

第2章 設 計

1. 推進力の算定

泥濃式推進工法では、泥水と掘削土砂が攪拌混合された高濃度泥水をテールボイドに加圧充填しているため、地山の土粒子の移動・崩落が抑えられ、管は地山との接触ではなく可塑性・滑材との接触となり、外周面抵抗や摩擦係数が非常に小さくなります。推進力の算定は、過去の施工実績より経験的に得られた管外周抵抗値を利用した簡便式により行います。

1) 直線部推進力

$$F = F_0 + (R \times S) \times L$$

F : 推力 (kN)

F₀ : 前面抵抗値 (kN) $F_0 = (P_e + P_w) \times (B_c / 2)^2 \times \pi$

P_e : 貫入抵抗 = 4 × N 値 (kN/m²)

粘土・シルト・砂では N 値が 20 以下の場合、計算用 N 値

= 20 とします。

P_w : 掘削室泥水圧 (地下水圧 + 20 kN/m²)

B_c : 掘進機外径 (m)

R : 外周抵抗値 (kN/m²)

G : 礫率 (%)

S : 管外周長 (m)

L : 推進延長 (m)

周面抵抗値・計算式

種別	通常方式	推力低減装置	
		TYPE II	TYPE I
粘土・シルト	1.2	1.0	0.6
透水係数10 ⁻⁴ 以下の砂・砂礫土	2.0 + 3.0 × (G/100)	1.5 + 1.0 × (G/100)	1.0 + 1.0 × (G/100)
透水係数10 ⁻³ 以上の砂・砂礫土	2.0 + 3.0 × (G/100)	1.5 + 2.0 × (G/100)	1.0 + 2.0 × (G/100)

2) 曲線部推進力

$$F_2 = F_1 \cdot e^{\mu \theta} + (f \cdot R / \mu) \cdot (e^{\mu \theta} - 1) = F_1 \cdot e^{\mu \theta} + \lambda \cdot f \cdot CL$$

e^{μθ} : 前面抵抗の曲線後端での割り増し率

λ = (e^{μθ} - 1) / μθ : 曲線抵抗と直線抵抗の比率

F₁ : 曲線部に前方よりかかる力

F₂ : 曲線後端にかかる力

e : 自然対数の底 e = 2.71828……

μ : 管と地山の摩擦係数

μ : 管と地山の摩擦係数

種別	通常方式	推力低減装置	
		TYPE II	TYPE I
粘土・シルト	0.3	0.2	0.1
透水係数10 ⁻⁴ 以下の砂・砂礫土	0.3	0.2	0.1
透水係数10 ⁻³ 以上の砂・砂礫土	0.3	0.3	0.2

θ : 曲率中心に対する曲線区間の角度 (IA = CL/R) rad

f : 管 1mあたりの推進抵抗 (kN/m)

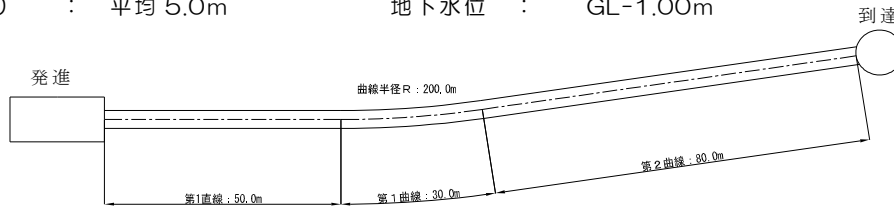
R : 曲率半径 (m)

CL : 曲線長 (= R · θ)

3) 推進力計算例

【施工条件】

管 径	: 800 mm	推進延長	: 370.0m
土質名称	: シルト層	平均N値	: 20 程度
土被り	: 平均 5.0m	地下水位	: GL-1.00m



概略平面図

先端抵抗力

$$\begin{aligned}
 F_o &= (P_e + P_w) \cdot (B_s / 2)^2 \cdot \pi \\
 &= (80.000 + 64.800) \times (0.96 / 2)^2 \times \pi \\
 &= 104.81
 \end{aligned}$$

ここに、

F_o : 先端抵抗力 (ただし、 $F_o \geq 0$) (kN)

$$\begin{aligned}
 P_e &: \text{切羽単位面積当たり推力} & P_e &= 4 \times 20 \\
 & & &= 80 \text{ (kN/m}^2\text{)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_w &: \text{掘削室内泥水圧力} & P_w &= 10.0 \times (4.00 + 0.96 / 2) + 20.0 \\
 & & &= 64.8 \text{ (kN/m}^2\text{)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \gamma_w &: \text{水の単位体積重量} & \gamma_w &= 10.0 \text{ (kN/m}^3\text{)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 h' &: \text{水頭差} & h' &= 4 \text{ (m)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 B_c &: \text{管外径} & &= 0.96 \text{ (m)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 B_s &: \text{掘進機外径} & &= 0.96 \text{ (m)}
 \end{aligned}$$

m当り抵抗力

$$\begin{aligned}
 f &= f_o \cdot S \\
 &= 1.200 \times 3.016 \\
 &= 3.619 \text{ (kN)}
 \end{aligned}$$

ここに、

S : 管の外周長

$$\begin{aligned}
 S &= B_c \times \pi \\
 &= 0.96 \times \pi \\
 &= 3.016 \text{ (m)}
 \end{aligned}$$

f_o : 周面抵抗力

$$\begin{aligned}
 f_o &= 1.20 + 0.00 \times 10.0 \times (0.0/100)^2 \\
 &= 1.20 \text{ (kN/m}^2\text{)}
 \end{aligned}$$

B_c : 管外径

$$\begin{aligned}
 &= 0.96 \text{ (m)}
 \end{aligned}$$

G : 礫率

$$\begin{aligned}
 G &= 0 \text{ (\%)}
 \end{aligned}$$

直線1 推力 $F_{t1} = F_o + f \times L_1$

$$\begin{aligned}
 &= 104.810 + 3.619 \times 80.000 \\
 &= 394.33 \text{ (kN)}
 \end{aligned}$$

曲線1 推力 $F_{c1} = F_{t1} \cdot e^{(\mu \theta)} + \lambda \cdot f \cdot C_{L1}$

$$\begin{aligned}
 &= 394.33 \times e^{(0.15 \cdot 0.30)} + 1.022 \times 3.619 \times 30.000 \\
 &= 523.428 \text{ (kN)}
 \end{aligned}$$

ここに、

$$\begin{aligned}
 \lambda 1 &: \{e^{(\mu \theta)} - 1\} / \mu \theta & &= 1.022
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 e^{\mu \theta} &: & &= 1.046
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 e &: 2.718282
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \theta &: C_{L1} / R_1 & &= 30.000 / 200.000
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 0.15
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \mu &: \text{摩擦係数} & \mu &= 0.3
 \end{aligned}$$

直線2 推力 $F_{t2} = F_{c1} + f \times L_2$

$$\begin{aligned}
 &= 523.428 + 3.619 \times 50.000 \\
 &= 704.378 \text{ (kN)}
 \end{aligned}$$

よって、総推進力は704.378 (kN) となる。

2.推進方向の管耐荷力

1) 管の許容耐荷力 (kN): $F_a = 1000 \cdot \sigma_{ma} \cdot A_e$

σ_{ma} : コンクリートの許容平均圧縮応力度

$\sigma_c=50 \text{ N/mm}^2$ $\sigma_{ma}=13.0 \text{ N/mm}^2$

$\sigma_c=70 \text{ N/mm}^2$ $\sigma_{ma}=17.5 \text{ N/mm}^2$ 1/4 強度

$\sigma_c=90 \text{ N/mm}^2$ $\sigma_{ma}=22.5 \text{ N/mm}^2$ 1/4 強度

A_e : 管の有効断面積

2) コンクリートの許容圧縮応力度

$\sigma_{ca} = \sigma_c / kN$

σ_{ca} : コンクリートの許容圧縮応力度 (N/mm²)

σ_c : コンクリートの圧縮強度 (N/mm²)

f : 安全率 (=2)

3) コンクリートの圧縮応力と圧縮歪みの関係

$\sigma = (3.72 \times 10^5 \varepsilon + 0.611 \times 10^8 \varepsilon^2 - 6.322 \times 10^{10} \varepsilon^3) \times 9.80665$

σ : コンクリートの圧縮応力度 (N/mm²)

