

第 4 章 技術資料

1. 高濃度泥水配合表(参考)

標準配合(1m³当り)

材 料	粉末粘土 (kg)	増粘材 (kg)	目詰材 (kg)	水 (kg)	送泥率 (%)
普通土(粘性土・砂質土)	120	1.5	8.0	942.6	50~100
砂礫土(礫率30%未満)	240	1.8	10.0	891.6	50
砂礫土(礫率30~40%未満)	300	2.4	12.0	864.8	50.0~53.2未満
砂礫土(礫率40~60%未満)	360	3.0	12.0	839.8	53.2~73.2未満
砂礫土(礫率60~80%未満)	420	3.6	14.0	811.3	73.2~98.8未満
固結土(N>10・qu<3MN/m ²)	120	0	0	951.0	125

注1) 送泥率は掘削土量 100%に対しての送泥量の率(%)です。

注2) 固結土層においては、粘土付着防止剤を使用することもあります。

工法標準配合A(1m³当り)

材 料	I707ガ (kg)	7リ-カット (kg)	水 (kg)
粘性土(N値5以上50未満)	9.0	0.0	996.4
粘性土(N値5未満)、砂質土(N値25未満)	18.0	8.10	986.3
砂質土(N値25以上) 砂礫土(礫率30%未満、最大礫径20mm未満)	24.0	10.0	982.3
砂礫土 礫率 30~40%未満	36.0	12.0	975.9
砂礫土 礫率 40~60%未満	42.0	12.0	973.6
砂礫土 礫率 60~80%未満	48.0	14.0	969.6
粘性土(N値5以上50未満)	9.0	0.0	996.4

工法配合B(1m³当り)

材 料	ホリダス-GM (kg)	7リ-キューブ (kg)	水 (kg)
粘性土(N値5以上50未満)	18.0	0.0	993
粘性土(N値5未満)、砂質土(N値25未満)	18.0	0.0	993
砂質土(N値25以上) 砂礫土(礫率30%未満、最大礫径20mm未満)	36.0	0.0	986
砂礫土 礫率 30~40%未満	40.0	6.0	978
砂礫土 礫率 40~60%未満	44.0	8.0	974
砂礫土 礫率 60~80%未満	48.0	10.0	971

2. 一次注入滑材配合表 (参考)

可塑剤標準配合

クリーンFD		スライディングSS		カントールS		ネオモールC	
A剤	B剤	A剤	B剤	A剤	B剤	A剤	B剤
48ℓ	28kg	48ℓ	25kg	48ℓ	28kg	45kg	25kg
水 152ℓ	水 188ℓ	水 152ℓ	水 188ℓ	水 152ℓ	水 190ℓ	水 155ℓ	水 188ℓ
200ℓ	200ℓ	200ℓ	200ℓ	200ℓ	200ℓ	200ℓ	200ℓ
400ℓ		400ℓ		400ℓ		400ℓ	

注1) 砂礫層においては不測の推力上昇を考慮し、弾性強度の高い角形弾性体質の特殊滑材を使用することもあります。

3. 2次注入滑材配合表(参考)

配合例 1(1m³当り)

材 料	LVS滑材	7リ-ウッド (7リキョ-ブ)	水
土 質	(kg)	(kg)	(ℓ)
透水係数 10 ⁻³ 以上	6.8	2.0 (3.0)	993
透水係数 10 ⁻⁴ 以下	6.8	—	996

配合例 2(1m³当り)

材 料	S-9102	ウ-ドメ-ル	水
土 質	(kg)	(kg)	(ℓ)
透水係数 10 ⁻³ 以上	7.33	3.0	990
透水係数 10 ⁻⁴ 以下	7.33	—	993

参考配合例(1m³当り)

区 分	配 合 例						摘 要
混 合	ヘントナイト	マッド・オイル	ハイケル	C M C	石膏	清水	標準 地下水のない粘性土 地下水のある砂質土
	250メッシュ kg	リットル	kg	kg	kg	m ³	
	100	40	2	2	—	0.90	
	100~80	20	—	2	1~4	0.95	
一 体 型 混 合	100~80	20	2	—	1~2	0.95	地下水のある砂質土
	スハ-ル (kg)		清水 (m ³)		摘 要		
	45		0.95		地下水の少ない粘性土、砂質土		
	47.25		0.945		地下水の多い砂礫土、礫層		
リ ュ - フ ク イ ク	リュ-フクイック		清水 (m ³)		摘 要		
	25~30		0.99~0.985		土質による混合水量を調整する。		
固 結	スライディングSS						摘 要
	A 液			B 液			注入は1.5ショット方式 20~40秒でゲル化する。
	A 剤 (kg)	清水 (m ³)	B 剤 (kg)	清水 (m ³)			
	162	0.38	50	0.47			
粒 状	I M G (kg)		清水 (m ³)		摘 要		
	65		0.975		I M G は 2 0 0 倍程度に膨張する。		
	オスモ-ル (kg)		清水 (m ³)		摘 要		
	75		0.96		砂礫用として開発		
	リュ-フクイック (kg)		清水 (m ³)		摘 要		
75		0.97					

推進工法講座 基礎知識編より引用(一部省略)

4. 裏込材配合表(参考)

一体型裏込材配合表(参考)

(1 m³当り)

品 名	一体型裏込材(kg)	水(m ³)
オールカバー	400	0.86
オールロック	400	0.86

混合型裏込材配合表(参考)

