

設 計

Sample Marked Sheet（一部抜粋）

「パイプライン」

（令和3年6月30日）

基準

基準の運用

基準及び運用の解説

7 基本設計	7-9 管体及び継手等の選定	32
10 管路の構造設計	10-1 一般事項	42
	10-2 基礎工法の選定	44
	10-3 荷重	44
	10-4 管体の横断方向の設計.....	52
	10-5 管体の縦断方向の設計.....	72
	10-6 耐震設計	72
	10-7 配管設計	74
	10-8 スラスト力の検討.....	76
	10-9 横断工の設計	76
	10-10 防食	76

本リストは、新基準書（R3/6/30）の「基準及び運用の解説」において、旧基準書（H21/3）と比較検証し、特に弊社「パイプライン構造計算シリーズ」と関係性のある項目について、その対象ページを抜粋し、改定箇所（追記・変更・削除）に旧基準書のページ番号も併記し朱記（マークド）しています。

また、本基準書において表記ミスと思われる項目につきまして青色で表記していますが、農政局より提示された正誤表や弊社が確認した項目につきましてその確認内容（結果）も表記しています。

尚、現時点（R3/9/17）で朱記している項目に対して今後提示される正誤表や弊社の朱記もれによる変更点がありましたら順次本リストの内容を訂正しご案内させていただきます。

作成者：（株）S I Pシステム 技術サービス R3/9/17時点

Sample Marked Sheet

66

67

基準（事務次官通知）	基準の運用（農林振興局長通知）

基準及び運用の解説

E : 管材のヤング係数 (kN/m^2)

E_L は管材のヤング係数（長期）、 E_S は管材のヤング係数（短期）

I : 管軸方向を軸とし、管延長 1m 当たりの管壁の断面二次モーメント (m^4/m)

e' : 基礎材の反力係数 (kN/m^2)

e'_0 : 現地盤、施工方法、基礎材による基準反力係数 (kN/m^2)（表-10.4.8）

α_a : 管心レベルの溝幅による補正係数

（ただし、現地盤が岩盤の場合は補正しなくてよい）

B_o : 設計の管心レベルの溝幅 (m)（図-10.4.1）

B_S : 標準溝幅 (m)（表-10.4.9）

α_b : 基礎材の締固めによる補正係数（表-10.4.10）

α_w : 地下水の影響による補正係数

$\alpha_w = (P_r - 45)/50$

P_r : 基礎材の締固め度 $\leq 95\%$

基礎材の反力係数は、現地盤の土質及び施工現地盤の土質試験を実施し、施工方法及び現場条件を考慮の上、適正に算定しなければならない。

ただし、固化処理土の反力係数は $7,000\text{kN/m}^2$ とする。なお、流動化処理土の施工実績では、母材により強度が大きく異なることがあるため留意する必要がある。

また、口径 300mm 以下の管の場合、水平土圧が小さいため e' の大小が管種に与える影響は比較的小さい。この意味合いから、この場合の e' 値は $3,000\text{kN/m}^2$ を用いてよい。

なお、複数年にわたって口径 1,000mm 以上の管路の設計施工が継続する場合は、たわみ量試験によって設計に用いる反力係数を決定することとするが、たわみ量計測値から逆算した e' 値が、基準値（表-10.4.8）の $\pm 10\%$ の範囲内であれば、計測から求めた値を採用する。

設計に用いる諸定数は、以下のとおりとする。

表-10.4.5 管体の単位体積重量

管 種	単位体積重量 (kN/m^3)
遠 心 力 鉄 筋 コ ン ク リ ー ト 管	24.0
コア式プレストレストコンクリート管	24.5
ダ ク タ イ ル 鋳 鉄 管	70.0
銅 管	77.0
硬 質 ポ リ 塩 化 ビ ニ ル 管	14.0
ポ リ エ チ レ ン 管	9.4
強化プラスチック複合管	19.6
ガラス繊維強化ポリエチレン管	11.0

