

トータック

土木用集排水管（網状管）

TACアミーゴ

技術資料

 **Nagase RootTAC**

ナガセルータック株式会社

（旧社名：東拓工業株式会社）



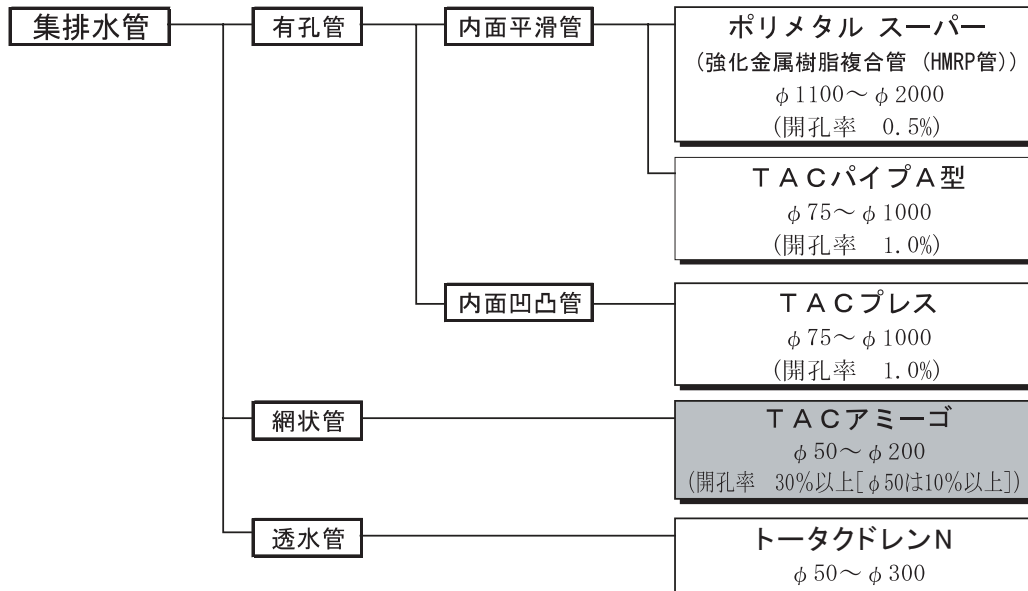
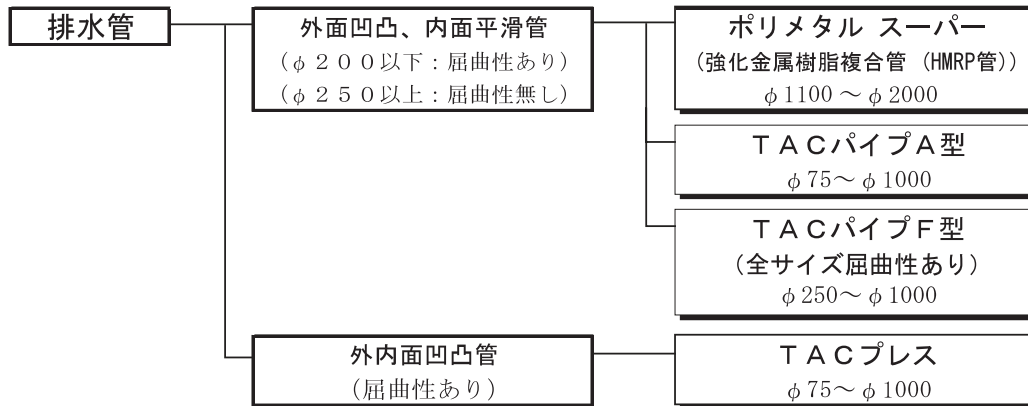
注 意

土木用集排水管に関する設計上の注意事項

1. 許容変形率を超える設計はしないで下さい。
→ 本技術資料の「4. 埋設設計」参照
2. 口径の決定は、流量に十分な余裕をみて行なって下さい。
→ 本技術資料の「3. 水理設計」参照
3. 裏込材、フィルター材は、パイプの種類、地盤、土被り、活荷重等を考慮して、条件にあったものを選定して下さい。
→ 本技術資料の「5. 埋設・施工」参照
4. マンホール、柵等とパイプの接続部では不等沈下が生じないように、相互の基礎の支持力にバランスをもたせて下さい。
→ 本技術資料の「5-2 管体の基礎工法 6) マンホール際等の基礎」参照
5. 管底側部は、裏込め材が回り込みにくく締め固め不足が生じやすいので材料を盛りつけ、足突き、突き棒又は棒状バイブレーター等でよく突き固めて下さい。
→ 本技術資料の「5-4 施工手順」参照
6. 盛土してすぐの地盤にパイプを敷設する場合は、地盤の不等沈下が予想されるため、軟弱地盤における基礎工法に基づいて施工して下さい。
→ 本技術資料の「5-2 管体の基礎工法 4) 軟弱地盤の場合」参照
7. 施工途中、土被りが浅い時にパイプの上を重機が通る場合は、集中荷重を受けて部分的に変形する恐れがありますので、鉄板等を敷いて保護して下さい。

設計に当り、ご不明な点があれば弊社までお問い合わせ下さい。

トータク土木用集排水管の紹介



※ TACアミーゴ は本技術資料に掲載している製品です。

土木用集排水管（網状管） TACアミーゴ 技術資料

目 次

1. TACアミーゴについて	1
1-1 構造・標準寸法	1
1-2 用途	1
1-3 特長	2
1-4 物性	2
1-5 屈曲性	2
1-6 開孔率	3
1-7 材料特性	3
2. TACアミーゴの継手	4
2-1 直線延長接続	4
2-2 T字・十字接続 45° Y字接続	4
2-3 キャップ	4
3. TACアミーゴの水理設計	5
3-1 流速・流量計算	5
3-2 水理諸係数	6
1) 満水での諸係数	6
2) 流水深さに関する諸係数	6
3-3 流速・流量表（満水時）	7
4. TACアミーゴの埋設設計	8
4-1 管に作用する荷重	8
4-2 埋設方法の分類	8
4-3 管に作用する荷重計算	9
4-4 鉛直土圧による荷重	9
1) 溝型埋設の場合	9
2) 盛土型埋設の場合	10
3) 鉛直土圧計算例	11
4-5 車両による荷重（活荷重）… W'	13
1) トラック荷重	13
2) 施工機械による活荷重	14
3) 活荷重計算例	16
4-6 変形量、変形率	17
1) 変形量	17
2) 変形率	17
3) 許容変形率	17
4-7 許容荷重	18
4-8 各種条件による変形率の計算例	19
1) 突出型	19
2) 逆突出型	21

5. T A Cアミーゴの埋設・施工	23
5-1 掘削	23
5-2 管体の基礎工法	23
1) 岩盤の場合	23
2) 良好地盤の場合	24
3) 普通地盤の場合	24
4) 軟弱地盤の場合	24
5) 長さ方向に地盤が変化している場合	25
6) マンホール際等の基礎	25
5-3 標準埋設断面	26
1) 溝型、逆突出型	26
2) 突出型	26
5-4 施工手順	27
1) 溝型、逆突出型の場合	27
2) 突出型の場合	28
6. 敷設標準歩掛り	28

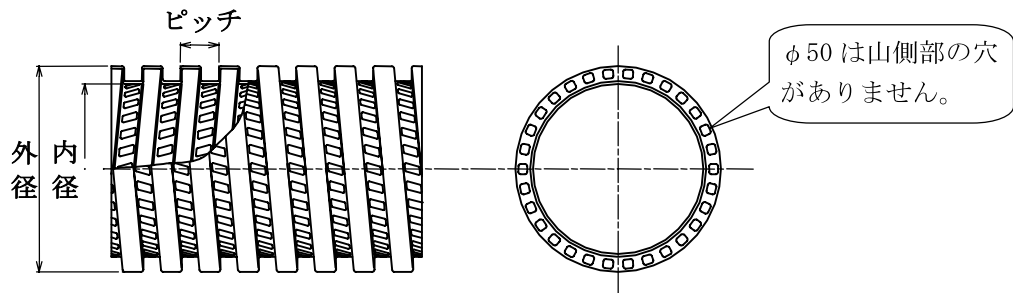
1. TACアミーゴについて

トータク「TACアミーゴ」は、独特な吸水構造により、30%以上*の開孔率を実現し、高い吸水能力を持つ土木用集排水管（網状管）です。高い偏平強度、軽量で曲げやすく優れた施工性を持つため、グラウンド・公園などの表面排水から山間僻地や軟弱地盤における工事までさまざまな現場にお使いいただけます。

※φ50は10%以上となります。



1-1 構造・標準寸法



■標準寸法

呼称	外径 (mm)	内径 (mm)	ピッチ (mm)	曲げ半径 (mm)	定尺 (m)	標準開孔率 (%)
TAG 50	57.0	43.5	18.3	300	4	10以上
TAG 75	80.5	67.0	18.0	400		30以上
TAG100	101.9	84.4	19.0	500		30以上
TAG150	151.7	130.9	19.3	750		30以上
TAG200	207.8	179.0	26.8	1000		30以上

1-2 用途

- 1) スポーツ施設の表面暗渠排水（グラウンド、野球場、テニスコート、ゴルフ場など）
- 2) 法面暗渠排水（道路、鉄道、ゴルフ場、宅地など）
- 3) 構造物側面下排水（トンネル、ボックスカルバート、擁壁などの構造物）
- 4) 道路側溝下の暗渠排水
- 5) 道路、鉄道などの路床排水
- 6) 圃場整備、土地改良工事などの暗渠排水

1-3 特長

1) 優れた吸水能力。

吸水孔を山部の側壁にも開けた独特の構造により、他種管に比べ開孔率が大きく吸水能力に優れています。

※φ50は10%以上となります。

TACアミーゴの開孔率	30%以上
他種管の開孔率	0.5~1.5%

2) 土圧・輪圧に強い。

独特のリブ構造で高い扁平強度を持ち、そのタワミ性と周囲の土砂の抵抗土圧により高盛土の外圧荷重に耐えます。

3) 軽くて施工が容易。

他種管に比べて、軽く、弾力性、対応性を持ち、運搬や敷設作業が楽で、施工性に優れています。

1-4 物性

■圧縮強度 N/m {kgf/m} 以上

呼び径	5%圧縮強度	10%圧縮強度
50	2690 {274}	4190 {427}
75	1310 {134}	2030 {207}
100	1500 {153}	2400 {245}
150	1440 {147}	2290 {234}
200	2100 {214}	3180 {324}

<試験方法>

圧縮強度：圧縮板にて圧縮荷重を加え、パイプ外径の5%並びに10%鉛直歪時の荷重を測定する。

$$\text{鉛直歪} = \frac{(\text{試験前の外径}) - (\text{負荷時の外径})}{(\text{試験前の外径})} \times 100 (\%)$$

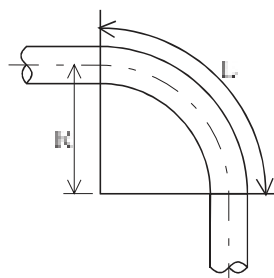
結果表示：圧縮荷重はパイプ1m当りに換算して表わす。(単位：N/m)