(1 m³当り)

品 名	セメント(kg)	裏込材(kg)	水(m ³)
ウラゴメセッター	500	375	0.68
ウラゴメセッターS	500	125	0.79
Fサンド	500	375	0.68
フィルクレー	500	125	0.80
パドンR	500	75	0.80

(公社)日本推進技術協会 泥濃式推進工法編 2011 改訂版より引用

裏込材配合表(参考)

(1 m³当り)

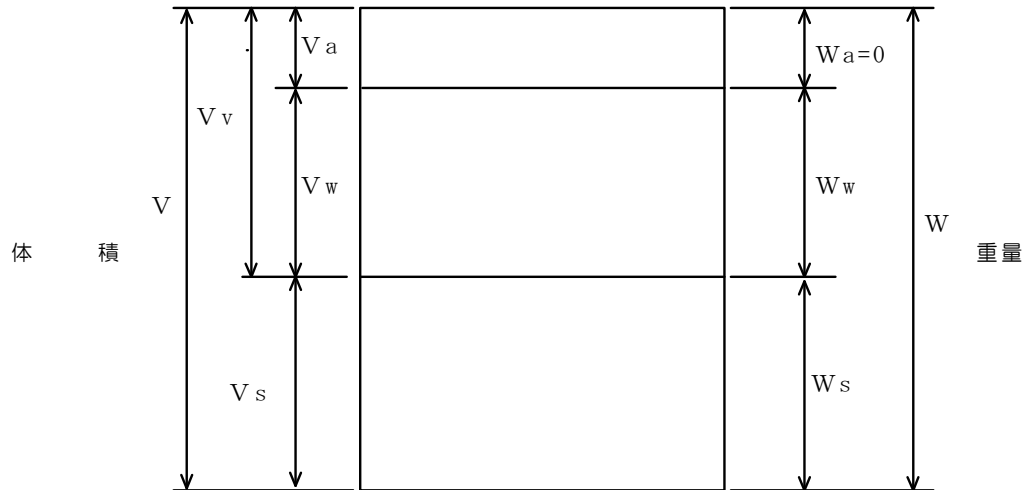
セメント	ファイブツ1	粉末粘土	分散剤	ハソトナト	目詰材	水	備 考
500 kg	250 kg		4 kg	100 kg	5 kg	0.70 m ³	
400 kg		400 kg	4 kg	50 kg		0.70 m ³	
300 kg		微砂 500 kg	5 kg	80 kg		0.68 m ³	

(公社)日本推進技術協会 泥濃式推進工法編 2011 改訂版より引用

5.土の基本的性質

1) 組成図

図 2-1 組成図



2) 計算方法

Va : 空隙体積	Vs : 土粒子の体積	Vw : 水の体積
Wa : 空隙重量=0	Ws : 土粒子の重量	Ww : 水の重量
Gs : 土粒子の比重	γ_s : 土粒子の単位体積重量	γ_w : 水の単位体積重量

1) 間隙比：土粒子体積に対する空気・水の体積比

$$e = \frac{V_v}{V_s} = \frac{n}{100-n} = \frac{\gamma_w}{\gamma_d} \times G_s - 1$$

2) 間隙率：全体積に対する土粒子以外の体積の割合

$$n = \frac{V_v}{V} \times 100 = \frac{e}{1+e} \times 100 (\%)$$

3) 含水比：土粒子重量に対する水重量の割合

$$\omega = \frac{W_w}{W_s} \times 100 (\%)$$

4) 飽和度：空隙体積に占める水体積の割合

$$S_r = \frac{V_w}{V_v} \times 100 (\%) = \frac{\omega \cdot \gamma_s}{e \cdot \gamma_w} = \frac{\omega \cdot G_s}{e}$$

5) 比重：土粒子

$$G_s = \frac{W_s}{V_s \cdot \gamma_w} = \frac{\gamma_d}{\gamma_w} \times (1+e)$$

6) 湿潤重量：

$$\gamma_t = \frac{W}{V} = \frac{W_s + W_w}{V}$$

7) 乾燥重量：

$$\gamma_d = \frac{W_s}{V} = \frac{\gamma_t}{1 + \omega/100} = \frac{\gamma_w \cdot G_s}{1+e} = \frac{\gamma_s}{1+e}$$

8) 飽和重量：空隙を完全に水で飽和した時の単位重量

$$\gamma_{sat} = \frac{G_s + e}{1+e} \times \gamma_w$$

9) 水中重量：水中に浸けた状態で浮力を受けた場合の単位重量

$$\gamma_{sub} = \frac{G_s - 1}{1+e} \times \gamma_w$$

6. 土質定数の推定(1)

1) N値

63.5kg のハンマーを 75cm 落下させサンプラーを 30cm 打ち込むのに要した打撃回数をN値といい、地盤が非常に締まって堅いとき、N=50 を限度としてそのときの貫入量を測定します。この場合、換算N値 = (50/貫入量) × 30 として計算します。

(例 50/15 換算N値=100)

2) 一軸圧縮強度 (q_u)

粘土のコンステツク、N値と一軸圧縮強度 q_u (N/mm²) との関係

コンステツク	非常に軟らかい	軟らかい	中位の	硬い	非常に堅い	固結した
N	2以下	2~4	4~8	8~15	15~30	30以上
q _u	0.025以下	0.02~0.05	0.05~0.1	0.1~0.2	0.2~0.4	0.4 以上

