- ②上記平均値と同一深度の各位置での円周方向鉄筋応力度のバラツキ

上記項目のうち、①は連壁全体として円周方向圧縮力に対する管理であり、②は同一深度での各計測位置でのバラツキの管理を行なうものである。①に対しては、図-3に示すように事前解析により円周方向応力度を算定し、これを管理基準値とした。このとき、既往の円筒形連壁のうち止水上一問題なく、変形が設計値以下で施工された実績から、少なくとも設計水圧の100%分に相当する

側圧は作用すると考えられた。このため、設計水圧だけが作用した場合と設計水圧及び静止土圧係数を0.5とした設計土圧の両方が作用した場合を考え、この二つの場合の事前解析結果を基に管理基準値の上下限值を設定した。

また、②に対しては、前述の円筒形連壁計測結果から、同一深度の円周方向鉄筋応力度の平均値に対する各位置での鉄筋応力度の偏差の比率を算定し、その結果の90%信頼区間にあたる値に施工誤差による応力度増分を加えて、計測平均値からの各計測値のバラツキの管理基準値を設定した。図-4に既往の計測データのバラツキの結果を示す。図-4より計測値のバラツキを計測平均値の±30%とした。

(2) 連壁内外水圧差

連壁の止水性を確認するため、連壁内外に設置した間隙水圧計より連壁内外の水圧差の管理基準値を設定した。内

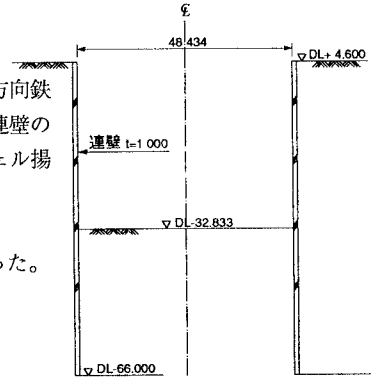


図-1 円筒形地下連続壁構造図

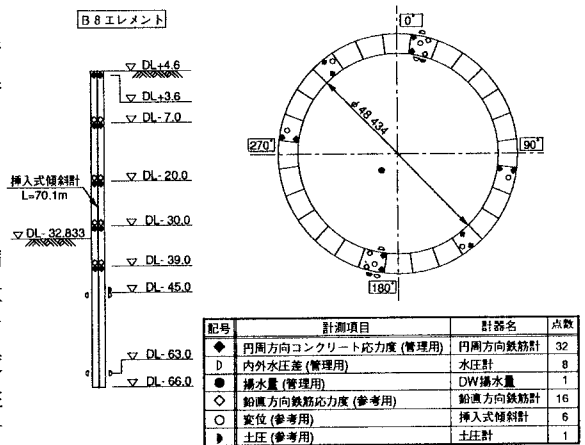


図-2 計測計器配置

記号	計測項目	計器名	点数
◆	円周方向コンクリート応力度(管理用)	円周方向鉄筋計	32
D	内外水圧差(管理用)	水圧計	8
●	揚水量(管理用)	DW揚水量	1
◇	鉛直方向鉄筋応力度(参考用)	鉛直方向鉄筋計	16
○	変位(参考用)	挿入式傾斜計	6
▶	土圧(参考用)	土圧計	1

表-1 計測管理方法

	管理基準値	対応策
定常体制		・ 施工を続行する。
注意体制	一次管理基準値	・ 観測体制を強化しながら施工を続行する。 ・ 要因を分析し、収束傾向の場合には工事を続行し、発散傾向の場合には警戒体制に移行する。
	二次管理基準値	
警戒体制		・ 掘削を一次中断する。 ・ 要因を再分析し、協議を行う。 ・ 必要に応じて対策工を検討し、実施する。 ・ 必要に応じて管理基準値を見直す。