ε : コンクリートの圧縮歪み

4) 管体に生じる応力

$\varepsilon_{max} = 1.872 \times \varepsilon_{mean} + 19.1 \times 10^{-6}$

ε_{max} : 管の断面に生じる最大歪み

ε_{mean} : 管の断面に生じる歪みの平均値

5) コンクリートの許容平均圧縮応力度

$\Sigma_c=50 \text{ N/mm}^2$ の場合、 $\sigma_{ca}=2 \text{ N/mm}^2$ となる。

σ_{ca} を式 2 に代入し、 $\varepsilon = 649 \times 10^{-6}$ これを ε_{max} として $\varepsilon_{mean}=336 \times 10^{-6}$ 式 2 に代入し、 $\sigma_{ma}=130 \text{ N/mm}^2$ となる。

6) 管の有効断面積

A_e : 管の有効断面積 = $\pi \times (B^2 - D^2) / 4$

B : 管の外径 - ゴム溝深さ $\times 2 = D_1 - 2 \cdot S$

D : 管内径

7) 管の許容耐荷力

許容耐荷力

呼び径 D	D1-3 (mm)	r (m)	Ae (㎡)	W (kN/m)	Fa (kN)		
					50N/㎟	70N/㎟	90N/㎟
φ800	930	0.4400	0.1766	5.314	2,296	3,091	3,974
φ900	1050	0.4950	0.2297	6.725	2,986	4,020	5,169
φ1000	1170	0.5500	0.2897	8.303	3,767	5,070	6,519
φ1100	1280	0.6025	0.3365	9.550	4,374	5,888	7,570
φ1200	1400	0.6565	0.4084	11.415	5,309	7,147	9,189
φ1350	1560	0.7375	0.4800	13.917	6,239	8,399	10,799
φ1500	1740	0.8200	0.6107	17.330	7,939	10,688	13,741
φ1650	1910	0.9000	0.7270	20.380	9,451	12,722	16,357
φ1800	2080	0.9800	0.8533	23.671	11,092	14,932	19,198
φ2000	2310	1.0875	1.0494	28.730	13,642	18,364	23,611
φ2200	2540	1.1950	1.2657	34.276	16,455	22,151	28,479

備考: 表中 Ae は $\{(D_1-3)^2 - D^2\} \pi / 4$ で求めた有効断面積、W は中央断面で求めた重量で $W = \pi (D + T) T \times 2.45$ で計算しました。Fa の計算に用いた許容平均圧縮応力度 σ_{ma} は、 $\sigma_c=50 \text{ N/㎟}$ 以上については 13 N/㎟ 、 $\sigma_c=70 \text{ N/㎟}$ 以上については 17.5 N/㎟ に、 $\sigma_c=90 \text{ N/㎟}$ 以上については 22.5 N/㎟ としました。

3. B C点における許容軸方向推進力・許容推進力

曲線部 B C点では、背面からの抵抗力は管の継手部に集中することになります。そのときの地盤反力は、管外径の 90° に分布すると仮定され、また、管端部にかかる偏圧の分布形状を三角とし、その分布範囲長を L_a とすると、B C点での推進力 F_{BC} と分布荷重 R_g の関係は下記の式になります。

$$F_{BC} \cdot \sin \alpha = R_g = 2 \cdot \frac{1}{2} \cdot L_a \cdot \sqrt{2} \cdot r \cdot q_a$$

ります。

上記式において、曲線推進における推進管の安全率 γ ($= 1.5$) を考慮した許容推進力 F_a は次式にて求められます。

$$F_a = \frac{\sqrt{2} \cdot L_a \cdot r \cdot q_a}{1.5 \times \sin \alpha}$$

ここに F_{BC} : B C点における推進力 (k N)

F_a : 曲線部の許容推進力 (k N)

R_g : 許容地盤反力 (k N)

r : 管厚中心半径 (m)

α : 管 1 本当りの折れ角 (°) $\alpha = 2 \sin^{-1} \left[\frac{L}{2(R-D/2)} \right]$

R : 曲線半径 (m)

D : 管外径 (m)

L_a : 地盤反力に対する影響範囲長 (m) $= L/\eta$

L : 管の有効長 (m)

η : 推進管の影響範囲係数 (≥ 1.0) (分布範囲 90° の場合)

$$\eta = -13.917R_t - 0.579R_L + 10.506R_t \times R_L + 2.033$$

影響範囲係数 η 値

呼び径 (mm)	管長 L (m)		呼び径 (mm)	管長 L (m)	
	2.43	1.20		2.43	1.2
800	2.074	1.349	1,500	1.385	1.055
900	1.915	1.270	1,650	1.322	1.041
1,000	1.787	1.207	1,800	1.275	1.033
1,100	1.641	1.167	2,000	1.229	1.019
1,200	1.566	1.127	2,200	1.194	1.010
1,350	1.453	1.094	2,400	1.167	1.003
1,500	1.385	1.055	2,600	1.145	1.000

R_t : 管厚比 $= t/D_i$

R_L : 管長比 $= L/D_i$

D_i : 推進管の内径 (m)

t : 推進管の管厚 (m)

r : 管厚中心半径 (m)

q_a : 管の許容等分布側圧 (k N/m²)
 $= M_a / (0.239r^2)$ (90° 分布と仮定)

M_a : 管の抵抗曲げモーメント (k N-m)
 $= 0.318P \times r + 0.239W \times r$

P : 外圧試験荷重 (k N/m)

W : 管の自重 (k N/m)

供用等分布荷重を q_a に代入し算出した推力 F_a が許容推力となります。

推進線形中の曲線区間において最も推進抵抗力の大きくなる B C点 (曲線半径及び位置により異なります) の抵抗力を算出した F_a : 許容推進力と比較することで必要推進管外圧強度を確認します。

【(社) 日本下水道協会-下水道推進工法の指針と解説】より

1 種管許容等分布側圧 q_a

呼び径 D_i (mm)	管厚 t (mm)	管厚半径 r (m)	自重 w (kN/m)	外圧強度 P (kN/m)	抵抗 Ma (kN・m/m)	等分布側圧 q_a (kN/m ²)
800	80	0.4400	5.308	35.4	5.511	119.112
900	90	0.4950	6.718	38.3	6.824	116.521
1,000	100	0.5500	8.294	41.2	8.296	114.75
1,100	105	0.6025	9.54	42.7	9.555	110.131
1,200	115	0.6575	11.402	44.2	11.033	106.786
1,350	125	0.7375	13.902	47.1	13.497	103.825
1,500	140	0.8200	17.311	50.1	16.457	102.404
1,650	150	0.9000	20.358	53.0	19.548	100.974
1,800	160	0.9800	23.645	55.9	22.959	100.023
2,000	175	1.0875	28.698	58.9	27.828	98.452
2,200	190	1.1950	34.238	61.8	33.263	97.461
2,400	205	1.3025	40.265	64.8	39.374	97.109
2,600	220	1.4100	46.777	67.7	46.119	97.06

2 種管許容等分布側圧 q_a

呼び径 D_i (mm)	管厚 t (mm)	管厚半径 r (m)	自重 w (kN/m)	外圧強度 P (kN/m)	抵抗 Ma (kN・m/m)	等分布側圧 q_a (kN/m ²)
800	80	0.4400	5.308	70.70	10.451	225.868
900	90	0.4950	6.718	76.50	12.837	219.207
1,000	100	0.5500	8.294	82.40	15.502	214.420
1,100	105	0.6025	9.540	85.40	17.736	204.430
1,200	115	0.6575	11.402	88.30	20.254	196.029
1,350	125	0.7375	13.902	94.20	24.543	188.802
1,500	140	0.8200	17.311	101.00	29.729	184.993
1,650	150	0.9000	20.358	106.00	34.716	179.327
1,800	160	0.9800	23.645	112.00	40.442	176.191
2,000	175	1.0875	28.698	118.00	48.266	170.760
2,200	190	1.1950	34.238	124.00	56.900	166.716
2,400	205	1.3025	40.265	130.00	66.380	163.713
2,600	220	1.4100	46.777	136.00	76.743	161.511