1-5 屈曲性

TACアミーゴはフレキシブル性に富んでおり、表に示すような半径(R)の大曲り施工ができます。

■許容曲げ半径とパイプ必要長さ

呼び径	許容曲げ半径 R (m)	パイプ必要長さL (m)	
		90° 曲げ	45° 曲げ
50	0.3	0.5	0.2
75	0.4	0.6	0.3
100	0.5	0.8	0.4
150	0.75	1.2	0.6
200	1.0	1.6	0.8



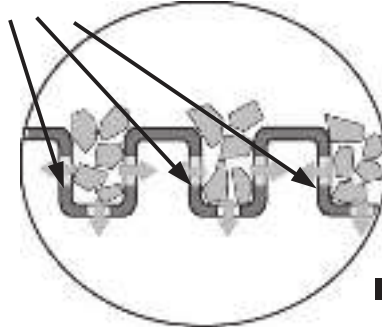
※許容曲げ半径以下の施工は避けて下さい。

1-6 開孔率

吸水孔をパイプ山部の側壁にも開けた独特の構造により、30%*以上の開孔率を実現しました。その独特の吸水構造のため、土砂の流入を防ぎ優れた吸水能力を発揮します。

ユニークな吸水ポイントにより抜群の吸水能力を実現！！

※φ50は10%以上となります。



注) φ50は山部の側壁の吸水孔がありません。

■パイプ吸水部断面

1-7 材料特性

■材料特性

項目	特性値	単位
密度	942以上	kg/m ³
引張降伏応力	19.6 {200} 以上	MPa {kgf/cm ² }
引張破壊呼びひずみ	400以上	%

■耐薬品性

薬品名						
硫酸	10%	○	サク酸 10%	○	過酸化水素 30%	○
塩酸	10%	○	氷サク酸	△	ガソリン	△
	35%	○	苛性ソーダ 50%	○	アセトン	△
硝酸	10%	○	苛性カリ	○	アニリン	○
	95%	×	炭酸ソーダ	○	四塩化炭素	×
弗化水素	75%	○	塩化カルシウム	○	グリセリン	○
リン酸	30%	○	メチルアルコール	○	ベンゼン	×
ギ酸	40%	○	アンモニア水	○		

(○…使用可能、△…やや劣るが注意すれば使用可能、×…使用不可)

2. TACアミーゴの継手

2-1 直線延長接続

TACアミーゴを直線上に長く接続して使用する場合は次の要領で接続します。

1) 必要材料

直管継手



2) 接続方法

- ① TACアミーゴに直管継手を完全にねじ込みます。
- ② TACアミーゴどうしを突き合わせ、直管継手を逆回転させ、継目が直管継手の中央に来るようにします。

2-2 T字・十字接続 45° Y字接続

T字・十字継手、45° Y字継手を用いて接続します。

T字継手



十字継手



45° Y字継手



■ T字・十字組合せ

呼び径	50	75	100	150	200
50	○	○	○	○	—
75	○	○	○	○	—
100	○	○	○	○	○
150	○	○	○	○	○
200	—	—	○	○	○

■ 45° Y字継手組合せ

呼び径	50	75	100	150	200
50	○	○	○	○	—
75	○	○	○	○	—
100	○	○	○	○	○
150	○	○	○	○	○
200	—	—	○	○	○

2-3 キャップ



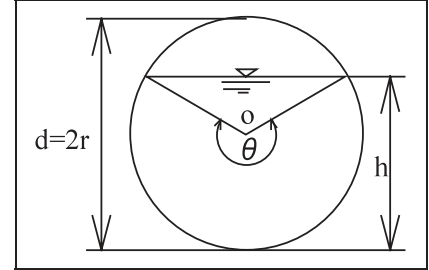
3. TACアミーゴの水理設計

3-1 流速・流量計算

流量計算においては最も多く用いられている Manning の平均流速公式を採用します。

$$Q = A \cdot V$$

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot I^{\frac{1}{2}}$$



ここにおいて

Q : 流量	(m ³ /sec)	n : 粗度係数	(n=0.016)
V : 平均流速	(m/sec)	R : 径深	(m)
A : 流積	(m ²)	I : 水面勾配	

$$\text{但し } A = \frac{d^2}{8} (\theta - \sin \theta)$$

$$P = \frac{1}{2} \cdot \theta \cdot d$$

$$R = \frac{A}{P} = \frac{d}{4} \left(1 - \frac{\sin \theta}{\theta} \right)$$

$$h = \frac{d}{2} \left(1 - \cos \frac{\theta}{2} \right)$$

ここで、

P : 潤辺長	(m)
d : 内径	(m)
θ : 水面が中心 O となす角度	(ラジアン)

θ はラジアン単位です。degree(度)への変換は次のようになります。

$$\theta(\text{度}) = \frac{180^\circ \theta(\text{ラジアン})}{\pi (\text{円周率})}$$

満水の場合

$$h = d, \quad R = \frac{d}{4}, \quad A = \frac{\pi}{4} d^2, \quad P = \pi \cdot d \quad \text{より}$$

$$V = \frac{1}{n} \cdot \left(\frac{d}{4} \right)^{\frac{2}{3}} \cdot I^{\frac{1}{2}} \quad Q = V \cdot \left(\frac{\pi \cdot d^2}{4} \right)$$

満水状態で管径を決定する場合は、流量に約20%の余裕をみて設計した方が良くとされています。

3-2 水理諸係数

1) 満水での諸係数

次表に示すV係数、Q係数を使えば、満水の流速・流量が簡単に計算できます。

$$V = (V\text{係数}) \times \sqrt{\text{勾配}} \quad (\text{m/s})$$

$$Q = (Q\text{係数}) \times \sqrt{\text{勾配}} \quad (\text{m}^3/\text{s})$$

例えば、勾配1/100、φ150では、

$$V = 6.394 \times \sqrt{1/100} = 0.6394 (\text{m/s})$$

となります。

$$Q = 0.086 \times \sqrt{1/100} = 0.0086 (\text{m}^3/\text{s})$$

■ 満水での諸係数

粗度係数	n=0.016					
呼び径	内径 d (mm)	径深 R (m)	$R^{\frac{2}{3}}$	流積 A (m ²)	V係数 $\frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}}$	Q係数 V係数 × A
50	43.5	0.0109	0.0491	0.0015	3.068	0.005
75	67.0	0.0168	0.0655	0.0035	4.092	0.014
100	84.4	0.0211	0.0764	0.0056	4.772	0.027
150	130.9	0.0327	0.1023	0.0135	6.394	0.086
200	179.0	0.0448	0.1260	0.0252	7.878	0.198

2) 流水深さに関する諸係数

流水深さに関する諸係数は次表のようになります。

流量は h=0.94d の時、流速は h=0.81d の時最大となります。

h : 水位 (m)

d : パイプ直径 (m)

ある流水深さの流速、流量は次のように求めます。

$$V = \text{満水時の流速} \times \text{流速比}$$

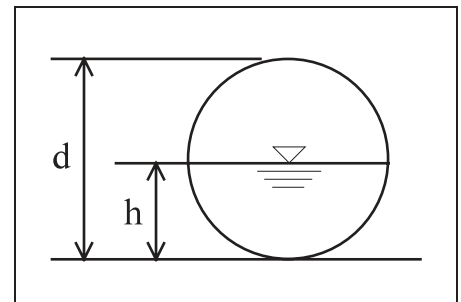
$$Q = \text{満水時の流量} \times \text{流量比}$$

例えば、勾配1/100、φ150、水深80%では、

$$V = 0.6394 \times 1.1397 = 0.729 \quad (\text{m/s})$$

$$Q = 0.0086 \times 0.9775 = 0.0084 \quad (\text{m}^3/\text{s})$$

となります。



■ 流水深さに関する諸係数

流水深さの割合 h/d	満流を1とした場合に対する割合			
	流積比	径深比	流速比	流量比
1.00	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
0.95	0.9813	1.1458	1.0950	1.0745
0.94	0.9775	1.1579	1.1027	1.0757
0.90	0.9480	1.1921	1.1243	1.0658
0.85	0.9059	1.2131	1.1374	1.0304
0.81	0.8677	1.2172	1.1400	0.9892
0.80	0.8576	1.2168	1.1397	0.9775
0.75	0.8045	1.2067	1.1335	0.9119
0.70	0.7477	1.1849	1.1198	0.8372
0.60	0.6265	1.1106	1.0724	0.6718
0.50	0.5000	1.0000	1.0000	0.5000

3-3 流速・流量表（満水時）

Manning の式に基づく満水時の計算結果を示します。（粗度係数 $n = 0.016$ ）

■ 流速・流量表（1/10～1/2000）

呼び径 項目 勾配 単位	50		75		100		150		200	
	流速 m/sec	流量 (ℓ/sec)	流速 m/sec	流量 (ℓ/sec)	流速 m/sec	流量 (ℓ/sec)	流速 m/sec	流量 (ℓ/sec)	流速 m/sec	流量 (ℓ/sec)
1 / 10	0.97	1.4	1.29	4.6	1.51	8.4	2.02	27.2	2.49	62.7
1 / 20	0.69	1.0	0.91	3.2	1.07	6.0	1.43	19.2	1.76	44.3
1 / 30	0.56	0.8	0.75	2.6	0.87	4.9	1.17	15.7	1.44	36.2
1 / 40	0.49	0.7	0.65	2.3	0.75	4.2	1.01	13.6	1.25	31.3
1 / 50	0.43	0.6	0.58	2.0	0.67	3.8	0.90	12.2	1.11	28.0
1 / 60	0.40	0.6	0.53	1.9	0.62	3.4	0.83	11.1	1.02	25.6
1 / 70	0.37	0.5	0.49	1.7	0.57	3.2	0.76	10.3	0.94	23.7
1 / 80	0.34	0.5	0.46	1.6	0.53	3.0	0.71	9.6	0.88	22.2
1 / 90	0.32	0.5	0.43	1.5	0.50	2.8	0.67	9.1	0.83	20.9
1 / 100	0.31	0.5	0.41	1.4	0.48	2.7	0.64	8.6	0.79	19.8
1 / 200	0.22	0.3	0.29	1.0	0.34	1.9	0.45	6.1	0.56	14.0
1 / 300	0.18	0.3	0.24	0.8	0.28	1.5	0.37	5.0	0.45	11.4
1 / 400	0.15	0.2	0.20	0.7	0.24	1.3	0.32	4.3	0.39	9.9
1 / 500	0.14	0.2	0.18	0.6	0.21	1.2	0.29	3.8	0.35	8.9
1 / 600	0.13	0.2	0.17	0.6	0.19	1.1	0.26	3.5	0.32	8.1
1 / 700	0.12	0.2	0.15	0.5	0.18	1.0	0.24	3.3	0.30	7.5
1 / 800	0.11	0.2	0.14	0.5	0.17	0.9	0.23	3.0	0.28	7.0
1 / 900	0.10	0.2	0.14	0.5	0.16	0.9	0.21	2.9	0.26	6.6
1 / 1000	0.10	0.1	0.13	0.5	0.15	0.8	0.20	2.7	0.25	6.3
1 / 2000	0.07	0.1	0.09	0.3	0.11	0.6	0.14	1.9	0.18	4.4