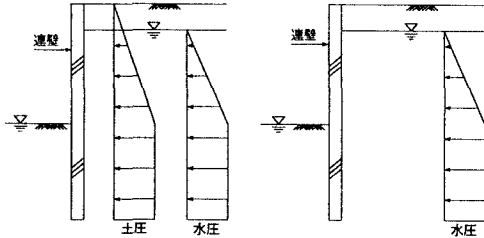


図-3 解析モデル

外水圧差の管理基準値は、まず、前述した既往の円筒形連壁の内側間隙水圧計計測値と連壁内面水位が掘削面から静水圧分布するとした場合の水圧に対する比率を算定し、その結果の90%信頼区間から間隙水圧計のバラツキを算定した。そして、事前に行った浸透流解析結果より得られた内外水圧差にこのバラツキを考慮して管理基準値を設定した。図-5に既往の計測データのバラツキの結果を示す。図-5より解析値±20%を内外水圧差の管理基準値と設定した。

(3) ディープウェル揚水量

連壁の止水性を確認するため、ディープウェルからの揚水量に対し、事前に行った浸透流解析結果から管理基準値を設定した。

4.2 二次管理基準値

二次管理基準値は、これを超えた場合掘削を中断することから、連壁の耐力上問題となる場合と考え、円周方向鉄筋応力度にのみ設定し、設計地震力が作用した場合に許容応力度となる値とした。

5. 計測結果

最終掘削時の計測結果を図-6及び表-2に示す。表-2より各計測値はいずれも管理基準値以内であり、問題なく掘削は完了した。また、計測データは少ないものの、今回の計測データのみから円周方向鉄筋応力度の平均値に対するバラツキ及び連壁内外水圧差の平均値に対するバラツキを算定した結果、その値は各々21%及び10%であり、既往の計測結果以下であった。

6. まとめ

1. 円筒形連壁を用いた大規模掘削の管理方法として、3段階の管理体制を設定した。
2. より明確に連壁の挙動を把握するため、円周方向鉄筋計に平均値とバラツキの2つの一次管理基準値を設けた。
3. 一次管理基準値の設定については、既往の計測データを基にそのバラツキを考慮した。
4. 円筒形連壁における円周方向鉄筋計及び間隙水圧計の計測値のバラツキは各々±30%、±20%程度と推定される。

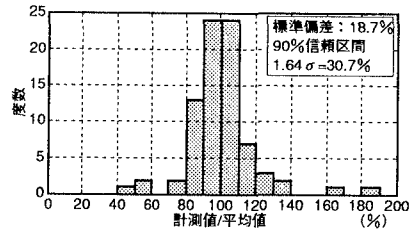


図-4 円周方向鉄筋応力度バラツキ

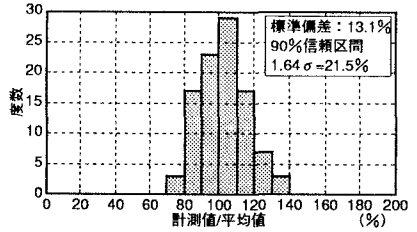


図-5 間隙水圧バラツキ

表-2 計測結果（最終掘削時）

深度 (D.L.m)	角度 (°)	計測値(kgf/cm ²)			一次管理基準値 (kgf/cm ²)	
		内側	外側	平均	全体の管理	バラツキの管理
-7	10	163	257	202	118~367	±142
	190	221	168			
	10	328	436	369		
	190	364	350			
-30	10	438	579	491	288~776	±379
	100	480	424			
	145	547	455			
	190	546	431			
	280	499	474			
	325	594	423			
-39	10	353	392	368	185~549	±295
	190	377	349			

深度 (D.L.m)	角度 (°)	計測値(t/m ²)		一次管理基準値 (t/m ²)	計測値 (m ³ /日)	一次管理基準値 (m ³ /日)
		平均	平均	揚水量		揚水量
-45	10	33.2	33.7	23.1~42.0	17.4	28.3
	190	34.2				
-63	10	11.1	12.3	9.7~17.6		
	190	13.5				

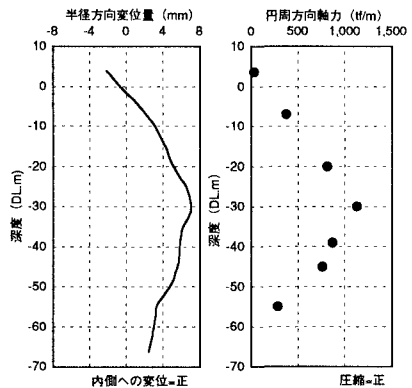


図-6 計測結果（最終掘削時）