【(社) 日本下水道協会-下水道推進工法の指針と解説】より

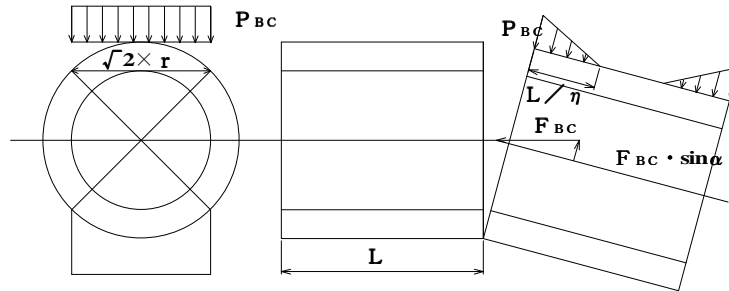
4.カーブ部地盤反力

1) BC点に作用する側圧の算定

推進管が曲線部を通過するとき必要となるのは地盤反力です。

曲線部における管の張出力は、下図に示すように、管に働く側方荷重($F_{BC} \cdot \sin \alpha$)=地盤に必要な反力と考えられますが、軸方向の分布範囲は推進管の形状により変化するため、影響範囲係数を考慮し、地盤に必要な反力= P_{BC} を推進管張出力とします。

この管の許容等分布側圧： P_{BC} と同等以上の地盤反力が曲線部地盤に見込めない場合は、曲線部側面に地盤改良が必要と考えられます。



BC点における水平分力と側方荷重の模式図

BC点における許容軸方向推力許容推進力の計算式より、管の横方向の張出力を求めると、

$$F_{BC} \cdot \sin \alpha = 2 \cdot \frac{1}{2} \cdot L_a \cdot \sqrt{2} \cdot r \cdot P_{BC} \quad \text{より} \quad P_{BC} = \frac{F_{BC} \cdot \sin \alpha}{L_a \cdot \sqrt{2} \cdot r} \quad \text{と}$$

なります。

- ここに、 P_{BC} : 管の外方向張出力(kN)
 F_{BC} : BC点における推進力(kN)
 α : 管1本当りの折れ角($^{\circ}$)
 L_a : 地盤反力に対する影響範囲長(m) L/η
 L : 推進管の有効長(m/本)
 η : 推進管の影響範囲係数(≥ 1.0)(分布範囲 90° の場合)
 $\eta = -13.917R_t - 0.579R_L + 10.506R_t \times R_L + 2.033$
 $\sqrt{2} \times r$: 分布範囲
 r : 管厚中心半径(m)

2) 地山強度の計算

地盤反力は、管芯での平均受働土圧強度の計算を行います。

$$P = (\gamma \cdot H + \gamma' \cdot H') \cdot \tan^2(45 + \phi / 2) + 2 \cdot C \cdot \tan(45 + \phi / 2)$$

γ : 単位体積重量 H : 土被り ϕ : 内部摩擦角度 C : 粘着力

注1) また支圧壁と異なり、管に作用する地下水圧は相殺されることから、土圧計算には水中重量を使用しなければならないと考えられます。

3) 地盤改良の有無の判定

管の外方向張出力： P_{BC} と地山強度の計算で求めた地盤反力： P を比較し

$$\left(\text{管の外方向張出力 } P_{BC} > \text{曲線部側面の地盤反力: } P \quad \text{地盤改良の必要有} \right)$$

と判断しております。

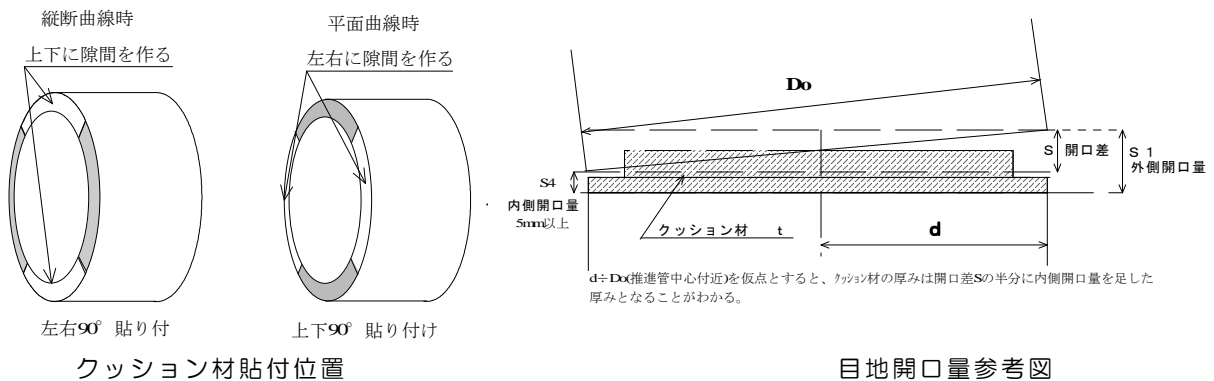
5. 推進管の選定

1) 曲線施工法

推進工法では、推進管の継手部分にクッション材を使用することで、曲線推進を可能としています。カーブ用クッション材は管渠の曲線造形を容易にし、管端部の点接触を避け、推進管の破損を防ぐ役割を果たします。

当工法では線形条件において曲線がある場合、通常曲線用クッション材を上下 90° 程度に配置し、曲線部における屈曲に対して、左右に空隙を設けることで対処しています。

また、クッション材を使用することで角度を幾らでもつけられる訳ではなく、地震動により区別されている、震災レベル 1 地区とレベル 2 地区に適した推進管の最大拔出量及び許容拔出量の角度までとなっています。



2) 目地開口量と許容拔出し長 継手性能

	レベル1 許容拔出し長	レベル2 許容拔出し長
J A	30 mm	60 mm
J B	40 mm	80 mm
J C	60 mm	120 mm

- ① レベル 2 における照査数値は、最大拔出し長及び最大曲げ角度を使用します。
- ② 最大拔出し長とは、止水ゴム輪が抜け出さない最大長さを言います。
- ③ 最大曲げ角度とは、最大拔出し長を角度にて表したものであるか、管が屈曲可能な最大曲げ角度を言います。
- ④ レベル 1 における照査数値は、レベル 2 照査数値の 1/2 とします。この数値は許容拔出し長及び許容曲げ角度と呼ばれるもので、曲線施工における目地開きと地震動における拔出しがレベル 1 照査数値を上回らないようにします。

目地開口差

$$\text{外側目地開口差} = \frac{L \times D_o}{R - D_o \div 2}$$

ここに L : 推進管長(m)
D o : 推進管外径(m)
R : 曲線半径(m)

3) 曲線半径と必要推進管長

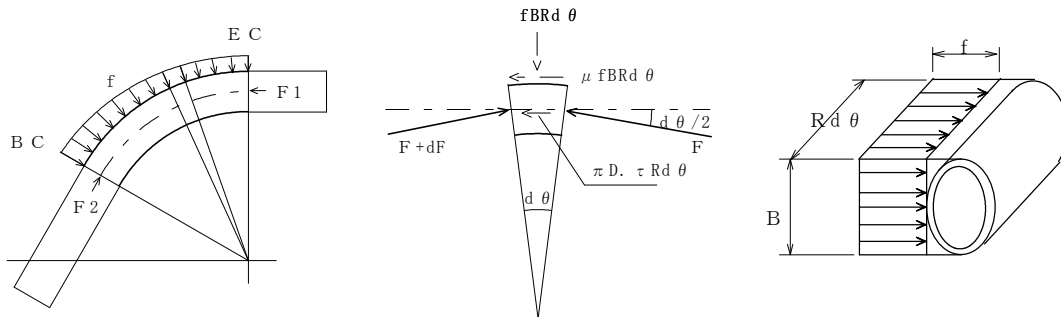
曲線半径に対する必要な推進管長は、下記式より求められます。

$$\text{必要推進管長 (m)} = \frac{\{(\text{曲線半径:R (m)} - \text{管外径:Do(m)} \div 2) \times \text{許容拔出長 (m)}\}}{\text{推進管外径:Do(m)}}$$

ただし、曲線の位置や推進延長によっては、受圧面積確保のため推進管長を短く選定する場合があります。

6. 曲線部推進力計算の考え方

- 1) ベルト伝動装置やバンドブレーキの理論を応用した、従来の方法と互換性があるうえ計算が簡単で応用が利く新しい推力計算の方法が提案されました。本工法では推力計算のみでなく管の外圧強度やカーブ防護工の検討まで理論展開しています。
「2010年版下水道推進工法の指針と解説」にも $R/L > 20$ 程度以上であれば円弧と見なして差し支えなく有効であるとして採用されました。