(土質工学会：土質調査法より)

3) 粘着力

$$C = q_u / 2 \quad (\text{道路橋示方書より})$$

$$q_u = N / 80 \quad (\text{Terzaghi-Peck の式}) \quad \text{より} \quad C = 0.00625N \quad (\text{N/mm}^2)$$

4) 内部摩擦角

$$\phi = \sqrt{1.5N} + 1.5$$

N値と砂の相対密度、内部摩擦角との関係

N値	相対密度(Relative Density) $D_r = (e_{max} - e) / (e_{max} - e_{min})$	内部摩擦角 ϕ		
		Peck による	Meyerhof による	
0~4	非常に緩い(Very Loose)	0.0~0.2	28.5以上	30 以上
4~10	緩い(Loose)	0.2~0.4	28.5~30	30~35
10~30	中位の(Medium)	0.4~0.6	30~36	35~40
30~50	密な(Dense)	0.6~0.8	36~41	40~45
50以上	非常に密な(Very Dense)	0.8~1.0	41以上	45 以上

(土質工学会：土質調査法より)

5) 透水係数

(1) ダルシーの法則

$$Q = k \cdot A \cdot \frac{dh}{dL} = k \cdot A \cdot i$$

$$V = \frac{Q}{A} = k \cdot i$$

k：透水係数 cm/sec

Q：面積Aの断面を流れる流量

V：平均流速 (実流速 = V/8)

i：動水勾配 (無次元)

(2) 土の種類と透水性

土の種類と透水係数の関係

	5 μ m	75 μ m	425 μ m	2mm	4.75mm	19mm	75mm	300mm				
	粘土	シルト	細砂	粗砂	細礫	中礫	粗礫	コブル	ボルダー			
	10 ²	10	1	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶	10 ⁻⁷	10 ⁻⁸	10 ⁻⁹
透水性	大きい		中位		小さい		非常に小さい		実質上不透水			
土の種類 統一分類	きれいな礫 (GW),(GP)		きれいな砂および きれいな砂と礫の 混合土 GW,SW		微細砂、シルト、砂・シルト 粘土の混合土、層状粘土など (SM),(SC),(ML)		不透水性の土が草木・風化で変化した		不透水性の土、たと えば風化を受けていない 均質な粘土 (CH),(MH),(VH)			
			SW,WP,G	M								

(3) 推定透水係数

Hazenの方法 $k = C (0.7 + 0.03t) d_e^{0.2} \approx 100 d_e^{0.2}$ (cm/sec)

C：係数 (50~150) t：水温 d_e ：10%通過粒径 (cm)

Creagerの方法 $k = 0.359 D_{20}^{2.327}$ (cm/sec) D_{20} ：20%通過粒径 (mm)

7. 土質定数の推定(2)

自然状態の土の性質

	自然含水比 %	真比重	液性限界 WL(%)	塑性限界 WP(%)	湿潤密度 tf/m ³	自然間隙比
砂	5~20	2.6~2.8	—	—	1.6~2.0	0.5~1.0
砂質土	20~40	2.5~2.7	30~50	20~40	1.6~1.8	1.1~2.0
砂質シルト	30~60	2.5~2.7	40~70	30~50	1.5~1.6	1.5~2.5
粘土シルト	50~100	2.5~2.7	40~120	30~70	1.4~1.7	1.5~3.0

(土質工学会：土質試験法より)

自然状態土の間隙率と、間隙比および単位重量

土の種類	間隙率 n(%)	間隙比 e	含水比 W(%)	単位重量	
				γ_d (kN/m ³)	γ_{sat} (kN/m ³)
1 砂 均等で、ゆるい	46	0.85	32	14.01	18.52
2 砂 均等で、密な	34	0.51	19	17.15	20.48
3 砂 混合の、ゆるい	40	0.67	25	15.58	19.50
4 砂 混合の、密な	30	0.43	16	18.13	21.07
5 粘土(氷成)軟らかい	55	1.22	45	11.66	17.05
6 粘土(氷成)硬い	37	0.59	22	16.37	19.99
7 粘土(有機質少)軟らかい	66	1.94	70	8.82	15.29
8 粘土(有機質多)軟らかい	75	3.00	110	6.47	13.82
9 ベントナイト 軟らかい	84	5.25	194	4.12	12.35

((社)日本下水道管渠推進技術協会：推進工法講座基礎知識編より)