流速・流量表（2.0/1000～0.1/1000）

呼び径 項目 勾配 単位	50		75		100		150		200	
	流速 m/sec	流量 (ℓ/sec)	流速 m/sec	流量 (ℓ/sec)	流速 m/sec	流量 (ℓ/sec)	流速 m/sec	流量 (ℓ/sec)	流速 m/sec	流量 (ℓ/sec)
2.0 / 1000	0.14	0.2	0.18	0.6	0.21	1.2	0.29	3.8	0.35	8.9
1.9 / 1000	0.13	0.2	0.18	0.6	0.21	1.2	0.28	3.8	0.34	8.6
1.8 / 1000	0.13	0.2	0.17	0.6	0.20	1.1	0.27	3.7	0.33	8.4
1.7 / 1000	0.13	0.2	0.17	0.6	0.20	1.1	0.26	3.5	0.32	8.2
1.6 / 1000	0.12	0.2	0.16	0.6	0.19	1.1	0.26	3.4	0.32	7.9
1.5 / 1000	0.12	0.2	0.16	0.6	0.18	1.0	0.25	3.3	0.31	7.7
1.4 / 1000	0.11	0.2	0.15	0.5	0.18	1.0	0.24	3.2	0.29	7.4
1.3 / 1000	0.11	0.2	0.15	0.5	0.17	1.0	0.23	3.1	0.28	7.1
1.2 / 1000	0.11	0.2	0.14	0.5	0.17	0.9	0.22	3.0	0.27	6.9
1.1 / 1000	0.10	0.2	0.14	0.5	0.16	0.9	0.21	2.9	0.26	6.6
1.0 / 1000	0.10	0.1	0.13	0.5	0.15	0.8	0.20	2.7	0.25	6.3
0.9 / 1000	0.09	0.1	0.12	0.4	0.14	0.8	0.19	2.6	0.24	5.9
0.8 / 1000	0.09	0.1	0.12	0.4	0.13	0.8	0.18	2.4	0.22	5.6
0.7 / 1000	0.08	0.1	0.11	0.4	0.13	0.7	0.17	2.3	0.21	5.2
0.6 / 1000	0.08	0.1	0.10	0.4	0.12	0.7	0.16	2.1	0.19	4.9
0.5 / 1000	0.07	0.1	0.09	0.3	0.11	0.6	0.14	1.9	0.18	4.4
0.4 / 1000	0.06	0.1	0.08	0.3	0.10	0.5	0.13	1.7	0.16	4.0
0.3 / 1000	0.05	0.1	0.07	0.2	0.08	0.5	0.11	1.5	0.14	3.4
0.2 / 1000	0.04	0.1	0.06	0.2	0.07	0.4	0.09	1.2	0.11	2.8
0.1 / 1000	0.03	0.0	0.04	0.1	0.05	0.3	0.06	0.9	0.08	2.0

4. TACアミーゴの埋設設計

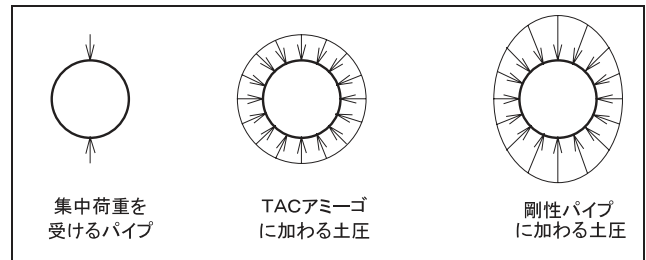
4-1 管に作用する荷重

剛性パイプの場合、土圧に耐えるには管の内径と外径との差、つまり管の厚さが必要です。TACアミーゴは撓性管（たわみ性パイプ）ですから、周囲の土や砂と協力して鉛直荷重を支える構造になっています。

TACアミーゴに大きい外圧荷重がかかるとその対応性ゆえに水平方向に広がろうとし、周囲の土を圧迫します。その結果、水平方向の抵抗土圧がプラスに働き、パイプ全面にわたってほぼ等分布に外圧荷重が分散し、大きな土圧、外圧にも十分耐えることが可能なのです。（図中央）

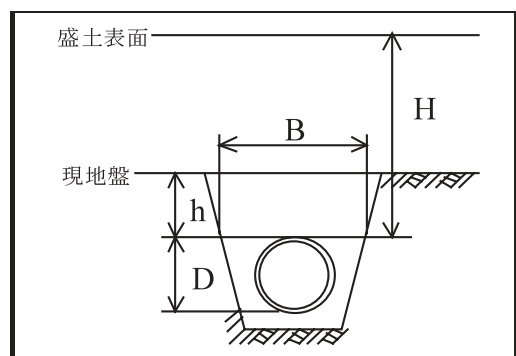
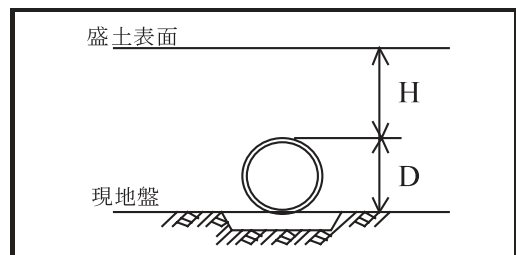
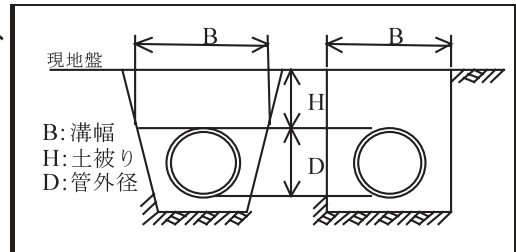
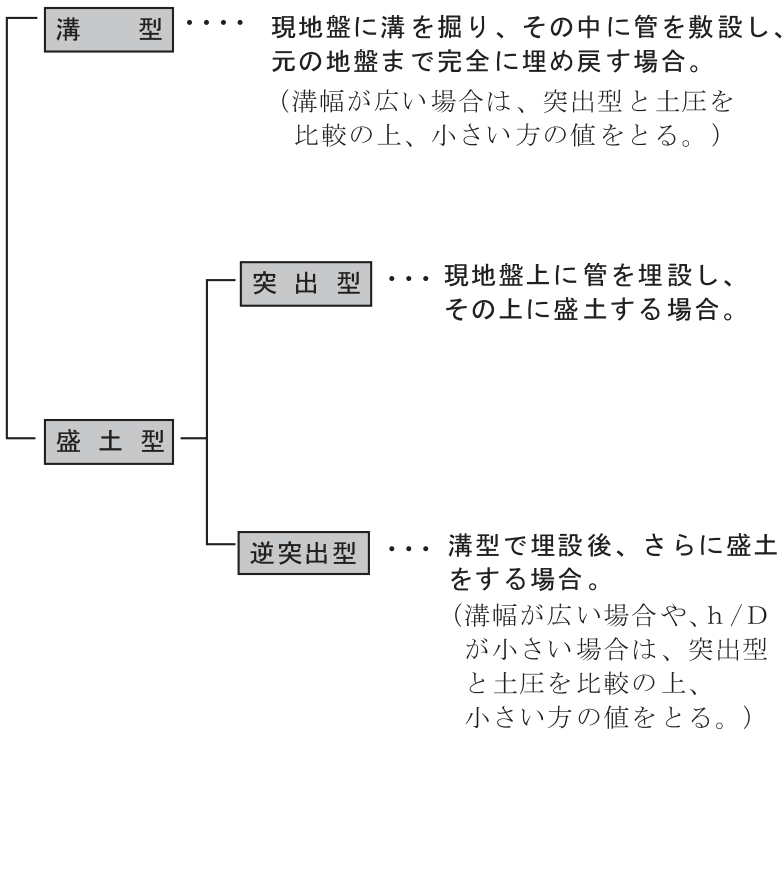
一方、剛性パイプは、鉛直土圧によって変形することがないので、図右のような大きな土圧がかかります。これをパイプ自体の断面強さで受けるため、大きな外圧に耐えるには管の厚みを大きくする必要があります。

以上のことから、TACアミーゴの性能を十分に発揮させるには、施工条件が重要なポイントとなりますので、施工方法をご参照の上適切な施工をお願い致します。



4-2 埋設方法の分類

埋設管は、その埋設形態により右図のように分類されます。



4-3 管に作用する荷重計算

地中に埋設されたパイプに大きな影響を及ぼす鉛直土圧による荷重と走行車輛による荷重について検討します。

$$q = W + W'$$

ここで、 q : 埋設管に作用する荷重 (N/m)
 W : 鉛直土圧による荷重 (N/m)
 W' : 車輛による荷重 (N/m)

4-4 鉛直土圧による荷重

とよ 撓性管の鉛直土圧は次式により算出します。

溝型..... $W = C_d \cdot \gamma \cdot B \cdot D$

突出型..... $W = C_c \cdot \gamma \cdot D \cdot D$

逆突出型..... $W = C_n \cdot \gamma \cdot B \cdot D$

ここで、 W : 鉛直土圧による荷重 (N/m)

C_d : 溝管にかかる荷重係数

C_c : 突出管にかかる荷重係数

C_n : 逆突出管にかかる荷重係数

γ : 土の単位体積重量 (N/m³)

B : 管頂部における掘削幅 (m)

D : 管の外径 (m)

1) 溝型埋設の場合

(1) 溝管に作用する鉛直荷重

右図のように溝の壁面との間に上向きの摩擦力が働き、埋設管に加わる鉛直荷重は土被り重量よりも小さくなります。

Marston によると埋戻土の全重量から側壁に沿った摩擦力を差し引いたものが管に働く荷重と考えるものであり、次式を与えています。

$$W = C_d \cdot \gamma \cdot B \cdot D$$

$$\text{但し } C_d = \frac{1 - e^{(-2K \cdot \mu \cdot H/B)}}{2K \cdot \mu}$$

ここで、 W : 溝管に働く鉛直荷重 (N/m)

C_d : 溝管にかかる荷重係数

γ : 土の単位体積重量 (N/m³)

$\gamma = 17.7 \text{ k N/m}^3$ (1.8 tf/m³) を採用。

B : 管頂部における掘削幅 (m)

D : 管の外径 (m)

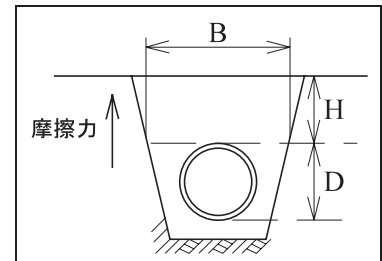
K : 埋戻土の主働土圧係数

μ : 埋戻土の内部摩擦係数

$K \cdot \mu = 0.15$ を採用します。

H : 土被り (m)

e : 自然対数の底 (=2.718)