側方反力参考図

2) 接線方向の力の釣り合い

$$\begin{aligned}
 & (F+dF)\cos(d\theta/2) - F\cdot\cos(d\theta/2) \\
 & = \mu \cdot f \cdot B \cdot R \cdot d\theta + \pi \cdot D_o \cdot \tau_a \cdot R \cdot d\theta \\
 & d\theta \rightarrow 0 \text{ ならば } \cos(d\theta/2) \rightarrow 1 \text{ なので整理すると} \\
 & dF = \mu f \cdot B \cdot R \cdot d\theta + \pi \cdot D_o \cdot \tau_a \cdot R \cdot d\theta \\
 & dF = \mu \cdot f \cdot B \cdot R \cdot d\theta + \rho \cdot R \cdot d\theta \dots\dots\dots(1)
 \end{aligned}$$

μ : 管と地山の摩擦係数 τ_a : 管と土の剪断強さ(kN/m²)
 B : 管の地山と接触する幅(m) f : 地盤反力 (kN/m²)
 D_o : 管外径 (m) ρ : 外周面抵抗力(kN/m) = $\pi \cdot D_o \cdot \tau_a$

3) 法線方向の力の釣り合い

$$\begin{aligned}
 & (F+dF)\sin(d\theta/2) + F\cdot\sin(d\theta/2) = f \cdot B \cdot R \cdot d\theta \\
 & d\theta \rightarrow 0 \text{ ならば } \sin(d\theta/2) \rightarrow (d\theta/2) \text{ なので整理すると} \\
 & F \cdot d\theta + dF \cdot (d\theta/2) = f \cdot B \cdot R \cdot d\theta \\
 & dF \cdot d\theta/2 \text{ は微小であるから無視して、両辺を} d\theta \text{ で除せば} \\
 & F = f \cdot B \cdot R \dots\dots\dots(2)
 \end{aligned}$$

4) 推進力の計算

(2)を(1)に代入して整理すると
 $dF = (F + \rho \cdot R / \mu) \mu \cdot d\theta$ より $dF / (F + \rho \cdot R / \mu) = \mu \cdot d\theta$
 カーブ区間は、角度 $0 \sim \theta$ 、それに対応する推力は $F_1 \sim F_2$ なので積分すると

$$\begin{aligned}
 & (\log | F + \rho \cdot R / \mu |) \Big|_{F_1}^{F_2} = \mu \cdot \theta \\
 & (F_2 + \rho \cdot R / \mu) / (F_1 + \rho \cdot R / \mu) = e^{\mu \cdot \theta} \\
 & F_2 = (F_1 + \rho \cdot R / \mu) e^{\mu \cdot \theta} - \rho \cdot R / \mu \\
 & F_2 = F_1 \cdot e^{\mu \cdot \theta} + (e^{\mu \cdot \theta} - 1) \cdot \rho \cdot CL / \mu \cdot \theta \\
 & \hspace{15em} (R = CL / \theta \text{ より}) \\
 & F_2 = F_1 \cdot e^{\mu \cdot \theta} + \lambda \cdot \rho \cdot CL \dots\dots\dots(3)
 \end{aligned}$$

7.日進量の算定

1)標準日進量

土質別 1日8時間当り推進標準日進量(元押し)

(単位:m/日)

土質	普通土	砂礫土1	砂礫土2	固結土
800	5.7	4.1	3.4	3.7
900	5.5	4.0	3.4	3.7
1000	5.4	3.9	3.3	3.6
1100	5.3	3.8	3.2	3.6
1200	5.2	3.7	3.2	3.5
1350	4.9	3.7	3.0	3.2
1500	4.8	3.5	2.9	3.0
1650	4.6	3.4	2.7	2.9
1800	4.6	3.4	2.7	2.8
2000	4.2	3.2	2.6	2.7
2200	4.0	3.0	2.5	2.6
2400	3.8	2.8	2.5	2.6
2600	3.6	2.6	2.3	2.4

- (1) 土質条件 普通土 含有礫径 20mm 未満
 砂礫土 1 礫径 20mm 以上・外径比 20%未満かつ 400mm 以下
 砂礫土 2 礫径:外径比 20%以上かつ排泥口径以内
 固結土 一軸圧縮強度 $1\text{MN/m}^2 \sim 3\text{MN/m}^2$ ($10\text{kg/cm}^2 \sim 30\text{kg/cm}^2$) 以内
 ※詳細は適用土質を参照。礫径は長辺を示します。
- (2) 元押しの標準日進量は、推進 1 スパン間の平均日進量です。
- (3) 曲線推進の日進量は、2)の補正率により算定します。
- (4) 推進工は 1日8時間を原則としていますが、条件により昼夜連続作業(実働 16時間)とすることができます。
- (5) 曲線推進の日進量は、次頁の補正率により算定します。
- (6) 小発進立坑・狭小発進立坑からの発進については、使用管材長が 1/2 管以下に限定されること等を考慮し別途算定します。協会までお問い合わせください。

2)曲線推進の日進量補正

下水道用設計積算要領：管路施設(推進工法)編に準じ、累積補正率は直前の直線部の累積補正率に当該の(曲線部補正率、曲線後直線部補正率)を乗じて求めます。

曲線推進の補正率

曲線半径 (m)	100 未満	100 以上 300 未満	300 以上 500 未満	500 以上 700 未満	700 以上
曲線部補正率	0.85	0.90	0.95	1.00	1.00
曲線後直線補正率	0.80	0.85	0.90	0.95	1.00

上記の表に記載されていない曲線半径に関しては、測定の盛り替え回数が大きく日進量に影響してくることから、(社)日本下水道管渠推進技術協会に準じ、測量盛り替え回数と掘進速度比を用いて日進量を算出致します。

8. 許容最大推進力

最大推進力は、発進立坑に配置可能な元押しジャッキの最大能力と管の許容耐荷力を比較して小さいほうの値が最大値となります。但し最大推進力は線形・土質等による複合的な判断を必要とします。

(ア) 元押しジャッキ最大配置能力表

管 径		800	900	1000	1100	1200	1350	1500
ジャッキ 台 数	1500kN	4	4					
	2000kN			4	4	4	6	6
最大元押し能力		5,880kN	5,880kN	7,840kN	7,840kN	7,840kN	11,760kN	11,760kN

管 径		1650	1800	2000	2200	2400	2600
ジャッキ 台 数	1500kN						
	2000kN	6	8	8	10	10	10
最大元押し能力		11,760kN	15,680kN	15,680kN	19,600kN	19,600kN	19,600kN

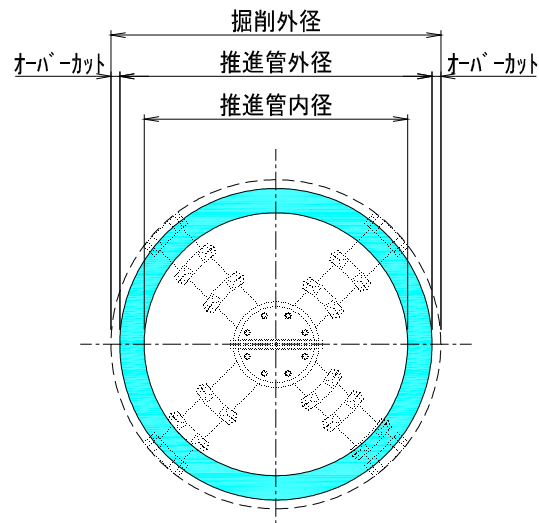
※最大ジャッキ配置の場合は発進立坑寸法等の検討が必要になります。

2) 管径・管種別許容耐荷力

管 径	Fa (kN)		
	$\sigma_c=50\text{N}/\text{mm}^2$	$\sigma_c=70\text{N}/\text{mm}^2$	$\sigma_c=90\text{N}/\text{mm}^2$ (参考)
φ 800	2,296	3,091	3,974
φ 900	2,986	4,020	5,169
φ 1000	3,767	5,070	6,519
φ 1100	4,374	5,888	7,570
φ 1200	5,309	7,147	9,189
φ 1350	6,239	8,399	10,799
φ 1500	7,939	10,688	13,741
φ 1650	9,451	12,722	16,357
φ 1800	11,092	14,932	19,198
φ 2000	13,642	18,364	23,613
φ 2200	16,455	22,151	28,479
φ 2400	18,966	25,532	32,827
φ 2600	22,259	29,964	38,526