土質定数参考表

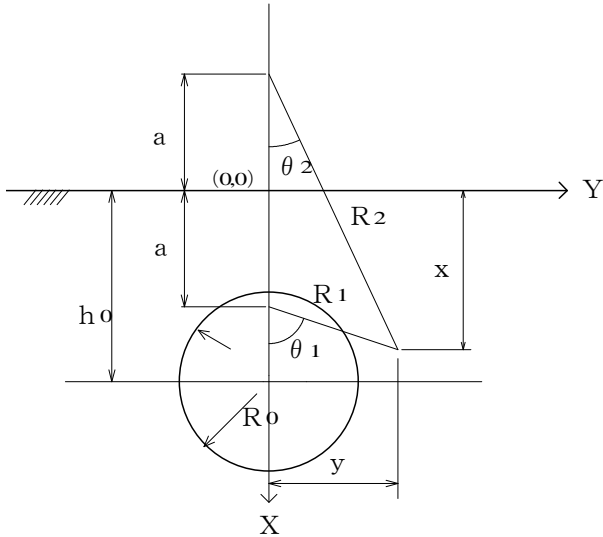
種類	状態	単位体積重量 kN/m ³	内部摩擦角 (度)	粘着力 kN/m ²	摘要 (統一分類)		
盛土	礫および礫混じり砂	締め固めたもの	20	40	0	(GW)・(GP)	
	砂	締め固めたもの	粒度の良いもの	20	35	0	(SW)・(SP)
			粒度の悪いもの	19	30	0	
	砂質土	締め固めたもの	19	25	30以下	(SM)・(SC)	
	粘性土	締め固めたもの	18	15	50以下	(ML)・(CL) (MH)・(CH)	
関東ローム	締め固めたもの	14	20	10以下	(VH)		
自然地	礫	密実なもの または粒度の良いもの	20	40	0	(GW)・(GP)	
		密実でないもの または粒度の悪いもの	18	35	0		
	礫混じり砂	密実なもの	21	40	0	(GW)・(GP)	
		密実でないもの	19	35	0		
	砂	密実なもの または粒度の良いもの	20	35	0	(SW)・(SP)	
		密実でないもの または粒度の悪いもの	18	30	0		
		砂質土	密実なもの	19	30		30以下
	密実でないもの	17	25	0			
	粘性土	固いもの(指で強く押し多少へこむ)	18	25	50以下	(ML)・(CL)	
		やや軟らかいもの(指の中程度の力で貫入)	17	20	30以下		
軟らかいもの(指が容易に貫入)		16	15	15以下			
粘土およびシルト	固いもの(指で強く押し多少へこむ)	17	20	50以下	(CH)・(MH) (ML)		
	やや軟らかいもの(指の中程度の力で貫入)	16	15	30以下			
	軟らかいもの(指が容易に貫入)	14	10	15以下			
関東ローム		14	5(ϕ_u)	30以下	(VH)		

8. Jeffery の 2 極座標系による沈下計算

1) 2 極座標系による理論式

$$U = -(1+\nu) \frac{P}{E} R_0^2 \left[\left\{ 2(1-\nu) \frac{h_0}{a} - (1-2\nu) \right\} \frac{\cos\theta_1}{R_1} - \left\{ 2(1-\nu) \frac{h_0}{a} + (1-2\nu) \right\} \frac{\cos\theta_2}{R_2} + \left\{ (h_0-a) \frac{\cos 2\theta_1}{R_1^2} - (h_0+a) \frac{\cos 2\theta_2}{R_2^2} \right\} \frac{x}{a} \right]$$

$$V = -(1+\nu) \frac{P}{E} R_0^2 \left[\left\{ 2(1-\nu) - (1-2\nu) \frac{h_0}{a} \right\} \frac{\sin\theta_1}{R_1} + \left\{ 2(1-\nu) + (1-2\nu) \frac{h_0}{a} \right\} \frac{\sin\theta_2}{R_2} + \left\{ (h_0-a) \frac{\sin 2\theta_1}{R_1^2} - (h_0+a) \frac{\sin 2\theta_2}{R_2^2} \right\} \frac{x}{a} \right]$$



U : 沈下量 (cm)

ここで

$$a = \sqrt{h_0^2 - R_0^2}$$

$$R_1 = \sqrt{(x-a)^2 + y^2}$$

$$R_2 = \sqrt{(x+a)^2 + y^2}$$

$$\theta_1 = \tan^{-1} \frac{y}{x-a}$$

$$\theta_2 = \tan^{-1} \frac{y}{x+a}$$

ν : ポアソン比

P : 有効応力 $P = \gamma t \cdot h_0 + q$

q : 上載荷重 (kN/m²)

通常 $q = 10.0$

E : 地山の弾性係数 (kN/m²)

h_0 : 掘進機中心位置 (m)

$$h_0 = H + r$$

r : 掘進機半径 (m)

H : 土被り (m)

2) 土質定数

土質定数により解が変わるためここでは FEM 解析で一般的に使用される土質定数を用いることにします。

FEM 解析に使用している土質定数

土質	N 値	弾性係数 (kN/m ²)	ポアソン比	単位体積 重量 (kN/m ³)	粘着力 (kN/m ²)	内部摩擦角 (度)
埋土	2~4	3,000	0.45	15	50	6
シルト	1	800	0.49	16	10	0
	2~3	2,400	0.45	16	30	6
砂質 シルト	4	5,000	0.45	16	30	10
	15	15,000	0.40	17	60	15
粘土	6	5,000	0.45	15	80	6
	8~12	10,000	0.45	15	80	6
	25	20,000	0.45	15	80	6
細砂	10	8,000	0.35	18	0.0	25~30
	20	10,000	0.35	18	0.0	25~30
	30	20,000	0.35	18	0.0	35
	40	25,000	0.35	18	0.0	38
	50	35,000	0.35	18	0.0	42
中砂	50	50,000	0.35	18	0.0	42
礫	40	30,000	0.30	20	0.0	39
	50	50,000	0.30	20	0.0	42