(2) 広幅溝管に作用する鉛直荷重

この場合は、溝管の式によって鉛直荷重を求めますが、これらの式によって与えられる鉛直静荷重は溝幅の関数であり、溝幅が広い程荷重は大きくなります。

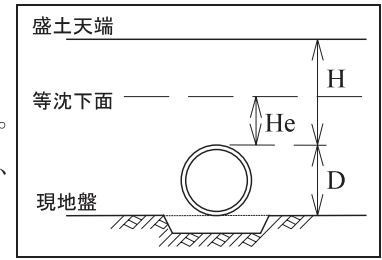
このことから広幅溝管に用いる時は実情に合わない過大な値となってしまうことがあり、この場合は後述の突出管として扱う方が妥当です。

よって広幅溝管の場合は、鉛直荷重の計算を溝管と突出管の両方で行い、小さい方の値をとることとします。

2) 盛土型埋設の場合

(1) 突出管に作用する鉛直荷重

Marston の理論によれば、沈下比の正負に応じて、管上方と側方との土柱の境界に働く剪断力の方向が、下向きと上向きになります。一般に剛性管では沈下比は正で、撓性管では負になると考えてよく、突出管に作用する鉛直荷重は次式により与えられます。



$$W = Cc \cdot \gamma \cdot D \cdot D$$

ここにおいて Cc は等沈下面 He と土被り H との関係により次式のように分類できます。

$$\begin{aligned} \cdot H \leq He \text{ (完全溝状態) の時: } & Cc = \frac{1 - e^{(-2K \cdot \mu \cdot H/D)}}{2K \cdot \mu} \\ \cdot H > He \text{ (不完全溝状態) の時: } & Cc = \frac{1 - e^{(-2K \cdot \mu \cdot He/D)}}{2K \cdot \mu} + \left(\frac{H}{D} - \frac{He}{D} \right) \cdot e^{(-2K \cdot \mu \cdot He/D)} \end{aligned}$$

また上式中の He は次式により求めます。

$$e^{(-2K \cdot \mu \cdot He/D)} + 2K \cdot \mu \cdot He/D = -2K \cdot \mu \cdot \delta_1 \cdot P_1 + 1$$

ここで、 W : 突出管に働く鉛直荷重 (N/m)

Cc : 突出管にかかる荷重係数

γ : 土の単位体積重量 (N/m³)

$\gamma = 17.7 \text{ k N/m}^3$ (1.8 tf/m³) を採用。

D : 管の外径 (m)

He : 突出管における等沈下面 (m)

δ_1 : 突出管における沈下比

撓性管の場合は一般に $-0.4 \sim 0$ ですが -0.2 を採用します。

P_1 : 突出管における突出比

現地盤から管頂部までの鉛直距離

を管外径で割った値で、通常 $P_1 = 1$

です。

K : 埋戻土の主働土圧係数

μ : 埋戻土の内部摩擦係数

$K \cdot \mu = 0.15$ を採用します。

H : 土被り (m)

e : 自然対数の底 (=2.718)

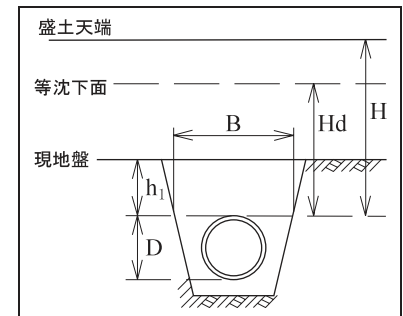
(2) 逆突出管に作用する鉛直荷重

逆突出管に作用する鉛直荷重は次式により与えられます。

$$W = Cn \cdot \gamma \cdot B \cdot D$$

ここにおいて Cn は等沈下面 Hd と土被り H との関係により次式のように分類できます。

$$\begin{aligned} \cdot H \leq Hd \text{ (完全溝状態) の時: } & Cn = \frac{1 - e^{(-2K \cdot \mu \cdot H/B)}}{2K \cdot \mu} \\ \cdot H > Hd \text{ (不完全溝状態) の時: } & Cn = \frac{1 - e^{(-2K \cdot \mu \cdot Hd/B)}}{2K \cdot \mu} + \left(\frac{H}{B} - \frac{Hd}{B} \right) \cdot e^{(-2K \cdot \mu \cdot Hd/B)} \end{aligned}$$



また上式中の Hd は次式により求めます。

$$e^{(-2K \cdot \mu \cdot Hd/B)} + 2K \cdot \mu \cdot Hd/B = -2K \cdot \mu \cdot \delta_2 \cdot P_2 + 1$$

ここで、 W : 逆突出管に働く鉛直荷重 (N/m)

Cn : 逆突出管にかかる荷重係数

γ : 土の単位体積重量 (N/m³)

$\gamma = 17.7 \text{ k N/m}^3$ (1.8 tf/m³) を採用。

B : 管頂部における溝幅 (m)

D : 管の外径 (m)

Hd : 逆突出管における等沈下面 (m)

δ_2 : 逆突出管における沈下比

撓性管の場合は一般に $-0.7 \sim -1.0$ ですが -0.85 を採用します。

P_2 : 逆突出管における突出比

現地盤から管頂部までの鉛直距離

h_1 を管頂部における溝幅で割った

値です。 $P_2 = h_1/B$

K : 埋戻土の主働土圧係数

μ : 埋戻土の内部摩擦係数

$K \cdot \mu = 0.15$ を採用します。

H : 土被り (m)

e : 自然対数の底 (=2.718)

3) 鉛直土圧計算例

土圧は、パイプ単位長さ当り $k\text{ N/m}$ {tf/m} および単位面積当り $k\text{ N/m}^2$ {tf/m²} の2種類で表わします。

(1) 突出型鉛直土圧

呼び径	(単位)	各土被り毎の鉛直土圧				
		0.6m	1.0m	1.5m	2.0m	2.5m
50	$k\text{ N/m}$ {tf/m}	0.43 {0.04}	0.71 {0.07}	1.06 {0.11}	1.40 {0.14}	1.75 {0.18}
	$k\text{ N/m}^2$ {tf/m ² }	7.51 {0.77}	12.40 {1.26}	18.51 {1.89}	24.62 {2.51}	30.73 {3.13}
75	$k\text{ N/m}$ {tf/m}	0.61 {0.06}	1.00 {0.10}	1.50 {0.15}	1.99 {0.20}	2.48 {0.25}
	$k\text{ N/m}^2$ {tf/m ² }	7.55 {0.77}	12.43 {1.27}	18.64 {1.90}	24.73 {2.52}	30.82 {3.14}
100	$k\text{ N/m}$ {tf/m}	0.78 {0.08}	1.27 {0.13}	1.90 {0.19}	2.52 {0.26}	3.15 {0.32}
	$k\text{ N/m}^2$ {tf/m ² }	7.70 {0.79}	12.51 {1.28}	18.67 {1.90}	24.73 {2.52}	30.89 {3.15}
150	$k\text{ N/m}$ {tf/m}	1.19 {0.12}	1.92 {0.20}	2.85 {0.29}	3.78 {0.39}	4.71 {0.48}
	$k\text{ N/m}^2$ {tf/m ² }	7.82 {0.80}	12.67 {1.29}	18.81 {1.92}	24.89 {2.54}	31.03 {3.16}
200	$k\text{ N/m}$ {tf/m}	1.66 {0.17}	2.68 {0.27}	3.94 {0.40}	5.22 {0.53}	6.48 {0.66}
	$k\text{ N/m}^2$ {tf/m ² }	7.98 {0.81}	12.88 {1.31}	18.97 {1.93}	25.11 {2.56}	31.19 {3.18}

呼び径	(単位)	各土被り毎の鉛直土圧				
		3.0m	4.0m	5.0m	10.0m	15.0m
50	$k\text{ N/m}$ {tf/m}	2.10 {0.21}	2.80 {0.29}	3.49 {0.36}	6.98 {0.71}	10.46 {1.07}
	$k\text{ N/m}^2$ {tf/m ² }	36.84 {3.76}	49.06 {5.00}	61.29 {6.25}	122.40 {12.48}	183.50 {18.71}
75	$k\text{ N/m}$ {tf/m}	2.97 {0.30}	3.95 {0.40}	4.94 {0.50}	9.86 {1.01}	14.78 {1.51}
	$k\text{ N/m}^2$ {tf/m ² }	36.91 {3.76}	49.09 {5.01}	61.40 {6.26}	122.43 {12.48}	183.59 {18.72}
100	$k\text{ N/m}$ {tf/m}	3.77 {0.38}	5.01 {0.51}	6.26 {0.64}	12.48 {1.27}	18.71 {1.91}
	$k\text{ N/m}^2$ {tf/m ² }	36.96 {3.77}	49.18 {5.01}	61.40 {6.26}	122.51 {12.49}	183.62 {18.72}
150	$k\text{ N/m}$ {tf/m}	5.64 {0.58}	7.49 {0.76}	9.35 {0.95}	18.61 {1.90}	27.88 {2.84}
	$k\text{ N/m}^2$ {tf/m ² }	37.17 {3.79}	49.39 {5.04}	61.61 {6.28}	122.70 {12.51}	183.79 {18.74}
200	$k\text{ N/m}$ {tf/m}	7.76 {0.79}	10.30 {1.05}	12.84 {1.31}	25.54 {2.60}	38.23 {3.90}
	$k\text{ N/m}^2$ {tf/m ² }	37.33 {3.81}	49.55 {5.05}	61.78 {6.30}	122.89 {12.53}	183.96 {18.76}

呼び径	(単位)	各土被り毎の鉛直土圧				
		20.0m	25.0m	30.0m	40.0m	50.0m
50	$k\text{ N/m}$ {tf/m}	13.94 {1.42}	17.43 {1.78}	20.91 {2.13}	27.88 {2.84}	34.84 {3.55}
	$k\text{ N/m}^2$ {tf/m ² }	244.62 {24.94}	305.72 {31.18}	366.83 {37.41}	489.05 {49.87}	611.27 {62.33}
75	$k\text{ N/m}$ {tf/m}	19.70 {2.01}	24.61 {2.51}	29.54 {3.01}	39.37 {4.02}	49.21 {5.02}
	$k\text{ N/m}^2$ {tf/m ² }	244.74 {24.96}	305.77 {31.18}	366.93 {37.42}	489.11 {49.88}	611.30 {62.34}
100	$k\text{ N/m}$ {tf/m}	24.94 {2.54}	31.17 {3.18}	37.39 {3.81}	49.85 {5.08}	62.30 {6.35}
	$k\text{ N/m}^2$ {tf/m ² }	244.73 {24.96}	305.84 {31.19}	366.96 {37.42}	489.18 {49.88}	611.40 {62.35}
150	$k\text{ N/m}$ {tf/m}	37.16 {3.79}	46.42 {4.73}	55.69 {5.68}	74.24 {7.57}	92.77 {9.46}
	$k\text{ N/m}^2$ {tf/m ² }	244.94 {24.98}	306.03 {31.21}	367.12 {37.44}	489.36 {49.90}	611.54 {62.36}
200	$k\text{ N/m}$ {tf/m}	50.93 {5.19}	63.63 {6.49}	76.33 {7.78}	101.72 {10.37}	127.12 {12.96}
	$k\text{ N/m}^2$ {tf/m ² }	245.07 {24.99}	306.19 {31.22}	367.30 {37.45}	489.53 {49.92}	611.76 {62.38}