注) 管体の単位体積重量は各管の種類によっても異なる。

追

追記

追記（旧 p 67）

追記（旧 p 67）

追記（旧 p 67）

Sample Marked Sheet

表-5.2.2 設計水圧による使用管種の目安（管体の耐水圧強度からの目安）

管 種	設計水圧 (MPa)	備 考
遠心鉄筋コンクリート管 (RC)	2K	0.13
	4K	0.26
	6K	0.40
コア式プレストレストコン クリート管 (PC)	1 種	1.33
	2 種	1.06
	3 種	0.80
	4 種	0.53
	5 種	0.40
ダクタイル鋳鉄管 (DCI)	AL1 種 AL2 種	1.0
硬質ポリ塩化ビニル管 (PVC)	VH	1.25
	VP	1.0
	VM	0.8
	VU	0.6
ポリエチレン管 (PE)	(一般用)	注 3)
	2 種	計算 する
	3 種	計算 する
	(水道配水用)	1.0
強化プラスチック複合管 (FRPM)	1 種	1.11
	2 種	0.89
	3 種	0.60
	4 種	0.43
	5 種	0.21
ガラス繊維強化 ポリエチレン管 (PEGF)	1 種	注 6)
	2 種	注 6)
	3 種	注 6)

注 1) 設計水圧は本表を限度とする。

2) 硬質ポリ塩化ビニル管の設計水圧は JIS K 6741 により定めた。

3) ポリエチレン管 (一般用) の設計水圧は、Nadav の式 $P = 2\sigma t / (D - t) \cdot 1/c$ (P = 管内水圧 MPa、 σ = 長期静水強度 MPa、 t = 管厚 (mm)、 D = 管外径 (mm)、 c = 設計係数 2) により求める。

4) PTC : 配水用ポリエチレンパイプシステム協会規格

5) 強化プラスチック複合管の設計水圧は、試験内圧の 1/2 に限界ひずみ比 (0.85) を乗じた値としている。

6) ガラス繊維強化ポリエチレン管の設計水圧は、Nadav の式 $P = 2\sigma t / (D + t) \cdot 1/c$ (P = 管内水圧 MPa、 σ = 長期静水強度 MPa、 t = 管厚 (mm)、 D = 管内径 (mm)、 c = 設計係数 2) により求める。

追記
(旧 p 125)

VU変更 (旧40~700mm)

変更 (旧 p 125)

変更 (旧75~150mm)

追記

設計水圧変更 (旧 p 125)

追記
(旧 p 125)

管体自重が示されていない場合は、管体の単位体積重量（表-9.4.8 参照）を用いて算出する。

(2) 水重

表-9.3.10 管体の水重

管 区 分	検討方向	考慮する	考慮しない
不とう性管	横断方向	○	—
	縦断方向	○	—
とう性管	横断方向	○	—
	縦断方向	○	—

(3) 水平荷重

管体の自重及び管内水重による水平荷重は、とう性管について、式(9.3.21)、(9.3.25)により算定する。

a. 管体の自重による水平荷重

$$P_p = \frac{1}{F_1} \cdot \frac{e'}{R} \cdot \frac{\Delta X}{2} \dots\dots\dots (9.3.21)$$

ここに、

P_p : 管体の自重による水平荷重 (kN/m²)

F_1 : 変形遅れ係数 (表-9.4.9 参照)

e' : 土の反力係数 (kN/m²) (「9.4.4 とう性管の管種選定」の(5)参照)

R : 管厚中心半径 (m)

ΔX : 管体の自重による水平たわみ量 (m)

$$\Delta X = F_1 \cdot \frac{2K_p \cdot W_p \cdot R^4}{E_L \cdot I + 0.061e' \cdot R^3} \dots\dots\dots (9.3.22)$$

適用変更
(旧 p 291)

K_p : 基礎の支持角によって決まる係数 (表-9.4.7 参照)

W_p : 管体の単位面積当たり重量 (長さ方向 1m の環片から円周方向に 1m の間隔で切取ったものの重量) (kN/m²)

$$W_p = \gamma_p \cdot t \dots\dots\dots (9.3.23)$$

E_L : 管材のヤング係数 (長期) (kN/m²) (表-8.2.1 参照)