トンネル標準示方書 [開削工法編] 土木学会

9.リマノフによる弾性沈下量

Jeffery による 2 極座標系沈下解析を、Limanov が均質な物質に応用し、一般に採用されています。

1) 最大沈下量計算

掘削断面直上において最大沈下量となる

$$U_{max} = (1 - \nu^2) \frac{P}{E} \frac{4R_0^2 h}{h_0^2 - R_0^2}$$

ν : ポアソン比

P : 有効応力

$$P = \gamma t \cdot h + q$$

q : 上載荷重 (kN/m²) 通常 q = 10.0

E : 地山の弾性係数 (kN/m²)

h : 掘進機中心位置 (m)

$$h = H + r_0$$

r₀ : 掘進機半径 (m)

H : 土被り (m)

2) 沈下曲線

最大沈下量より、Aversin の確率曲線を基礎として中心より x での沈下量を求めます。

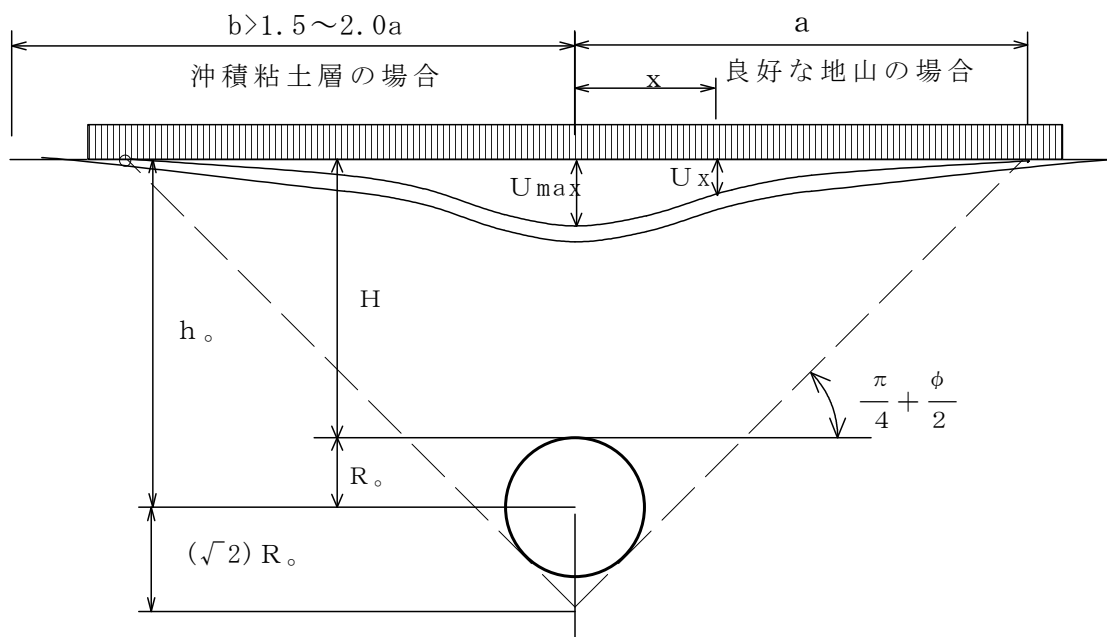
沈下曲線の円錐体の、直径の半分が 2a であるなら次式となります。

最大沈下量をもとにした沈下曲線

$$U = U_{max} \left[1 - \frac{x}{2a} \right]^4 e^{\left[\frac{4x}{2a} \right]}$$

x : 掘進機中心よりの離れ (m)

a : 掘進機中心よりの緩み範囲 (m)



沈下曲線参考図

3) 考察

(1) 現実大きめの値となることが多く、理論的に 2 倍程度大きな値が得られる可能性がある。

「わかりやすいトンネル工学」土木工学社／福島啓一

(2) 「U_{max} はトンネルのまわりに埋め戻しされなかった、緩んだ面積からも計算されうる。」

「トンネル工学－理論・設計・施工」(鹿島出版会)

以上のように過大な値となり易く、しかも刃口推進のような余堀による応力開放を前提としていていると考えられます。本工法は切羽及びテールボイドの管理方法において基本的に応力解放をおこなない工法であることから適用には不適当と考えられます。

10. 緩み土圧

1) 均一地盤層における緩み土圧の基本式

Terzaghi の緩み土圧は、

$$q = \sigma_v = \frac{B1(\gamma - C/B1)}{K_0 \cdot \tan \phi} (1 - e^{-k_0 \cdot \tan \phi \cdot H/B1}) + P_0 \cdot e^{-k_0 \cdot \tan \phi \cdot H/B1}$$

$$B1 = R_0 \cdot \cot \left[\frac{\pi/4 + \phi/2}{2} \right]$$

ただし、内部摩擦角 $\phi = 0$ の場合は解が不定となって適用できないため、 $\phi = 0$ の場合緩み土圧の計算に下記の式を用います。

また、 N 値 < 2 以下の軟弱な粘性土地盤等では、粘着力は考慮しません。

$$q = \sigma_v = (\gamma - c/B1) \cdot H + P_0$$

ここに

q : 管にかかる等分布付荷重 (kN/m²)

Σv : Terzaghi の緩み土圧 (kN/m²)

k_0 : 水平土圧と鉛直土圧との比 (通常 $k_0 = 1$ としてよい)

ϕ : 土の内部摩擦角度 (度)

p_0 : 上載荷重の影響 (= 10kN/m²)