(2) 逆突出型鉛直土圧

(逆突出型の施工方法(1)の場合)

呼び径	(単位)	各土被り毎の鉛直土圧				
		0.6m	1.0m	1.5m	2.0m	2.5m
50	k N/m {tf/m}	0.49 {0.05}	0.72 {0.07}	0.98 {0.10}	1.23 {0.13}	1.49 {0.15}
	k N/m ² {tf/m ² }	8.61 {0.88}	12.62 {1.29}	17.12 {1.75}	21.61 {2.20}	26.12 {2.66}
75	k N/m {tf/m}	0.69 {0.07}	1.01 {0.10}	1.37 {0.14}	1.73 {0.18}	2.09 {0.21}
	k N/m ² {tf/m ² }	8.53 {0.87}	12.55 {1.28}	17.06 {1.74}	21.44 {2.19}	25.95 {2.65}
100	k N/m {tf/m}	0.88 {0.09}	1.33 {0.14}	1.81 {0.19}	2.28 {0.23}	2.77 {0.28}
	k N/m ² {tf/m ² }	8.66 {0.88}	13.09 {1.33}	17.80 {1.82}	22.42 {2.29}	27.14 {2.77}
150	k N/m {tf/m}	1.37 {0.14}	2.06 {0.21}	2.81 {0.29}	3.57 {0.36}	4.32 {0.44}
	k N/m ² {tf/m ² }	9.05 {0.92}	13.58 {1.38}	18.55 {1.89}	23.53 {2.40}	28.51 {2.91}
200	k N/m {tf/m}	1.93 {0.20}	2.96 {0.30}	4.07 {0.42}	5.17 {0.53}	6.26 {0.64}
	k N/m ² {tf/m ² }	9.30 {0.95}	14.25 {1.45}	19.58 {2.00}	24.87 {2.54}	30.11 {3.07}

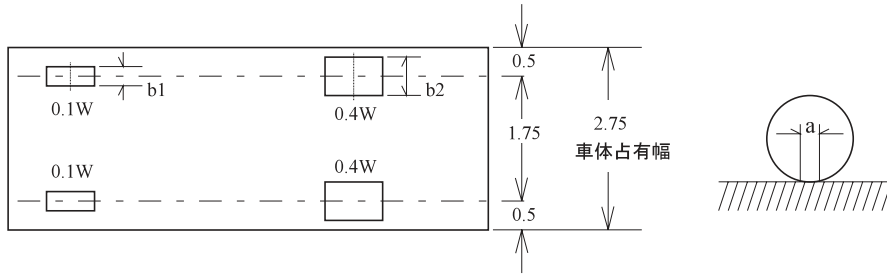
呼び径	(単位)	各土被り毎の鉛直土圧				
		3.0m	4.0m	5.0m	10.0m	15.0m
50	k N/m {tf/m}	1.74 {0.18}	2.26 {0.23}	2.77 {0.28}	5.33 {0.54}	7.89 {0.81}
	k N/m ² {tf/m ² }	30.61 {3.12}	39.60 {4.04}	48.59 {4.96}	93.55 {9.54}	138.50 {14.12}
75	k N/m {tf/m}	2.45 {0.25}	3.17 {0.32}	3.89 {0.40}	7.49 {0.76}	11.09 {1.13}
	k N/m ² {tf/m ² }	30.46 {3.11}	39.35 {4.01}	48.36 {4.93}	93.07 {9.49}	137.78 {14.05}
100	k N/m {tf/m}	3.25 {0.33}	4.21 {0.43}	5.17 {0.53}	9.96 {1.02}	14.77 {1.51}
	k N/m ² {tf/m ² }	31.85 {3.25}	41.29 {4.21}	50.72 {5.17}	97.78 {9.97}	144.93 {14.78}
150	k N/m {tf/m}	5.07 {0.52}	6.58 {0.67}	8.08 {0.82}	15.61 {1.59}	23.13 {2.36}
	k N/m ² {tf/m ² }	33.42 {3.41}	43.38 {4.42}	53.27 {5.43}	102.91 {10.49}	152.50 {15.55}
200	k N/m {tf/m}	7.35 {0.75}	9.54 {0.97}	11.73 {1.20}	22.66 {2.31}	33.60 {3.43}
	k N/m ² {tf/m ² }	35.39 {3.61}	45.92 {4.68}	56.44 {5.76}	109.06 {11.12}	161.68 {16.49}

呼び径	(単位)	各土被り毎の鉛直土圧				
		20.0m	25.0m	30.0m	40.0m	50.0m
50	k N/m {tf/m}	10.46 {1.07}	13.02 {1.33}	15.58 {1.59}	20.71 {2.11}	25.83 {2.63}
	k N/m ² {tf/m ² }	183.45 {18.71}	228.49 {23.30}	273.37 {27.88}	363.28 {37.04}	453.18 {46.21}
75	k N/m {tf/m}	14.70 {1.50}	18.30 {1.87}	21.90 {2.23}	29.11 {2.97}	36.30 {3.70}
	k N/m ² {tf/m ² }	182.61 {18.62}	227.32 {23.18}	272.03 {27.74}	361.57 {36.87}	450.98 {45.99}
100	k N/m {tf/m}	19.56 {2.00}	24.36 {2.48}	29.16 {2.97}	38.76 {3.95}	48.36 {4.93}
	k N/m ² {tf/m ² }	191.99 {19.58}	239.06 {24.38}	286.21 {29.19}	380.33 {38.78}	474.55 {48.39}
150	k N/m {tf/m}	30.66 {3.13}	38.18 {3.89}	45.70 {4.66}	60.75 {6.20}	75.80 {7.73}
	k N/m ² {tf/m ² }	202.08 {20.61}	251.66 {25.66}	301.25 {30.72}	400.48 {40.84}	499.64 {50.95}
200	k N/m {tf/m}	44.54 {4.54}	55.48 {5.66}	66.41 {6.77}	88.28 {9.00}	110.16 {11.23}
	k N/m ² {tf/m ² }	214.35 {21.86}	266.97 {27.22}	319.59 {32.59}	424.83 {43.32}	530.12 {54.06}

4-5 車輛による荷重（活荷重）…W'

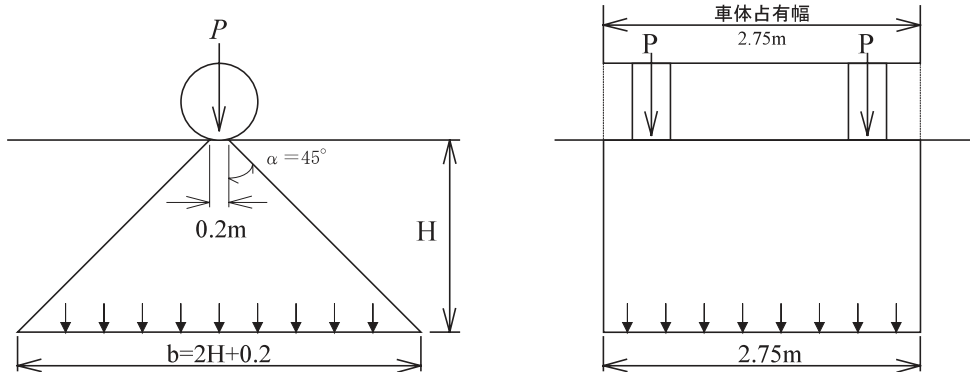
車輛による路面荷重の地中への伝播は、ある一定の角度で分布するものとして扱い、施工機械の荷重に対しては30度分布、施工後のトラック荷重に対しては45度分布とみなします。

1) トラック荷重



荷重	総重量 W (kN)	輪荷重 (kN)		輪帯幅 (m)		車輛接地長 a (m)
		前輪	後輪	前輪 b1	後輪 b2	
T-25	245	24.5	98.1	0.125	0.5	0.2

トラック荷重は45度分布の式を用い、土被り (H) により次のようになります。



$$W' = \frac{1}{b} \left\{ \frac{2 \cdot P}{2.75} \cdot (1+i) \right\} \cdot D = \frac{P \cdot (1+i) \cdot D}{2.75 \cdot (H+0.1)}$$

ここにおいて

W' : 管に働く活荷重 (N/m)

P : 後輪片側荷重 (N)

P = トラック総荷重 × 0.4

(T-25の時 P=98.1 kN)

b : 埋設管頂部におけるトラック荷重分布幅 (m)

b = 2H + 0.2

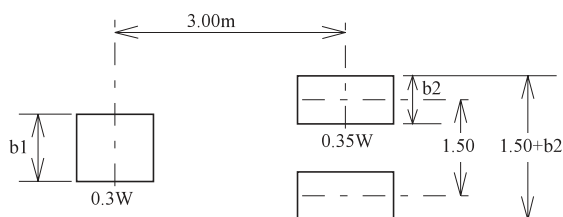
i : 衝撃係数

i は土被り H により次のようになります。

土被り H (m)	H < 1.5	1.5 ≤ H < 6.5	6.5 ≤ H
衝撃係数 i	0.5	0.65 - 0.1H	0

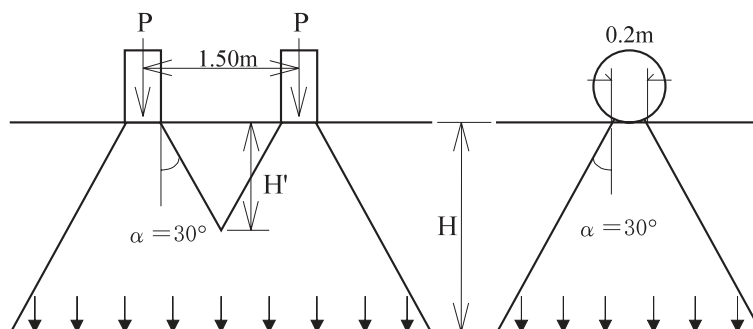
2) 施工機械による活荷重

(1) ローラー荷重



機 種	総重量 W (k N)	輪荷重		輪帯幅		車輦接地長 a (m)	輪荷重の交点 H' (m)
		前輪 (k N)	後輪 (k N)	前輪 b1 (m)	後輪 b2 (m)		
17tonローラー	166.7	49.0	58.8	1.1	0.6	0.2	0.78
14tonローラー	137.3	41.2	48.1	1.1	0.5	0.2	0.87
10tonローラー	98.1	29.4	34.3	1.1	0.5	0.2	0.87

