

地中埋設管応力算定式に関する一評価

豊橋技術科学大学 正員 栗林 栄一 正員 河邑 眞
 豊橋技術科学大学 正員 由井 洋三 ○学生員 山中 司信

1. まえがき

地中埋設管に生ずる応力ならびに作用する土圧については、48年9月に通産・運輸・建設・自衛各省告示第一号「石油パイプライン事業の事業用施設の技術上の基準の細目を定める告示」(以下、「技術基準」と呼ぶ)における地中埋設管に関係する事項で、それらの算定方法が石油パイプラインのような剛性管に関して規定された。そこでそれらの方法およびその他の算定方法により、たわみ性管についての応力算定式の評価をすべく、地中埋設管にたわみ性管である塩化ビニルパイプを用いてフィールド埋設試験を行なう、ためである。

2. 試験概要

長さ15 mまたは30 mの管体をFig.-1.のように60, 120, 200 cmの深さに3本埋設し供試管には硬質塩化ビニル管(VP300, 31.8φ, $t=16.2$ mm, $E=29700$ kgf/cm²)を用い、1)埋めもじし時、2)水圧加圧時、3)20 tトラックによる載荷を行い、それぞれの場合について管体に作用する土圧、管体に生ずる歪等の計測を行った。

フィールド試験場は豊橋技術科学大学校庭であり、地盤特性はFig.-2.に示すように表層から6 mまではシルト質細砂で、それより10 mまでは粘土質砂で、N値は深さ10 mより浅い地盤では10以下である。その地盤にFig.-3.に示す溝を掘り、管頂より上10 cmまでは埋めもじし土に砂を用い、突き固めた後、それより上の部分は掘りおこした土を埋めもじし土に用い20 cm毎にランマーで突き固めた。また、埋設深さ200 cmのものについては矢板掘削し埋めもじしが管頂より110 cmに達したところで引き抜いた。なお、埋めもじし土の単位体積重量は1.76 t/m³であった。

3. 試験結果および計算値

管に作用する土圧

地中埋設管に作用する土圧計算方法について、管と土の相対変形を考慮したものはMarstonの理論より導かれる。Fig.-3.に示す溝型の場合の土圧計算式については

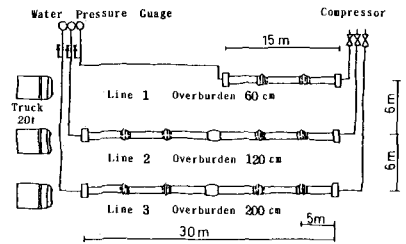


Fig.-1. Arrangement of Buried Pipes

sampling position (m)	columnar section	soil type	depth (m)	standard penetration test			
				depth (m)	N value	2	4
0.0	GP	GP	0.00	1.00	6		
1			2.00	4			
2			3.00	9			
3		SM	4.00	6			
4			5.00	7			
5			6.00	5			
6			7.00	6			
7			8.00	7			
8		ML	9.00	8			
9			10.00	12			
25		GM	25.25	25.25	50		

Fig.-2. Soil Properties

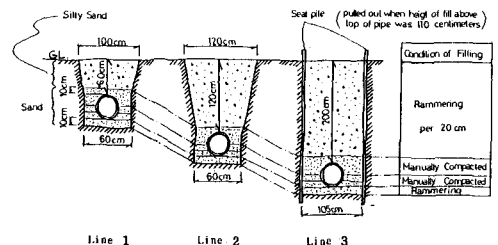


Fig.-3. Condition of Filling

$$W_m = C_d \gamma B_d^2 \quad (1)$$

ただし

$$C_d = \frac{1 - e^{-K(H/B_d)}}{K}$$

ここに W_m : Marstonの理論における管の単位長あたりの土圧

C_d : 荷重係数, H : 土かぶり, B_d : 溝幅

γ : 埋めもじし土の単位体積重量

K : 土圧係数

一方、「技術基準」式における土圧計算は通常の場合

$$W_s = \gamma H B_c \quad (2)$$

ここに W_s : 「技術基準」式における管の単位長あたりの土圧

B_c : 管の外径

であり Fig.-4., Fig.-5. に実測土圧および(1),(2)式による計算値を示した。

土圧による円筒方向応力

一般に土圧による円筒方向応力を求めるには Spangler の理論によるものが用いられ、「技術基準」においても Spangler の理論による計算式が用いられている。その式は

$$\sigma = \frac{D_e K_b W R E I}{E I + 0.061 k_H R^4 + 2 p_i D_e K_x R^3} \frac{1}{Z} \quad (3)$$

ここに σ : 円筒方向応力

D_e : ためみ時間係数, E : マング係数

K_b, K_x : 基床の状況による係数

W : 管の単位長あたりの土圧

k_H : 埋めもじし土の水平方向地盤反力係数

I : 管壁の管軸方向単位長あたりの断面二次モーメント

R : 管の半径

p_i : 内圧

Z : 管壁の管軸方向単位長あたりの断面係数

であり Fig.-6., Fig.-7. に実測の円筒方向応力および(3)式において W と W_m または W_s を用いた場合の計算値を示した。

以上より水道用などに用いられる塩化ビニルパイプのようなためみ性質を有する外に Marston の理論によるものを用いた計算が、作用する土圧ならびに生ずる応力をよく表わしている。

参考文献) 「石油パイプライン事業の事業用施設の技術上の基準の細目定め告示」

通産・運輸・建設・自治各省告示第一号, 昭和48年9月

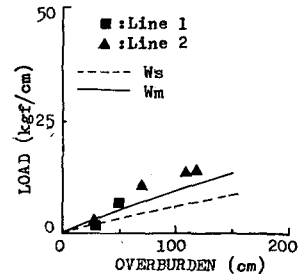


Fig.-4. Relationship between Overburden & Load

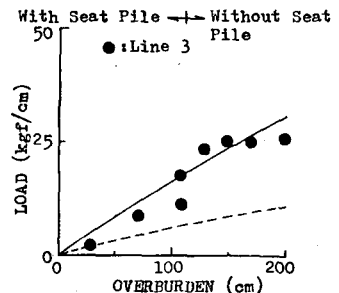


Fig.-5. Relationship between Overburden & Load

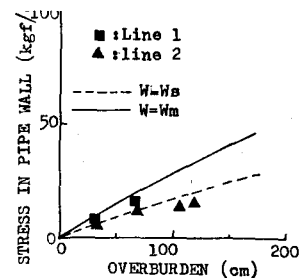


Fig.-6. Relationship between Overburden & Stress

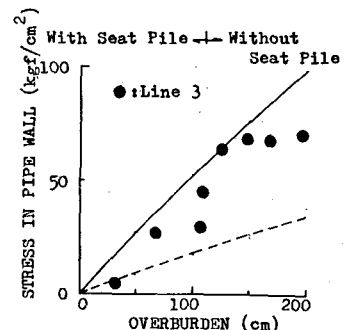


Fig.-7. Relationship between Overburden & Stress