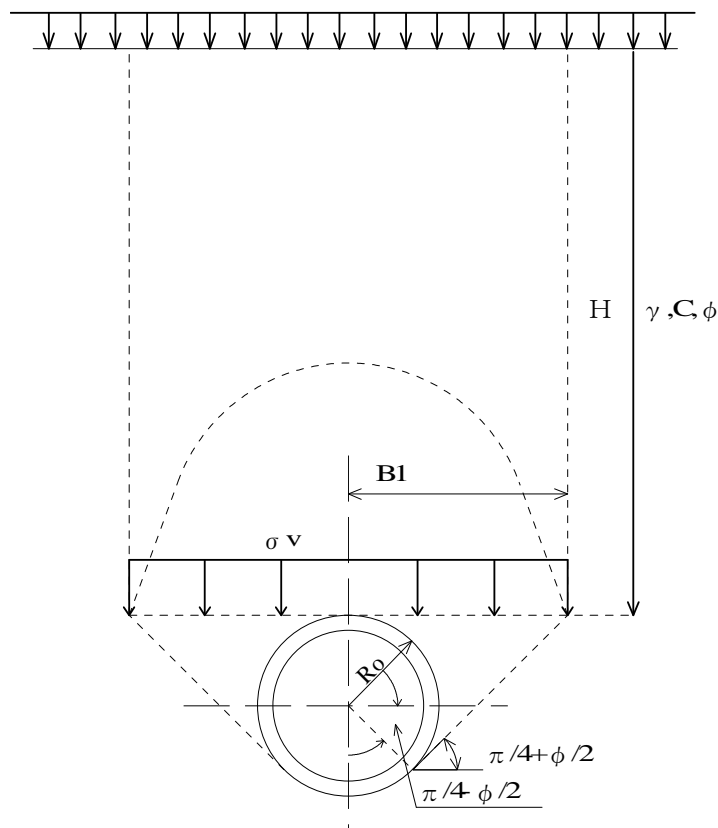
γ : 土の単位体積重量 (kN/m³)

c : 土の粘着力 (kN/m²)

R_0 : 掘削半径 (m)

$$R_0 = (B_e + 0.1) / 2$$

B_e : 管外径 (m)



均一地盤層における緩み土圧

2) 多層地盤層における緩み土圧の基本式 (GL-10m を超える埋設位の場合)

土の単位体積重量 γ 、粘着力 c 、内部摩擦角度 ϕ がそれぞれ異なる多層地盤の場合は下記の式により緩み土圧を算出します。

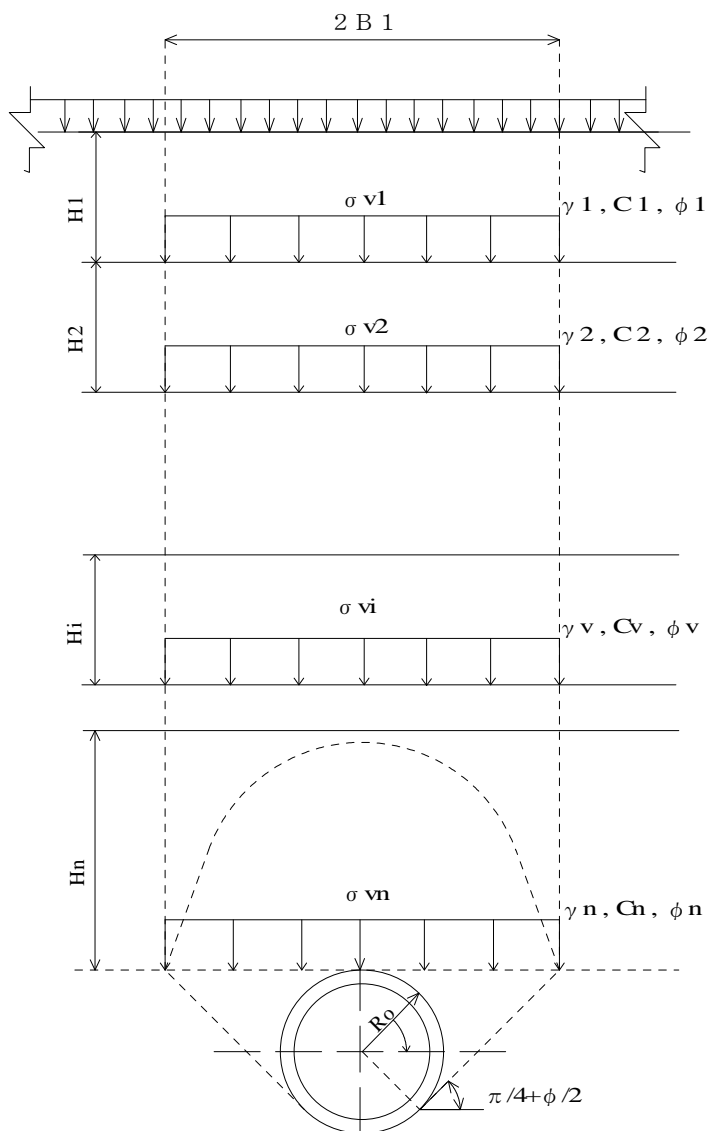
$$\sigma_{v1} = \frac{B1(\gamma_1 - C_1/B1)}{K_o \cdot \tan \phi_1} (1 - e^{-k_o \cdot \tan \phi_1 \cdot H1/B1}) + P_o \cdot e^{-k_o \cdot \tan \phi_1 \cdot H1/B1}$$