9. 掘削量

1) オーバーカット量



掘削断面参考図

掘削量は、各土質条件に合った

- 1) 送泥量
- 2) 可塑性剤注入量
- 3) 裏込注入量
- 4) 排泥処理量
- 5) 滑材注入量

等の算定の基礎となります。

本工法では曲線推進、長距離推進を主体とした多くの施工実績より、オーバーカット量を基本的に管外径より一律 45mm としています(標準値)。

ただし土質条件・線形条件等の検討結果によっては、オーバーカット量を変更する場合があります。

2) 掘削量計算

掘削量は次式により求めます。

$$\text{掘削量 } V = 1/4 \times \pi \times D^2$$

D: 管外径+オーバーカット量×2

10. 高濃度泥水注入率

1) 土質別注入率

土質区分	区分内容	泥水注入率
A1	普通土(粘性土・シルト・砂) N 値 10 未満	50%
A2	普通土(粘性土・シルト・砂) N 値 10 ≤ 20 未満	75%
A3	普通土(粘性土・シルト・砂) N 値 20 ≤ 30 未満	100%
B	砂礫土(礫含有率 80%未満)	下記式による
C	硬質土 N 値 30 以上 $q_u < 3\text{MN/m}^2$	125%

上表は(社)日本下水道管渠推進技術協会を参考に数値を設定しています。

※変更点 … A 土質を N 値により区分

C 土質の適用区分内容

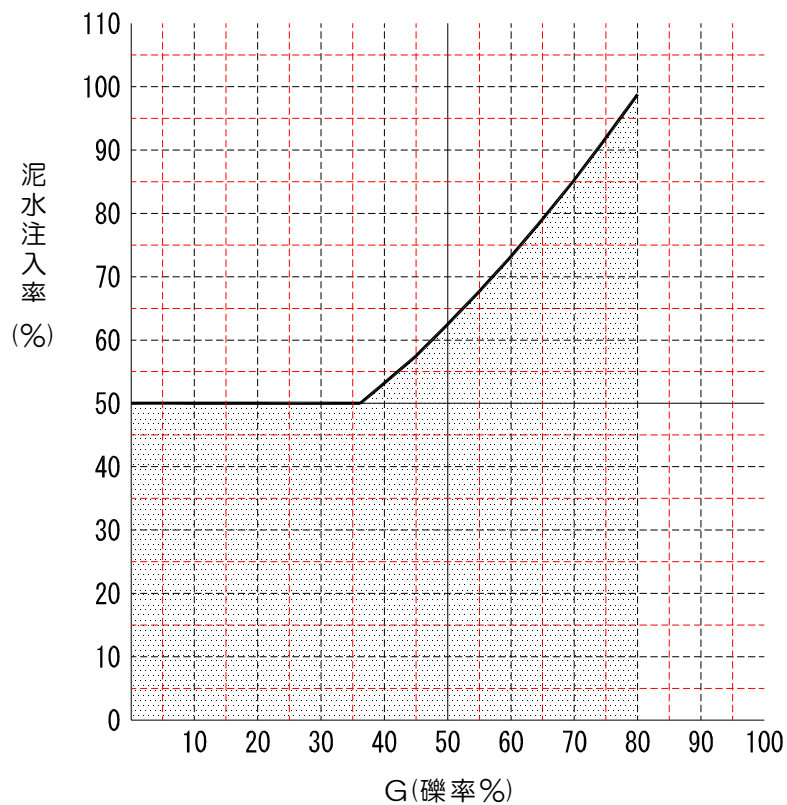
C 土質の注入率は 100%~150%の中間値を採用している

B 土質(砂礫層)における注入率算定式

$$\text{泥水注入率} = \{0.3 + 0.3 \times (G/100 + 0.7 \times (G/100)^2)\} \times 100$$

注1) 算定式の G は礫率を示しています

注2) 算定式における注入率下限は 50%とします。



11.滑材注入率

1)一次注入滑材(2液性固結滑材:可塑剤)

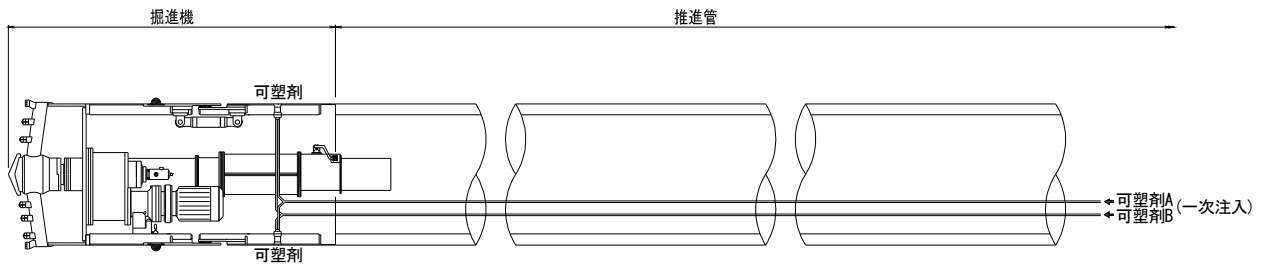
固結性滑材は、掘進機カッターの掘削外径と推進管外径との空隙(通常半径 45mm:テールボイド)に対して注入を行います。

本工法においての注入は掘進機後方より複数方向に行い、テールボイド全断面に対して効果的な固結性滑材層を形成します。固結性滑材は推進管と地山の直接接触を防止し、推力の上昇を抑制します。

【固結性滑材は泥濃式推進工法の特徴でもあります】

一次注入滑材量は次式により算定します。

$$\text{注入量} = (\text{掘削断面積} - \text{推進管外径面積}) \times 40\% \times \text{推進延長}$$



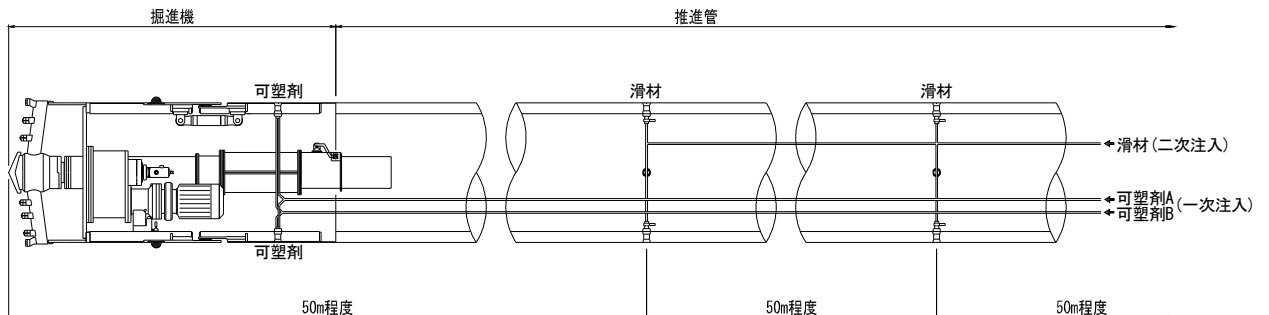
2)二次注入滑材(1液性滑材)

長距離推進・急曲線推進・多曲線推進等の難条件下においては、発進当初より積極的な推力の低減措置をとることが有効となります。一液性滑材をある程度の間隔(50m/個所程度)で推進管内よりテールボイドに注入します。一次注入滑材(可塑剤)と推進管との間に注入することにより、良好な滑材層が形成されます。

本工法においては推進管に注入孔を加工し、上下左右4方向から注入を行えるようにします。

二次注入滑材量は次式により算定します。

$$\text{注入量} = (\text{掘削断面積} - \text{推進管外径面積}) \times 40\% \times \text{推進延長}$$



12. 排泥量

1) 排泥量

$$\begin{aligned} \text{排泥量} &= \text{掘削量} + \text{高濃度泥水使用量} - \text{テールボイド残量} \\ &= \{ \text{掘削断面積} \times (1 + \text{送泥率} \times 100) - (\text{掘削断面積} - \text{管外径断面積}) \} \times \text{推進延長} \end{aligned}$$