ローラー荷重は30度分布の式を用い、土被り（H）により次のようになります。



$$H \leq H' = \frac{1.5 - b_2}{2 \tan 30^\circ} \text{ の時}$$

$$W' = \frac{P \cdot D}{(2H \tan 30^\circ + 0.2)(2H \tan 30^\circ + b_2)}$$

$$H > H' = \frac{1.5 - b_2}{2 \tan 30^\circ} \text{ の時}$$

$$W' = \frac{2P \cdot D}{(2H \tan 30^\circ + 0.2)(2H \tan 30^\circ + 1.5 + b_2)}$$

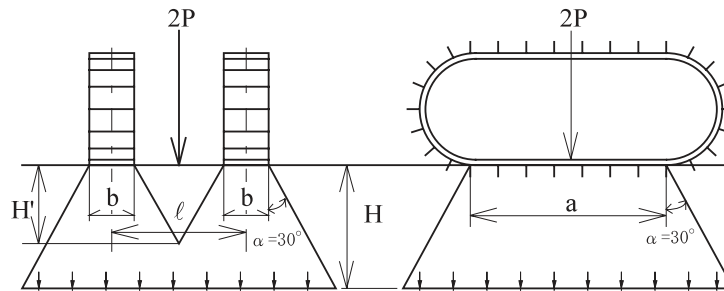
ただし

W'	: 管に働く活荷重	(N/m)
P	: 後輪片側荷重	(N)
H	: 土被り	(m)
D	: 管の外径	(m)
b2	: 後輪帯幅	(m)

(2) ブルドーザー、重ダンプ、スクレーパによる活荷重

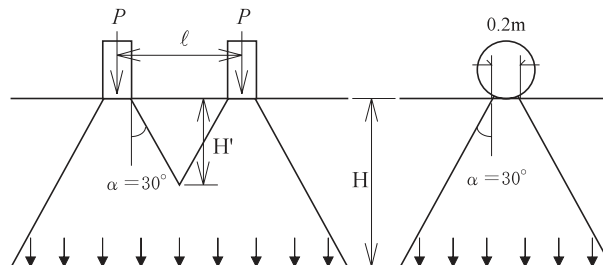
■ブルドーザ仕様

記号	機種	D 5 H (CAT)	D 8 5 A (小松)	D 1 5 5 A (小松)	D 1 0 N (CAT)	D 1 1 N (CAT)	
—	全装備質量 (t)	12.050	24.440	41.950	62.800	95.350	
P	片側荷重	(kN)	59.1	119.8	205.7	307.9	467.5
		(t)	6.025	12.220	20.975	31.400	47.675
b	履帯幅 (m)	0.460	0.560	0.560	0.610	0.710	
a	接地長 (m)	2.305	2.840	3.150	3.875	4.440	
ℓ	履帯中心間隔 (m)	1.800	2.000	2.140	2.550	2.895	
H'	輪荷重の交点 (m)	1.160	1.250	1.370	1.680	1.890	



■重ダンプ、スクレーパ仕様

記号	車輦名	3 2 t ダンプ・トラック	4 6 t ダンプ・トラック	自走式 スクレーパ	
—	全装備質量 (t)	59.855	83.425	86.900	
P	片側荷重	(kN)	199.5	278.1	278.1
		(t)	20.348	28.363	28.363
b	履帯幅 (m)	1.160	1.340	0.760	
a	接地長 (m)	0.200	0.200	0.200	
ℓ	履帯中心間隔 (m)	2.550	2.770	2.360	
H'	輪荷重の交点 (m)	1.200	1.240	1.390	



ブルドーザー・重ダンプ・スクレーパによる活荷重は、土被り (H) により次のようになります。

$$H \leq H' = \frac{\ell - b}{2 \tan 30^\circ} \text{ の時} \quad W' = \frac{P \cdot (1+i) \cdot D}{(2H \tan 30^\circ + a)(2H \tan 30^\circ + b)}$$

$$H > H' = \frac{\ell - b}{2 \tan 30^\circ} \text{ の時} \quad W' = \frac{2P \cdot (1+i) \cdot D}{(2H \tan 30^\circ + a)(2H \tan 30^\circ + \ell + b)}$$

但し W' : 管に働く活荷重 (N/m) ℓ : 履帯又は車輪中心間隔 (m)
 P : 履帯又は後輪片側荷重 (N) a : 履帯又は車輪接地長 (m)
 H : 土被り (m) b : 履帯幅又は車輪幅 (m)
 i : 衝撃係数

i は土被り H により次のようになります。

土被り H (m)	H < 1.5	1.5 ≤ H < 6.5	6.5 ≤ H
衝撃係数 i	0.5	0.65 - 0.1H	0

3) 活荷重計算例

■単位面積当たりの活荷重

活荷重の種類		分散角	各土被り毎の活荷重 kN/m^2 {tf/m ² }			
			0.6m	1.0m	1.5m	2.0m
トラック荷重	T-25	45°	76.39 { 7.79 }	48.64 { 4.96 }	33.44 { 3.41 }	24.61 { 2.51 }
ローラー荷重	17ton	30°	50.99 { 5.20 }	26.67 { 2.72 }	15.89 { 1.62 }	10.59 { 1.08 }
	14ton	30°	45.11 { 4.60 }	22.46 { 2.29 }	13.34 { 1.36 }	8.92 { 0.91 }
	10ton	30°	32.26 { 3.29 }	16.08 { 1.64 }	9.51 { 0.97 }	6.37 { 0.65 }
ブルドーザー	D5H	30°	25.69 { 2.62 }	15.89 { 1.62 }	10.98 { 1.12 }	8.14 { 0.83 }
	D85A	30°	40.6 { 4.14 }	26.28 { 2.68 }	18.34 { 1.87 }	13.83 { 1.41 }
	D155A	30°	64.14 { 6.54 }	41.78 { 4.26 }	28.54 { 2.91 }	21.77 { 2.22 }
	D10N	30°	77.67 { 7.92 }	52.07 { 5.31 }	35.21 { 3.59 }	26.38 { 2.69 }
	D11N	30°	97.38 { 9.93 }	67.18 { 6.85 }	46.48 { 4.74 }	33.93 { 3.46 }
ダンプ・トラック	32t	30°	180.93 { 18.45 }	95.42 { 9.73 }	56.98 { 5.81 }	38.34 { 3.91 }
	46t	30°	229.87 { 23.44 }	123.47 { 12.59 }	73.94 { 7.54 }	50.11 { 5.11 }
自走式スクレーパ		30°	321.66 { 32.80 }	160.83 { 16.40 }	89.04 { 9.08 }	59.23 { 6.04 }

活荷重の種類		分散角	各土被り毎の活荷重 kN/m^2 {tf/m ² }			
			2.5m	3.0m	3.5m	4.0m
トラック荷重	T-25	45°	19.22 { 1.96 }	15.49 { 1.58 }	12.85 { 1.31 }	10.89 { 1.11 }
ローラー荷重	17ton	30°	7.65 { 0.78 }	5.79 { 0.59 }	4.51 { 0.46 }	3.63 { 0.37 }
	14ton	30°	6.37 { 0.65 }	4.81 { 0.49 }	3.73 { 0.38 }	3.04 { 0.31 }
	10ton	30°	4.51 { 0.46 }	3.43 { 0.35 }	2.65 { 0.27 }	2.16 { 0.22 }
ブルドーザー	D5H	30°	6.18 { 0.63 }	4.81 { 0.49 }	3.82 { 0.39 }	3.14 { 0.32 }
	D85A	30°	10.79 { 1.10 }	8.53 { 0.87 }	6.86 { 0.70 }	5.59 { 0.57 }
	D155A	30°	17.06 { 1.74 }	13.63 { 1.39 }	10.98 { 1.12 }	9.02 { 0.92 }
	D10N	30°	21.08 { 2.15 }	17.06 { 1.74 }	14.02 { 1.43 }	11.67 { 1.19 }
	D11N	30°	27.56 { 2.81 }	22.56 { 2.30 }	18.73 { 1.91 }	15.69 { 1.60 }
ダンプ・トラック	32t	30°	27.46 { 2.80 }	20.50 { 2.09 }	15.79 { 1.61 }	12.45 { 1.27 }
	46t	30°	36.09 { 3.68 }	27.07 { 2.76 }	20.89 { 2.13 }	16.57 { 1.69 }
自走式スクレーパ		30°	41.97 { 4.28 }	31.09 { 3.17 }	23.83 { 2.43 }	18.63 { 1.90 }

活荷重の種類		分散角	各土被り毎の活荷重 kN/m^2 {tf/m ² }			
			4.5m	5.0m	5.5m	6.0m
トラック荷重	T-25	45°	9.32 { 0.95 }	8.04 { 0.82 }	6.96 { 0.71 }	6.18 { 0.63 }
ローラー荷重	17ton	30°	2.94 { 0.30 }	2.55 { 0.26 }	2.16 { 0.22 }	1.86 { 0.19 }
	14ton	30°	2.45 { 0.25 }	2.06 { 0.21 }	1.77 { 0.18 }	1.47 { 0.15 }
	10ton	30°	1.77 { 0.18 }	1.47 { 0.15 }	1.27 { 0.13 }	1.08 { 0.11 }
ブルドーザー	D5H	30°	2.55 { 0.26 }	2.06 { 0.21 }	1.77 { 0.18 }	1.47 { 0.15 }
	D85A	30°	4.61 { 0.47 }	3.82 { 0.39 }	3.24 { 0.33 }	2.75 { 0.28 }
	D155A	30°	7.45 { 0.76 }	6.28 { 0.64 }	5.3 { 0.54 }	4.41 { 0.45 }
	D10N	30°	9.71 { 0.99 }	8.24 { 0.84 }	6.96 { 0.71 }	5.98 { 0.61 }
	D11N	30°	13.24 { 1.35 }	11.18 { 1.14 }	9.61 { 0.98 }	8.24 { 0.84 }
ダンプ・トラック	32t	30°	10 { 1.02 }	8.14 { 0.83 }	6.67 { 0.68 }	5.49 { 0.56 }
	46t	30°	13.34 { 1.36 }	10.79 { 1.10 }	8.92 { 0.91 }	7.45 { 0.76 }
自走式スクレーパ		30°	14.91 { 1.52 }	12.06 { 1.23 }	9.9 { 1.01 }	8.14 { 0.83 }

上表は、単位面積当たりの活荷重を表しています。よって、パイプ1m当たりの活荷重を求めるには、上表の値に使用パイプの外径D (m) を掛けてください。

4-6 変形量、変形率

1) 変形量

変形量は Spangler の式により次のようになります。

$$Y = \frac{Fd \cdot Fk(W + W') \cdot R^3}{E \cdot I + 0.061 \cdot E' \cdot R^3}$$

ここにおいて

Y : 水平変形量 (m)

Fd : 変形遅れ係数

内圧管として用いなく、十分締め固めを実行しない場合には、1.25～1.5が普通です。

Fk : 支持角により決まる定数

埋設管では一般に支持角が0°となるような施工はされません。

締め固めが十分でない通常の施工でも土基礎では30°～60°前後の支持角が期待されます。

< Fkの標準値 >

支持角(2θ)	0°	30°	60°	90°	120°	180°
Fk	0.110	0.108	0.102	0.096	0.090	0.083

W : 鉛直土圧による荷重 (N/m)