I : 管軸方向を軸とし、管延長 1m 当たりの管壁の断面二次モーメント (m⁴/m) **EL=0.8×Es E=Es**

$$I = t^3 / 12 \dots\dots\dots (9.3.24)$$

γ_p : 管体の単位体積重量 (kN/m³) (管体の自重が示されていない場合は、表-9.4.8 を用いて単位体積重量を求めてよい。)

t : 管厚 (m)

b. 管内水重による水平荷重

$$P_0 = \frac{1}{F_1} \cdot \frac{e'}{R} \cdot \frac{\Delta X}{2} \dots\dots\dots (9.3.25)$$

※従来の E は、E=Es となり
EL は、樹脂系管材は短期の値にクリープ係数 0.8 を乗じた値を用いる。(有効数字 2 桁 (3 桁目四捨五入))。
と記載 (新基準書 p 233 の表 8.2.1 の注 1) を参照。

Sample Marked Sheet

b. 強化プラスチック複合管

強化プラスチック複合管は、複合材料でできているため、単一材料について導かれた応力計算式から管厚を求めることはできない。

したがって、不とう性管と同様に、内外圧合成式を用いて、設計水圧がその管の許容内圧以内となるような管種を選定する。

追記
(旧 p 300)

計算に用いる「 P_c : 内圧が 0 の時の外圧線荷重」、「 H_c : 外圧が 0 の時の内圧」の値は、JIS 規格を参考とした協会試験等に基づく短期の限界ひずみ値と ISO 10471 に基づく長期極限曲げひずみ試験、ISO 7509 に基づく内圧クリープ試験、ISO 10928 に基づく回帰分析による 50 年後の限界ひずみ値との比率により設定した限界ひずみ比を乗じた値を用いる。

$$H_p = \frac{H_c}{S} \left\{ 1 - \left(\frac{P_H}{P_c / S} \right)^n \right\} = \frac{H_c}{S} \left\{ 1 - \left(\frac{P_H}{P_c / S} \right)^{2.0} \right\} \dots\dots\dots (9.4.8)$$

ここに、

改定（表記変更）
(旧 p 300)

H_p : 外圧が P_H のときの（許容）内圧 (MPa)

P_c : 内圧が 0 のときの外圧線荷重×限界ひずみ比 (0.66) (kN/m)

H_c : 外圧が 0 のときの内圧×限界ひずみ比 (0.85) (MPa)

P_H : 内圧が H_p のときの（許容）外圧線荷重 (kN/m)

S : 安全率 (2.0 以上)

n : 管の種類や構造等によって決まる係数

(強化プラスチック複合管は 2.0 とする)

強化プラスチック複合管についての n 値の試験結果はないが、材質等について他管種と比較して考えると、 n は 2.0 以下にならないと考えられるので、本技術書では $n=2.0$ とする。

管種選定の手順は、不とう性管の場合と全く同様である。なお、最大曲げモーメントの算出には表-9.4.2 を用いる。

(4) たわみ率から求める管厚計算式

とう性管のたわみに対する検討には、スパングレーの修正式に管内水重、管体の自重及び活荷重等を考慮して補正した式 (9.4.9a) を用いる。

$$\Delta X = \Delta X_1 + \Delta X_2 \dots\dots\dots (9.4.9a)$$

$$\Delta X_1 = F_1 \frac{2(K \cdot W_v \cdot R^4 + K_0 \cdot w_0 \cdot R^5 + K_p \cdot W_p \cdot R^4)}{E_L I + 0.061e' \cdot R^3} \dots\dots\dots (9.4.9b)$$

$$\Delta X_2 = F_2 \frac{2K \cdot W_w \cdot R^4}{E_s I + 0.061e' \cdot R^3} \dots\dots\dots (9.4.9c)$$