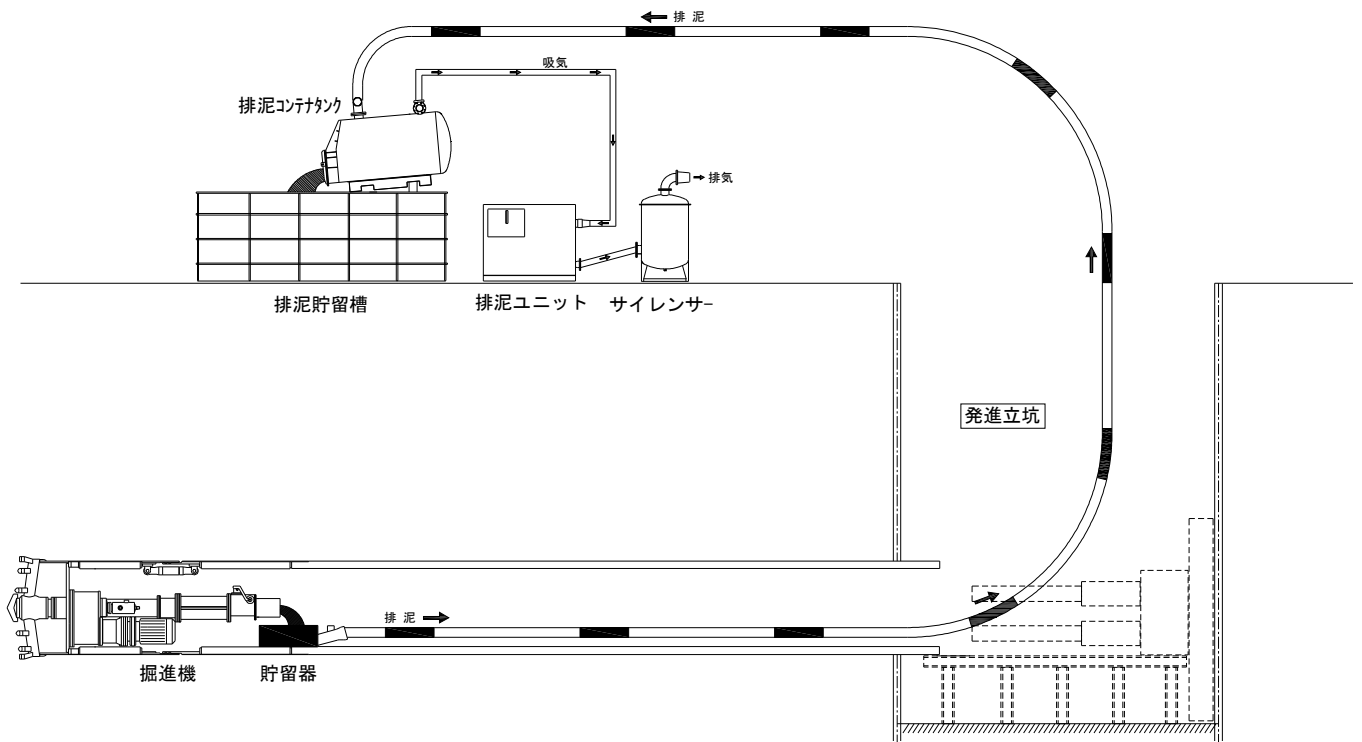
2) 排泥方法

泥濃式推進工法は切羽及びテールボイドの安定をはかるため、掘削室は常に高濃度泥水で加圧充満された状態（地下水圧+0.02～0.06MPa）にあります。よって排泥は掘進機操作盤より排泥バルブ開閉の操作を行うことで、掘削室と掘進機内の大気圧により機内に自然排出されます。

掘削室からの排泥は、礫分級装置により礫と分離され、後続作業管内の貯留器に入ります。貯留器からは真空力を利用したプラグ流体輸送で推進管内に敷設された排泥管を通り、立坑外の排泥コンテナタンクまで排泥搬出が行なわれ、排泥貯留槽への落とし込みにより、貯泥されます。

貯留槽に貯泥された排泥は、産業廃棄物としてバキューム車によって運搬され、適切に廃棄処分されます。

※排泥は管径・掘削量の関係からφ1500mm以上は2系統式になります。



13.裏込注入率

1)裏込注入の目的

裏込注入工は、オーバーカット部分の地山のゆるみによる沈下を防止する事を目的とし、推進完了後、直ちに裏込材を注入します。

2)裏込注入の方法

注入にあたっては、土質条件・注入量・注入圧・裏込材の選定に注意する必要があります。

注入箇所は管頂部に注入コック及び圧力計を配置するのが一般的ですが、管全周に適切な注入を行うのが最良と考えられ、管列の精度維持のために注入孔を上下左右に千鳥に配置する場合もあります。

注入圧については、周辺構造物に悪影響を与えたり、管路状況を変移させたりすることの無いように注入する必要があります。注入圧は通常 $0.1\sim 0.2\text{MPa/m}^3$ 程度ですが、本工法では確実な注入を目的とし、 0.3MPa/m^3 以下を目安に管理します。坑口パッキンからの吹き出しや他のグラウトコックからの確認で注入状況を判断します。

3)裏込注入量

テールボイド部分には、高濃度泥水と可塑剤(滑材)が充填されています。

高濃泥水は、20%程度の土粒子と40%の水分で構成されており、その水分を加圧脱水させて裏込材と置き換えると考えます。また注入管理は、注入量と注入圧の両面管理とします。

(1) 注入断面の考え方

テールボイド断面に対して有効裏込注入断面は経験値より下記のように考えます。

テールボイド断面(掘削断面-管外径断面)

= 残存テールボイド材 60% + 裏込注入 40%

(2) 注入量の算定

効裏込注入量は経験値より下記のように考えます。

裏込注入量

=テールボイド断面積 × 40% + 延長

14.目地

1)目地の目的

- (1)管継ぎ手・滑剤注入孔・裏込注入孔よりの浸入水の防止
- (2)管継ぎ手部のカラー保護・クッション材腐食防止
- (3)流速を妨げないための管継ぎ手部での粗度係数維持
- (4)緊結用ボルト穴からの腐食による管強度低下の防止 等があります。

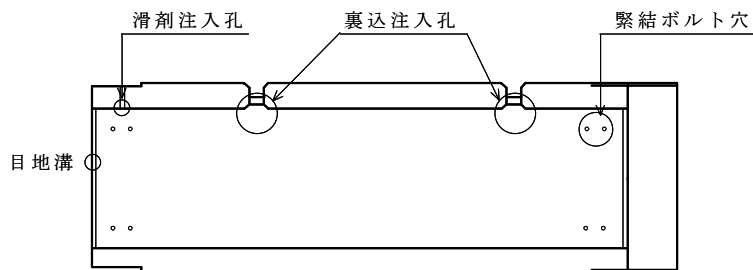
2)目地の方法

目地工は裏込注入後に、管の目地溝部・孔部を清掃し、孔部のプラグが締め込まれていることを確認の後、固練りのモルタル等を充填します。大口径管は一度に行わず充填を2回に分けて行います。

3)目地の材料

目地詰め材料としては一般に配合 1 : 2 のモルタルが使用されますが、エポキシ樹脂や急結セメントを用いる場合もあります。ライニング管等の特殊管を使用した場合は管メーカーの指定するものを使用します。

4)目地の位置



5)曲線部の目地モルタル

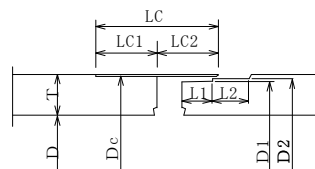
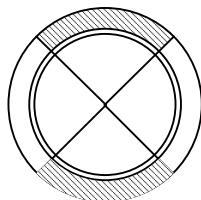
クッション材厚で切上げ換算します。

$$\begin{aligned}
 \text{目地充填量 } V = & \pi (D+T') T' \times S' && \text{管厚に対する総量} \\
 & + 0.015 \pi (D+h) h && \text{目地溝の深さに対する量} \\
 & + 2 \pi \times 0.085^2 \times 0.03 / 4 && \text{注入孔 2 箇所分} \\
 & - \pi (D+T'+h) \cdot (T'-h) \times S' && \text{クッション材部分の減少分}
 \end{aligned}$$