W' : 車輛による荷重 (N/m)

R : 管の平均半径 R=(外径+内径)/4 (m)

E : 管材のヤング率 (N/m²)

I : 管壁の断面2次モーメント (m⁴/m)

E' : 埋戻土又は盛土の反力係数 (N/m²)

■ TACアミーゴの諸元

呼び径	外径 D (m)	内径 d (m)	平均半径 R (m)	管のE・I (N・m)
50	0.0570	0.0435	0.0251	2.2
75	0.0805	0.0670	0.0369	2.4
100	0.1019	0.0844	0.0466	4.4
150	0.1517	0.1309	0.0707	10.0
200	0.2078	0.1790	0.0967	27.2

TACアミーゴのE・Iは5%圧縮試験の規格強度を用い、次式から算出しました。

$$E \cdot I = 0.1488 \times \frac{W \times R^3}{0.05 \times D} \quad (\text{N} \cdot \text{m})$$

ここにおいて、

W : 単位長さ当りの荷重 (N/m)

R : 平均半径 (m)

D : 外径 (m)

2) 変形率

変形率は次式により求められます。

$$Z = \frac{Y}{D} \times 100 \quad (\%)$$

ここにおいて、 Z : 変形率 (%)

Y : 変形量 (m)

D : 管の外径 (m)

3) 許容変形率

TACアミーゴは、水平たわみ量が一定値を超えることがないように設計すべきであるとの考え方があります。さらに、接続部の安全性及び通水断面の確保を考慮して許容変形率は管外径の8%としています。

4-7 許容荷重

TACアミーゴの許容荷重（土圧+活荷重）は、許容変形率（8%）から次式により求めます。

$$W_1 = \frac{Y' \cdot (E \cdot I + 0.061 \cdot E' \cdot R^3)}{F_d \cdot F_k \cdot R^3}$$

ここにおいて、

W_1 : 許容荷重 (N/m)

Y' : 許容変形量 (m) $Y' = 0.08D$

D : 管の外径 (m)

W_1 は、パイプ単位長さ当りの許容荷重を示し、 $W_2 = \frac{W_1}{D}$ は、単位面積当りの許容荷重を示します。

■許容荷重

呼び径	外径 D (m)	内径 d (m)	E・I N・m {kgf・cm}	各埋設条件時の許容荷重			
				E'	kN/m ²	6865	13729
					{ kgf/cm ² }	{ 70 }	{ 140 }
				Fd	1.50	1.25	
	Fk	0.108	0.090				
50	0.0570	0.044	2.2 { 22 }	W1	kN/m {tf/m}	16 { 1.592 }	39 { 4.024 }
				W2	kN/m ² {tf/m ² }	274 { 27.94 }	692 { 70.59 }
75	0.0805	0.067	2.4 { 24.8 }	W1	kN/m {tf/m}	19 { 1.897 }	51 { 5.17 }
				W2	kN/m ² {tf/m ² }	231 { 23.56 }	630 { 64.22 }
100	0.1019	0.084	4.4 { 45.2 }	W1	kN/m {tf/m}	23 { 2.376 }	64 { 6.516 }
				W2	kN/m ² {tf/m ² }	229 { 23.32 }	627 { 63.94 }
150	0.1517	0.131	10.0 { 101.6 }	W1	kN/m {tf/m}	34 { 3.416 }	93 { 9.524 }
				W2	kN/m ² {tf/m ² }	221 { 22.52 }	616 { 62.78 }
200	0.2078	0.179	27.2 { 277.3 }	W1	kN/m {tf/m}	46 { 4.696 }	128 { 13.07 }
				W2	kN/m ² {tf/m ² }	222 { 22.6 }	617 { 62.91 }

4-8 各種条件による変形率の計算例

1) 突出型

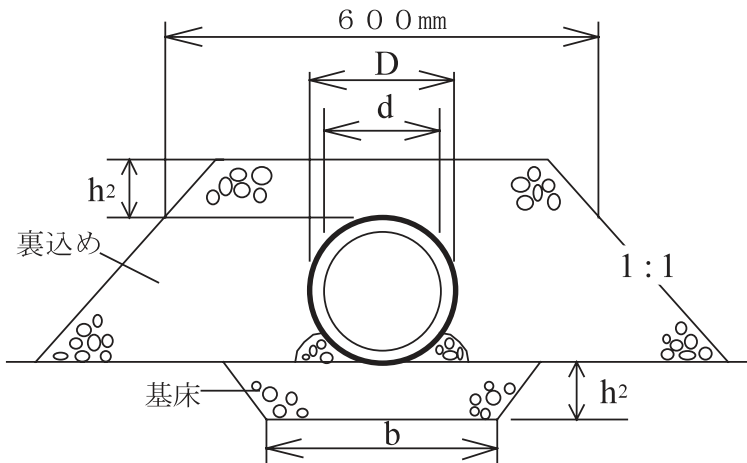
地盤は良好地盤とする。

(1) 埋設条件

項目	施工方法	
	(1)	(2)
トラック荷重	T-25	T-25
基床材料	砕石4号または5号	
裏込め材料		
土の反力係数 (E')	6865 kN/m ²	13729 kN/m ² (転圧十分)
	70 {kgf/cm ² }	140 {kgf/cm ² }
変形遅れ係数 (F d)	1.5	1.25
支持角による定数 (F k)	*0.108(支持角90°)	0.090(支持角120°)

※支持角90°の時のF kは0.096ですが、安全をみて支持角30°の時の値を用いて計算します。

埋設断面



(2) 埋設断面 寸法

呼び径	外径 D (mm)	内径 d (mm)	施工方法 (1)			施工方法 (2)		
			基床掘幅 b (cm)	基床厚さ及び 管頂からの 裏込め高さ h ₂ (cm)	基床・裏込め 材 必要量 (m ³ /10m)	基床掘幅 b (cm)	基床厚さ及び 管頂からの 裏込め高さ h ₂ (cm)	基床・裏込め 材 必要量 (m ³ /10m)
50	57.0	43.5	30	10	1.25	15	1.70	
75	80.5	67.0	30		1.40		1.85	
100	101.9	84.4	35		1.59		2.07	
150	151.7	130.9	40		1.98		2.48	
200	207.8	179.0	50		2.48		3.03	

(3) 突出型の変形率の計算例

許容変形率 = 8%、突出型、T-25

施工方法により、変形率は次のようになります。

[施工方法 1]

土被りH (m)	変形率 (%)				
5 m	2.0	2.4	2.4	2.5	2.5
4.5 m	1.9	2.2	2.3	2.4	2.3
4 m	1.7	2.1	2.1	2.2	2.2
3.5 m	1.6	1.9	2.0	2.0	2.0
3 m	1.5	1.8	1.8	1.9	1.9
2.5 m	1.5	1.7	1.8	1.8	1.8
2 m	1.4	1.7	1.7	1.8	1.8
1.5 m	1.5	1.8	1.8	1.9	1.9
1 m	1.8	2.1	2.1	2.2	2.2
0.60 m	2.4	2.9	2.9	3.1	3.1
0.50 m	2.8	3.3	3.4	3.5	3.5
0.40 m	3.3	3.9	3.9	4.1	4.1
0.30 m	4.0	4.8	4.8	5.0	5.0
呼び径	50	75	100	150	200

[施工方法 2]

土被りH (m)	変形率 (%)				
5 m	0.8	0.9	0.9	0.9	0.9
4.5 m	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8
4 m	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8
3.5 m	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7
3 m	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7
2.5 m	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7
2 m	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
1.5 m	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7
1 m	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8
0.60 m	1.0	1.1	1.1	1.1	1.1
0.50 m	1.1	1.2	1.2	1.2	1.2
0.40 m	1.3	1.4	1.4	1.5	1.5
0.30 m	1.6	1.8	1.8	1.8	1.8
呼び径	50	75	100	150	200

2) 逆突出型

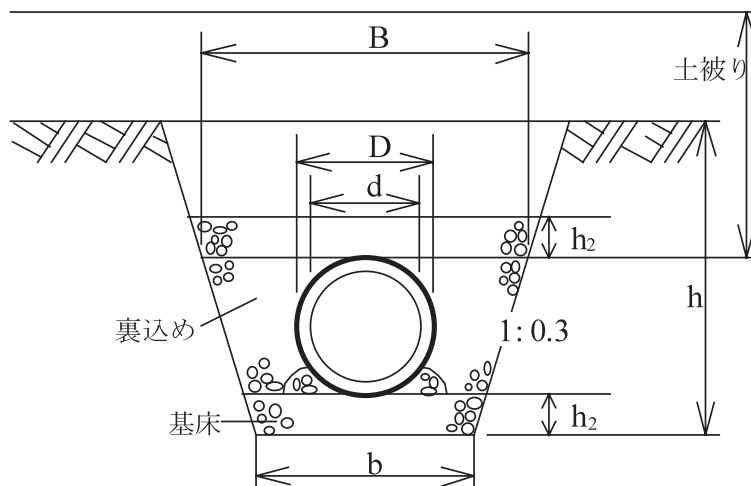
地盤は良好地盤とする。

(1)埋設条件

項目	施工方法	
	(1)	(2)
トラック荷重	T-25	T-25
基床材料	砕石4号または5号	
裏込め材料		
土の反力係数 (E')	6865 kN/m ²	13729 kN/m ² (転圧十分)
	70 {kgf/cm ² }	140 {kgf/cm ² }
変形遅れ係数 (F d)	1.5	1.25
支持角による定数 (F k)	*0.108 (支持角90°)	0.090 (支持角120°)

※支持角90°の時のF kは0.096ですが、安全をみて支持角30°の時の値を用いて計算します。

埋設断面図



(2)埋設断面 寸法

呼び径	外径 D (mm)	内径 d (mm)	管頂 掘幅 B (cm)	基床 掘幅 b (cm)	溝 深さ h (cm)	基床厚さ 及び管頂 からの裏 込め高さ h ₂ (cm)	必要量 (m ³ /10m)			管頂 掘幅 B (cm)	基床 掘幅 b (cm)	溝 深さ h (cm)	基床厚さ 及び管頂 からの裏 込め高さ h ₂ (cm)	必要量 (m ³ /10m)		
							掘 削 量	基 床 裏 込 め 材 料	良 質 土					掘 削 量	基 床 裏 込 め 材 料	良 質 土
50	57.0	43.5	39	30	46	10	2.01	0.95	1.05	42	30	51	15	2.31	1.43	0.86
75	80.5	67.0	41	30	48		2.13	1.03	1.06	44	30	53		2.43	1.53	0.86
100	101.9	84.4	47	35	50		2.50	1.26	1.17	50	35	55		2.83	1.82	0.94
150	151.7	130.9	55	40	55		3.11	1.62	1.33	58	40	60		3.48	2.26	1.06
200	207.8	179.0	68	50	61		4.17	2.24	1.63	71	50	66		4.61	3.02	1.29

(3) 逆突出型の変形率の計算例

許容変形率 = 8 %、逆突出型、T-25

施工方法により、変形率は次のようになります。

[施工方法 1]