$$\sigma_{v2} = \frac{B1(\gamma_2 - C_2/B1)}{K_o \cdot \tan \phi_2} (1 - e^{-k_o \cdot \tan \phi_2 \cdot H2/B1}) + \sigma_{v1} \cdot e^{-k_o \cdot \tan \phi_2 \cdot H2/B1}$$

$$\sigma_{vi} = \frac{B1(\gamma_i - C_i/B1)}{K_o \cdot \tan \phi_i} (1 - e^{-k_o \cdot \tan \phi_i \cdot Hi/B1}) + \sigma_{vi-1} \cdot e^{-k_o \cdot \tan \phi_i \cdot Hi}$$

$$q = \sigma_{vn} = \frac{B1(\gamma_n - C_n/B1)}{K_o \cdot \tan \phi_n} (1 - e^{-k_o \cdot \tan \phi_n \cdot Hn/B1}) + \sigma_{vn-1} \cdot e^{-k_o \cdot \tan \phi_n \cdot Hn}$$

$$B1 = B1 = R_o \cdot \cot \left[\frac{\pi/4 + \phi/2}{2} \right]$$



多層地盤における緩み土圧

11.鉛直方向の管耐荷力

$$q_r = \frac{Mr}{0.275 \cdot r^2}$$

q_r : 鉛直方向の管の耐荷力 (kN/m²)

Mr : 外圧強さより求まる管の抵抗モーメント (kN・m/m)

r : 管厚中心半径 (m)

1) 管の外圧強さ

管の外圧強さはひび割れ加重による

(kN/m)

呼び径 D	ひび割れ荷重		破壊荷重	
	1種	2種	1種	2種
φ800	35.4	70.7	57.9	106.0
φ900	38.3	76.5	64.8	115.0
φ1000	41.2	82.4	71.6	124.0
φ1100	42.7	85.4	78.5	128.0
φ1200	44.2	88.3	86.3	133.0
φ1350	47.1	94.2	98.1	142.0
φ1500	50.1	101.0	110.0	151.0
φ1650	53.0	106.0	122.0	159.0
φ1800	55.9	112.0	134.0	168.0
φ2000	58.9	118.0	142.0	177.0
φ2200	61.8	124.0	149.0	186.0

ひび割れ荷重とは管に幅 0.05mm のひび割れを生じたときの荷重を有効長で除した値
破壊荷重とは試験機が示す最大荷重を有効長で除した値

2) 外圧強さより求まる管の抵抗モーメント

ひび割れ荷重により管値に生じる最大曲げモーメントと管の自重により生じるモーメントの和

$$Mr = 0.318P \cdot r + 0.239W \cdot r$$

P : 外圧強さ (kN/m)

W : 管の重量 (kN/m)

3) 鉛直等分布荷重によって管に生じる曲げモーメント

120度の自由支承を考慮すると(下図支承条件による係数参照)

$$M = 0.275q \cdot r^2$$

q : 等分布荷重 (kN/m²)

r : 管厚中心半径 (m)

4) 等分布荷重によって生じるひび割れの安全率

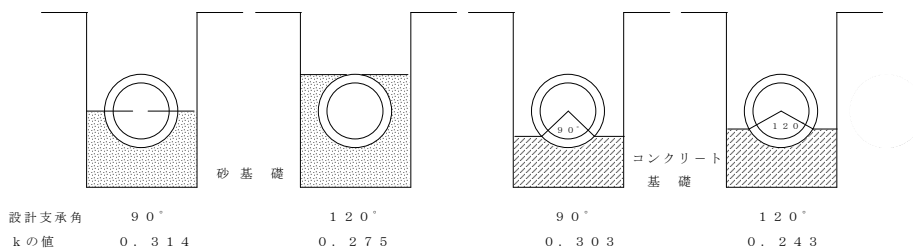
等分布荷重によって生じるひび割れの安全率(f)は、

管の抵抗モーメント(Mr)と管に生じるモーメント(M)の比、または管の耐荷力(q_r)と等分布荷重(q)との比でも求められます。

$$f = \frac{Mr}{M} = \frac{q_r}{q} \geq 1.2$$

5) 支承条件による係数

支障角度と係数



12. 推進工法用推進管

1) ヒューム管等

(1) 下水道推進工法用鉄筋コンクリート管 (JSWAS A-2-1999) 日本下水道協会規格

継手性能と取扱協会 (1)

継手性能	管の名称	規格番号	登録者
JA	E形管	JSWAS A-2-1991	
JA	HJP	KHK S-1	全国Wジョイント管協会
JB	Wジョイント管	JWJPAS J-2	全国Wジョイント管協会
JB	NS推進管	JHPAS-25	全国ヒューム管協会
JC	Wジョイント管	JWJPAS J-2N	全国Wジョイント管協会

(2) 下水道推進工法用ガラス繊維鉄筋コンクリート管 (JSWAS A-8-2002) 日本下水道協会規格

継手性能と取扱協会 (2)

継手性能	管の名称	規格番号	登録者
GJA	E形管	JSWAS A-8-1992	
GJA	HJP	KHK S-1	近畿ヒューム管工業協同組合
GJC	SSジョイント管	JSLPAS S-1	日本スーパーラインパイプ工業会
GJC	Wジョイント管	JWJPAS J-2N	全国Wジョイント管協会
GJC	NS推進管	JHPAS-25	全国ヒューム管協会