$$\text{平均開口長 } S' = (2L \times D_c) / (2R - D_c) + 0.02 / 2$$

ここに、

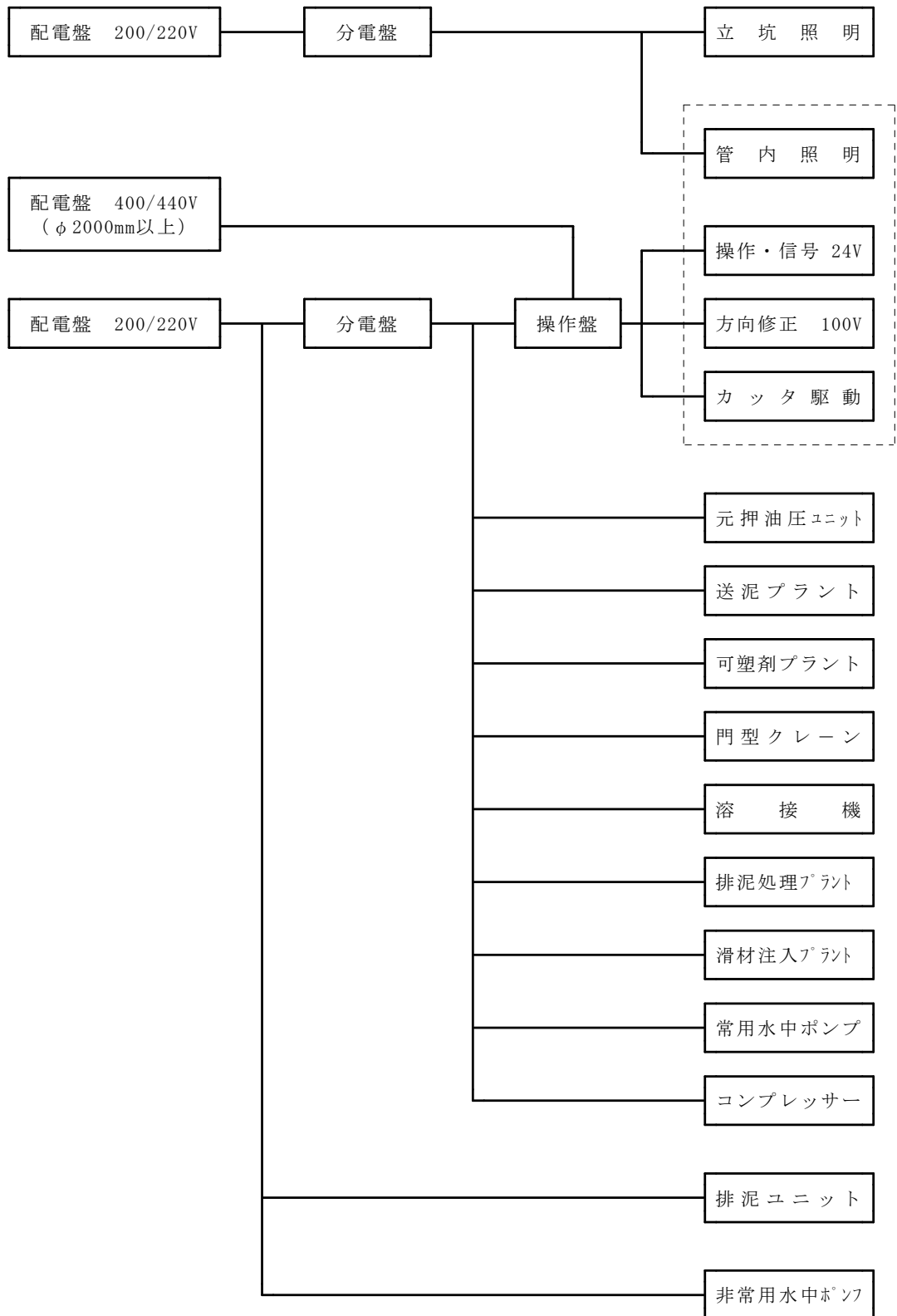
$$\begin{aligned}
 L &= \text{推進管長} & D &= \text{管呼び径} & D_c &= \text{埋込カラー内径} \\
 T' &= \text{管端の肉厚 } (B_c - D - 2t) / 2 & h &= \text{目地溝深さ (0.015m)} \\
 B_c &= \text{管外径}
 \end{aligned}$$



(社) 日本下水管渠推進技術協会・推進工法積算要領 推進工法応用編 (長距離・曲線推進) より

15.電力

1) 電力設備系統図



2) 電力設備容量

一基当りの出力

(kW)

設備出力	800	900	1000	1100	1200	1350	1500	1650	1800	2000	2200	2400	2600
掘進機（駆動部品）	7.5	11.0	15.0	18.5	18.5	22.0	44.0	44.0	44.0	88.0	88.0	88.0	90.0
電動ホイスト	3.5	3.5	3.5	3.5	6.7	6.7	6.7	9.0	9.0	9.0	15.0	15.0	15.0
門型クレーン	0.8	0.8	0.8	0.8	1.5	1.5	1.5	3.0	3.0	3.0	6.0	6.0	6.0
ジャッキ（油圧ユニットを含む）	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5
グラウトポンプ（可塑剤）	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
グラウトミキサー（可塑）	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
グラウトポンプ（2次滑材）	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7
グラウトミキサー（2次滑）	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
グラウトポンプ（裏込）	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
グラウトミキサー（裏込）	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
コンプレッサー	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
吸泥排土装置	55.0	55.0	55.0	55.0	55.0	55.0	55.0	55.0	55.0	55.0	55.0	55.0	55.0
グラウトポンプ（泥水）	2.2	2.2	2.2	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7
グラウトミキサー（泥水）	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	5.9	5.9	5.9
ストックミキサー	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7
給水ポンプ	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7

台数

(台)

使用台数	800	900	1000	1100	1200	1350	1500	1650	1800	2000	2200	2400	2600
掘進機（駆動部品）	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
電動ホイスト	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
門型クレーン	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ジャッキ（油圧ユニットを含む）	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
グラウトポンプ（可塑剤）	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
グラウトミキサー（可塑）	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
グラウトポンプ（2次滑材）	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
グラウトミキサー（2次滑）	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
グラウトポンプ（裏込）	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
グラウトミキサー（裏込）	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
コンプレッサー	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
吸泥排土装置	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2
グラウトポンプ（泥水）	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3
グラウトミキサー（泥水）	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3
ストックミキサー	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3
給水ポンプ	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

総電力量

(kW)

設備出力	800	900	1000	1100	1200	1350	1500	1650	1800	2000	2200	2400	2600
掘進機（駆動部品）	7.5	11.0	15.0	18.5	18.5	22.0	44.0	44.0	44.0	88.0	88.0	88.0	90.0
電動ホイスト	3.5	3.5	3.5	3.5	6.7	6.7	6.7	9.0	9.0	9.0	15.0	15.0	15.0
門型クレーン	0.8	0.8	0.8	0.8	1.5	1.5	1.5	3.0	3.0	3.0	6.0	6.0	6.0
ジャッキ（油圧ユニットを含む）	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5
グラウトポンプ（可塑剤）	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
グラウトミキサー（可塑）	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
グラウトポンプ（2次滑材）	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7
グラウトミキサー（2次滑）	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
グラウトポンプ（裏込）	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
グラウトミキサー（裏込）	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
コンプレッサー	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
吸泥排土装置	55.0	55.0	55.0	55.0	55.0	55.0	110.0	110.0	110.0	110.0	110.0	110.0	110.0
グラウトポンプ（泥水）	4.4	4.4	4.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4
グラウトミキサー（泥水）	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	11.8	11.8	11.8
ストックミキサー	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4
給水ポンプ	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7
合計	125.8	129.3	133.3	139.8	143.7	150.2	229.2	233.0	233.0	277.0	289.0	289.0	291.0

16. 機械器具損料表

表 411-12 機械器具損料及び電力算定表（元押し）（その 1）

内 容	基 礎 価 格	必 要 台 数	機 械 出 力	運 転 日 数	供 用 日 数	1 日 当 り 運 転 時 間	損料額単価		機械器具損料				電力料		
							運 転 日 当 り	供 用 日 当 り	運 転 日 当 り	供 用 日 当 り	1 現 場 当 り	小 計	時 間 当 り 電 力 消 費 量	総 電 力 量	電 力 料
記号		a		b	c	d	g	h	j	k	l	m	n	p	q
算出方法				別 計 算	別 計 算		上 段 損 料 率 × 10 ⁻⁶	上 段 損 料 率 × 10 ⁻⁶	a × b × g	a × c × h	上 段 損 料 率 %	j+k+l	上 段 燃 料 消 費 率	a × b × d × n	p×電 力料 (円 /kw)
機械名・規格	千円	台	KW	日	日	時間	円	円	円	円	円	円	KWh	kWh	円
掘進機外殻															
掘進機駆動部															
LVS-TYPE I・II装置															
遠隔操作盤															
姿勢制御装置															
電動ホイスト（巻上、 横行モータ含む）															
門型クレーン （走行モータ含む）															
元押しジャッキ															
グラウトポンプ （可塑剤）															
グラウトミキサ （可塑剤）															
グラウトポンプ （滑材：2次注入）															
グラウトミキサ （滑材：2次注入）															
グラウトポンプ （裏込）															
グラウトミキサ （裏込）															
ミキシングプラント （裏込）															
合 計(1)															