変更 (EL)
(旧 p 301)
 $E = E_s$
 $EL = 0.8E_s$

水平たわみ量の管厚中心直径に対する比率 (%) は、式 (9.4.9b)、(9.4.9c) を代入して変形すると、式 (9.4.10) で表される。

$$\frac{\Delta X}{2R} \times 100 = \left\{ \frac{F_1(K \cdot W_v + K_0 \cdot w_0 \cdot R + K_p \cdot W_p)}{E_L I + 0.061e' R^3} + \frac{F_2 \cdot K \cdot W_w}{E_s I + 0.061e' R^3} \right\} \times 100 (\%) \dots\dots\dots (9.4.10)$$

Sample Marked Sheet

- ③ 直管部の受働土圧による合力 F_n (kN)

$$F_n = 2 \cos \frac{\theta}{2} \cdot L_p \cdot F \cdot \frac{1}{2} w (H_2^2 - H_1^2) \tan^2 \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) \cdot \frac{1}{2} \dots \dots \dots (9.8.42)$$

ここに、

L_p : 曲管に隣接する直管 1 本の長さ (m)

ただし、特殊押輪 1 個使用の場合 ($L \leq L_p$) は、 L_p を L に置換える。

F : 曲面の受働土圧の補正係数 (0.65 とする)

H_2 : 地表面から管底面までの深さ (m)

H_1 : 地表面から管頂面までの深さ (m)

ϕ : 土の内部摩擦角 ($^\circ$)

- ④ 力の釣合い

$$P \leq (F_s + F_n) / S_0 \dots \dots \dots$$

ここに、

S_0 : 許容安全率 (1.5 以上)

基準書表記ミス
R3/9/7農政局
より回答有り

式(9.8.43)を満足するような一体化長さ L を計算する。

- ⑤ 一体化長さの計算手順

最初に**式(9.8.44)**で L' (m) を計算する。

※水平抵抗力 ($-Rh/2$) が抜けていた。

$$L' \geq \frac{S_0 \left[H \cdot a_c \cdot \sin(\theta/2) - Rh/2 \right]}{\sin \frac{\theta}{2} \cdot \mu \cdot w \cdot H_c \cdot \pi \cdot D_c + \frac{1}{4} \cos \frac{\theta}{2} \cdot F \cdot w \cdot (H_2^2 - H_1^2) \tan^2 \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right)} \dots \dots \dots (9.8.44)$$

式(9.8.44)で求めた L' が、(旧 p 408) 1/4 が正しい。(正誤表 (R3/8)

$L' \leq L_p$ のときは、 L' が求める一体化長さ L である。

また、

$L' > L_p$ のときは、**式(9.8.45)**により L (m) を計算する。

$$L' \geq \frac{S_0 \cdot H \cdot a_c \cdot \sin \frac{\theta}{2} - \frac{1}{4} \cos \frac{\theta}{2} \cdot L_p \cdot F \cdot w \cdot (H_2^2 - H_1^2) \tan^2 \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right)}{\sin(\theta/2) \cdot \mu \cdot w \cdot H_c \cdot \pi \cdot D_c} \dots \dots \dots (9.8.45)$$

表記ミス
記号は「L」

※本式にも水平抵抗力 ($-Rh/2$) が抜けていた。
よって： $S_0 \cdot [H \cdot a_c \cdot \sin(\theta/2) - Rh/2]$ が正しい。

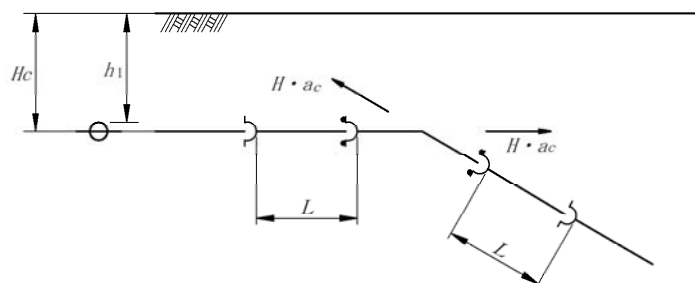


図-9.8.17 垂直曲管に使用する場合