(3) 下水道推進工法用レジンコンクリート管 (JSWAS K-12-2001) 日本下水道協会規格

継手性能と取扱協会 (3)

継手性能	管の名称	規格番号	登録者
RJC	レジンコンクリート管	JSWAS K-12-2001	日本レジン製品協会

2) その他の管

(1) 合成鋼管 (CPCライニング鋼管) 日本工業用水規格-1964

比較的薄肉の鋼管に膨張性コンクリートを遠心力でライニングした複合管で、ケミカルプレストレスにより内圧・外圧に対して高強度とした管です。

(2) 鋼複合鉄筋コンクリート製埋込カラー形Wジョイント推進管 (JWJPAS J-5-1994)

全国Wジョイント管協会

(3) 鋼コンクリート合成管

1/3管(800mm)、1/4管(600mm)、1/5管(500mm)、1/6管(400mm)の鋼合成管があり超急曲線用として開発されました。外圧強度は3種・4種・5種、標準管・半管もあります。

13. 中大口径推進管の規格

【下水道推進工法用鉄筋コンクリート管 JSWAS A-2-1999】

1) 管の種類と継手性能

種類				種類 記号注 ¹	呼び径 範囲
形状	外圧強度	圧縮強度	継手性能		
標準管	1種	50	JA JB JC	X51	800~3000
		70		X71	
	2種	50		X52	
	—	—		XS	1000~3000
中押管	S	1種	50	XT51	
		2種	50	XT52	

注1) 記号のXは継手性能区分JA、JB、JCのいずれかを示し、JA51は継手性能JA、51は管体コンクリート圧縮強度が50N/mm²以上で外圧強度が1種を示します。

注2) 抜出長は曲線推進の際に管の外側の目地開きとして設計上で用いることの出来る数値であり、最大抜出し量の1/2となっています。

継手性能

継手区分	水圧(Mpa)	抜出長(mm)
JA	0.1	30
JB	0.2	40
JC	0.2	60

2) 水密試験について

継手型式試験の種類と条件

継手区分	試験の種類	試験水圧(Mpa)	抜出長(mm)
JA	水平水密	0.15	30
	曲げ水密		45
	複合水密	0.10	67
JB	水平水密	0.25	40
	曲げ水密		60
	複合水密	0.20	77
JC	水平水密	0.25	60
	曲げ水密		90
	複合水密	0.20	97

複合水密試験は、曲線推進において管の片側が継手性能の寸法だけ抜け出している状態から、レベル2地震動によって更に抜け出した場合においても止水性を保ち管路の流下機能が確保できることを確認する試験となっています。

地盤の永久ひずみを1.5%とした場合の抜出量を「管の有効長×ひずみ」として計算します。標準管では、2430×0.015=37mmとなります。

よって JA : 30+37=67mm

JB : 40+37=77mm

JC : 60+37=97mm

3) 登録管

登録された管

継手性能	登録番号	管の名称	管の略号	規格番号	登録者
JA	JA1	E形管	E	JSWAS A-2-1999	
JA	JA2	HJP	HJP	KHK S-1	全国Wジョイント管協会
JB	JB1	Wジョイント管	EW	JWJPAS J-2	全国Wジョイント管協会
JB	JC1	NS推進管	NS	JHPAS-25	全国ヒューム管協会
JC	JC2	Wジョイント管	ENW	JWJPAS J-2N	全国Wジョイント管協会
JC	JC2	リブコンクリート管	RT, RM	JSWAS K-12-2001	日本レジン製品協会

管材の割付は工事費にも影響することから慎重に検討する必要があります。

1) 管の種類と継手性能

表 2-20 管の種類

種類				種類 記号注 ¹	呼び径 範囲
形状	外圧強度	圧縮強度	継手性能		
標準管	1種	70	GJA GJC	X71	800~3000
		90		X91	
	2種	70		X72	
		90		X92	
	3種	70		X73	
		90		X93	
中押管	S	—	—	XS	1000~3000
	T	1種	70	XT 71	
			90	XT 91	
		2種	70	XT 72	
			90	XT 92	
		3種	70	XT 73	
			90	XT 93	

注 1) 記号の X は継手性能区分 GJA・GJC のいずれかを示す。

表 2-21 継手性能

継手区分	耐水性(Mpa)	拔出長(mm)
GJA	0.1	30
GJC	0.2	60

2) 水密試験について

表 2-22 継手型式試験の種類と条件

継手区分	試験の種類	試験水圧 (Mpa)	試験拔出長 (mm)
GJA	水平水密	0.15	30
	曲げ水密		45
	複合水密	0.10	67
GJC	水平水密	0.25	60
	曲げ水密		90
	複合水密	0.20	97

3) 登録管

表 2-23 登録された管

継手性能	登録番号	管の名称	管の略号	規格番号	登録者
GJA	GJA1	E形管	E	JSWAS A-8-1992	
GJA	GJA2	HJP	HJP	KHK S-1	近畿ヒューム管工業協同組合
GJC	GJC1	SSジョイント管	SS	JSLPAS S-1	日本スーパーラインパイプ工業会
GJC	GJC2	Wジョイント管	ENW	JWJPAS J-2N	全国Wジョイント管協会
GJC	GJC3	NS推進管	NS	JHPAS-25	全国ヒューム管協会