備考 掘進機損料=1 現場当り修理費+供用日当り損料×供用日数
 供用日数=Σ（各スパンの供用日数+段取り替え日数×α）（α：供用日の割増率）
 1) 各スパンの供用日数=（掘進機据付日数+推進延長/日進量+掘進機撤去日数）×α（α：供用日の割増率）
 掘進機据付日数=2.0日
 掘進機撤去日数=1.0日
 2) 発進立坑で同一の掘進機を両発進する場合は、推進設備の段取り替えに要する実日数を計上する。
 （注）供用日数が30日未満の場合は別途考慮する。
 3) 姿勢検出装置は、曲線推進、1スパンの推進延長150mを越える場合など、必要に応じて計上する。

表 411-13 機械器具損料及び電力算定表（元押し）（その1(2)）

内 容	基 礎 価 格	必 要 台 数	機 械 出 力	運 転 日 数	供 用 日 数	1 日 当 り 運 転 時 間	損料額単価		機械器具損料				電力料		
							運 転 日 当 り	供 用 日 当 り	運 転 日 当 り	供 用 日 当 り	1 現 場 当 り	小 計	時 間 当 り 電 力 消 費 量	総 電 力 量	電 力 料
記号		a		b	c	d	g	h	j	k	l	m	n	p	q
算出方法				別 計 算	別 計 算			上 段 損 料 率 × 10 ⁻⁶	a × b × g	a × c × h		j + k + l	上 段 燃 料 消 費 率	a × b × d × n	p×電 力料 (円 /kw)
機械名・規格	千円	台	kw	日	日	時間	円	円	円	円	円	円	kwh	kW	円
コンプレッサ															
吸泥排土設備															
グラウトポンプ (高濃度泥水)															
グラウトミキサ (高濃度泥水)															
ストックミキサ (高濃度泥水)															
給水ポンプ															
流量計測装置 (高濃度泥水)															
制御装置 (高濃度泥水)															
排土コンテナタンク															
排土貯留槽															
給水タンク															
合 計(2)															

備考 1. 送泥装置は標準 2 系統、排泥装置については呼び径 1500mm 以上は 2 系統とする。
2. 1 日当り運転時間は、推進機稼動時間の 1.3 倍とする。

表 411-22 機械器具損料算定表（その2）（元押し用）

機械器具名	規格	組数	推進延長	損料	金額	備考
押し輪		1				推進用設備等を含む
高圧ホース		1				
作動油		1				
合計						

表 411-23 機械器具損料算定表（その3）（配管材）

	基 礎 価 格	配 管 距 離	運 転 日 数	供 用 日 数	損料額単価			機械器具損料			
					運 転 日 ・ 1m 当 り	供 用 日 ・ 1m 当 り	1 現 場 ・ 1m 当 り	運 転 日 当 り	供 用 日 当 り	1 現 場 当 り	小 計
記号		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
算出方法			別 計 算	別 計 算				a × b × d	a × c × e	a × f	g + h + i
機械名・規格	円/1m 当り	m	日	日	日	円	円	円	円	円	円
排土管					—			—			
サクションホース					—			—			
高濃度泥水ホース					—			—			
可塑剤ホース					—			—			
滑材ホース					—	—	—	—	—	—	—
エアホース					—	—	—	—	—	—	
キャブタイヤ類					—			—			
水盛りホース					—	—	—	—	—	—	
合計											

備考 1. 損料額算出に当り配管距離は次式による。

L1：管内配管距離（推進延長-推進機長）（m）

L2：坑外配管距離（地上配管距離（標準 20m）+立坑配管距離）（m）

高濃度泥水ホース : L1+L2 (m)

エアホース : L1/2+L2 (m)

排土管 : L1 (m)

サクションホース : L2 (m)

2. 呼び径 1500 以上は、排泥系統を 2 系統とするため、排土管、サクションホースの配管距離は上記配管距離の 2 倍とする。

3. 滑材ホースは坑内作業工の率にて計上。

17.機械稼働時間一覧

表 3-13 標準機械設備 1 日（8 時間）当り稼働時間（元押し）

普通土

機械の種類	800	900	1000	1100	1200	1350	1500	1650	1800	2000	2200	2400	2600
掘進機（駆動部品）	5.4	5.5	5.6	5.6	5.6	5.5	5.6	5.7	5.5	5.2	5.3	5.3	5.3
電動ホイスト	1.8	1.8	1.8	1.7	1.7	1.8	1.8	1.7	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9
門型クレーン	1.6	1.6	1.6	1.5	1.5	1.6	1.6	1.5	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7
元押しジャッキ	5.4	5.5	5.6	5.6	5.6	5.5	5.6	5.7	5.5	5.2	5.3	5.3	5.3
グラウトポンプ（可塑性）	5.4	5.5	5.6	5.6	5.6	5.5	5.6	5.7	5.5	5.2	5.3	5.3	5.3
グラウトミキサ（可塑性）	5.6	5.7	5.8	5.8	5.8	5.7	5.8	5.9	5.7	5.4	5.5	5.5	5.5
グラウトポンプ（滑材）	3.3	3.3	3.3	3.2	3.2	2.9	2.9	2.7	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
グラウトミキサ（滑材）	4.1	4.1	4.1	4.0	4.0	3.7	3.7	3.5	3.3	3.2	3.2	3.2	3.2
グラウトポンプ（裏込）	2.1	2.3	2.5	2.5	2.7	2.9	3.1	3.2	3.4	3.5	3.7	3.7	3.7
グラウトミキサ（裏込）	3.4	3.6	3.8	3.8	3.9	4.1	4.2	4.2	4.4	4.5	4.7	4.7	4.7
コンプレッサ	5.6	5.7	5.8	5.8	5.8	5.7	5.8	5.9	5.7	5.4	5.5	5.5	5.5
吸泥排土装置	5.6	5.7	5.8	5.8	5.8	5.7	5.8	5.9	5.7	5.4	5.5	5.5	5.5
グラウトポンプ（泥水）	5.6	5.7	5.8	5.8	5.8	5.7	5.8	5.9	5.7	5.4	5.5	5.5	5.5
グラウトミキサ（泥水）	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0
ストックミキサ	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0
給水ポンプ	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1

表 3-14 標準機械設備 1 日（8 時間）当り稼働時間（元押し）

砂礫土 1 / 砂礫土 2 / 固結土

機械の種類	800	900	1000	1100	1200	1350	1500	1650	1800	2000	2200	2400	2600
掘進機（駆動部品）	6.1	6.2	6.3	6.3	6.3	6.2	6.3	6.3	6.2	5.9	6.0	6.0	6.0
電動ホイスト	1.4	1.4	1.3	1.3	1.3	1.4	1.4	1.3	1.5	1.5	1.4	1.4	1.4
門型クレーン	1.2	1.2	1.1	1.1	1.1	1.2	1.2	1.1	1.3	1.3	1.2	1.2	1.2
元押しジャッキ	6.1	6.2	6.3	6.3	6.3	6.2	6.3	6.3	6.2	5.9	6.0	6.0	6.0
グラウトポンプ（可塑性）	6.1	6.2	6.3	6.3	6.3	6.2	6.3	6.3	6.2	5.9	6.0	6.0	6.0
グラウトミキサ（可塑性）	6.3	6.4	6.5	6.5	6.5	6.4	6.5	6.5	6.4	6.1	6.2	6.2	6.2
グラウトポンプ（滑材）	4.5	4.5	4.5	4.3	4.3	4.1	4.1	3.9	3.8	3.6	3.6	3.6	3.6
グラウトミキサ（滑材）	5.3	5.3	5.3	5.1	5.1	4.8	4.8	4.6	4.5	4.2	4.2	4.2	4.2
グラウトポンプ（裏込）	2.1	2.3	2.5	2.5	2.7	2.9	3.1	3.2	3.4	3.5	3.7	3.7	3.7
グラウトミキサ（裏込）	3.4	3.6	3.8	3.8	3.9	4.1	4.2	4.2	4.4	4.5	4.7	4.7	4.7
コンプレッサ	6.3	6.4	6.5	6.5	6.5	6.4	6.5	6.5	6.4	6.1	6.2	6.2	6.2
吸泥排土装置	6.3	6.4	6.5	6.5	6.5	6.4	6.5	6.5	6.4	6.1	6.2	6.2	6.2
グラウトポンプ（泥水）	6.3	6.4	6.5	6.5	6.5	6.4	6.5	6.5	6.4	6.1	6.2	6.2	6.2
グラウトミキサ（泥水）	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0
ストックミキサ	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0
給水ポンプ	1.2	1.2	1.3	1.3	1.3	1.2	1.3	1.3	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2