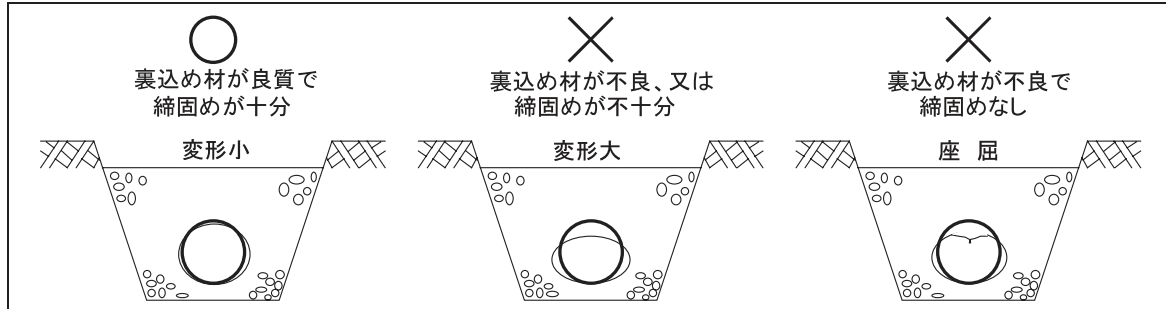
土被り H (m)	変形率 (%)				
5 m	1.6	2.0	2.1	2.2	2.3
4.5 m	1.5	1.8	1.9	2.1	2.2
4 m	1.4	1.7	1.8	2.0	2.1
3.5 m	1.4	1.7	1.7	1.9	1.9
3 m	1.3	1.6	1.7	1.8	1.8
2.5 m	1.3	1.6	1.6	1.7	1.8
2 m	1.3	1.6	1.7	1.8	1.8
1.5 m	1.5	1.8	1.8	1.9	1.9
1 m	1.8	2.1	2.2	2.3	2.3
0.60 m	2.5	3.0	3.0	3.1	3.1
0.50 m	2.8	3.4	3.4	3.5	3.5
0.40 m	3.3	3.9	4.0	4.1	4.1
0.30 m	4.0	4.8	4.9	5.0	5.0
呼び径	50	75	100	150	200

[施工方法 2]

土被り H (m)	変形率 (%)				
5 m	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8
4.5 m	0.6	0.7	0.7	0.8	0.8
4 m	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7
3.5 m	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7
3 m	0.5	0.6	0.6	0.6	0.7
2.5 m	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6
2 m	0.5	0.6	0.6	0.6	0.7
1.5 m	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7
1 m	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8
0.60 m	1.0	1.1	1.1	1.1	1.1
0.50 m	1.1	1.2	1.2	1.3	1.3
0.40 m	1.3	1.4	1.5	1.5	1.5
0.30 m	1.6	1.8	1.8	1.8	1.8
呼び径	50	75	100	150	200

5. TACアミーゴの埋設・施工

TACアミーゴはたわみ性パイプであり、周囲の土と協力して鉛直荷重を支えています。従って側面の抵抗土圧が働くように砕石を用いてパイプ周辺を裏込めし、十分均一に締め固めを行うことが必要です。もし、不良材料（凍結した土砂、草、芝、木根、その他有機物を多く含む土等）で裏込めしたり、締め固めを怠った場合には、側面抵抗が働かずパイプのたわみ性を有効に活用することはできません。



又、不良材料で裏込めを行うと集水不良の原因ともなりますので、裏込めには砕石を使用して下さい。裏込め材の適切な選択と適正な施工によってはじめてTACアミーゴ特有の特性を発揮します。

5-1 掘削

普通地盤、またはよく締め固めた盛土を掘削してパイプを埋設する場合の溝は、継手の接続作業及び締め固めが完全に出来る範囲内で、出来るだけ幅を小さくし、かつ、土質その他の条件が許す限り、壁面を鉛直かまたはそれに近づけて下さい。

このことは、工費が少なくすむ点や、溝の高さが一定ならば溝幅が小さいほど管に加わる土圧は小さくなる（Marstonの公式による）という点からも、溝幅を小さく壁面を鉛直に掘削して埋設することは有利となります。

しかし、軟弱地盤を掘削して埋設する場合や、盛土後すぐに掘削して埋設する場合等は、裏込め材の支持力が十分に発揮できるように溝幅を大きくしなければなりません。

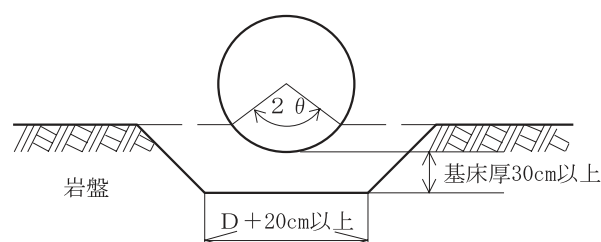
5-2 管体の基礎工法

管体の基礎工法は管体の設計条件、基礎の土質、地下水の状態、施工方法や経済性を考慮して、適切な工法を選定しなければなりません。

1) 岩盤の場合

敷設地盤が岩盤で堅固な場合、パイプを直に敷設すると不陸が生じ、集中荷重を受けて、パイプが折損したり、破損したりします。

よって、余掘りを行い、砕石で置換し、十分に締め固めた基床を設けて下さい。



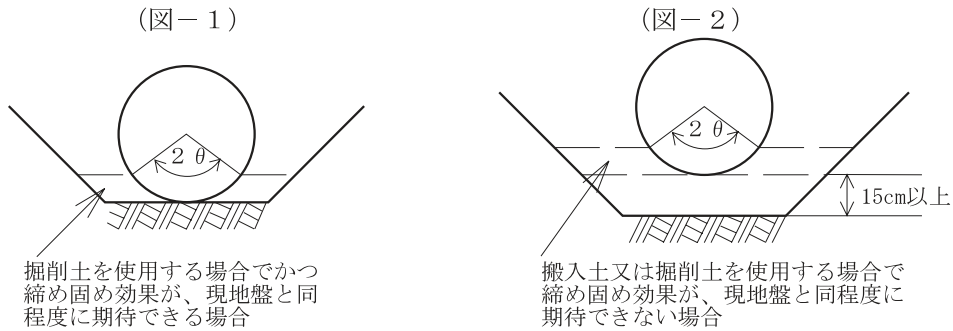
2) 良好地盤の場合

均一な土質で、支持力の均等性が高い場合を良好地盤といいます。

現地盤の状態が、パイプを直接敷設しても支障がなく、掘削土の使用により締め固め効果が十分期待できる場合です。(図-1)

なお、現地盤に岩盤を含み、直接敷設するとパイプに支障がある場合や、施工性(湧水など)から締め固め効果が十分に期待できない場合には、15cm以上の基床を設けて下さい。

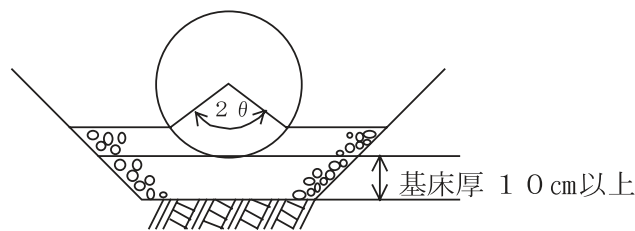
(図-2)



3) 普通地盤の場合

土層が互いに層をなし、支持力の均等性が悪い地盤を普通地盤といいます。

普通地盤では、一般に基礎地盤の支持力の均等性が異なる等から、不等沈下が起こる可能性があります。このため、パイプに作用する荷重を均等に支持できる良質な基礎材料(砕石)で支持層を設ける必要があります。厚さはパイプ径により異なりますので、次の数字を参考にして下さい。



4) 軟弱地盤の場合

軟弱地盤は、次の値を目安とする。

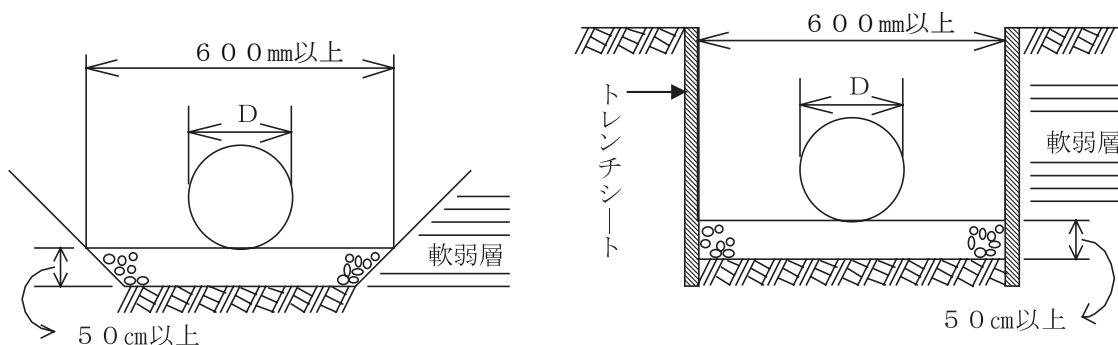
粘性土 … $N \leq 4$ (N: 標準貫入試験値)

砂質土 … $N \leq 10$

軟弱地盤、その他不適當(草、芝、木、根、その他有機物を多く含む)と思われる地盤では、パイプの支持と、地盤の改良(置換)を考慮して下さい。

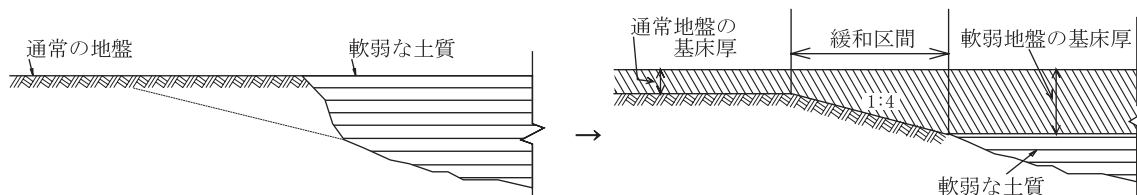
基床幅: 600mm以上

基床厚: 50cm以上 として下さい。



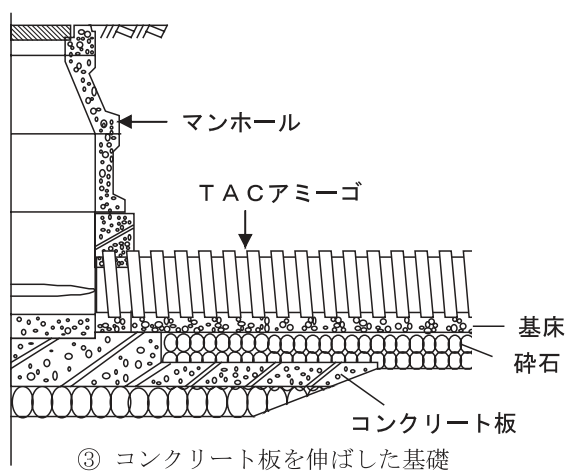
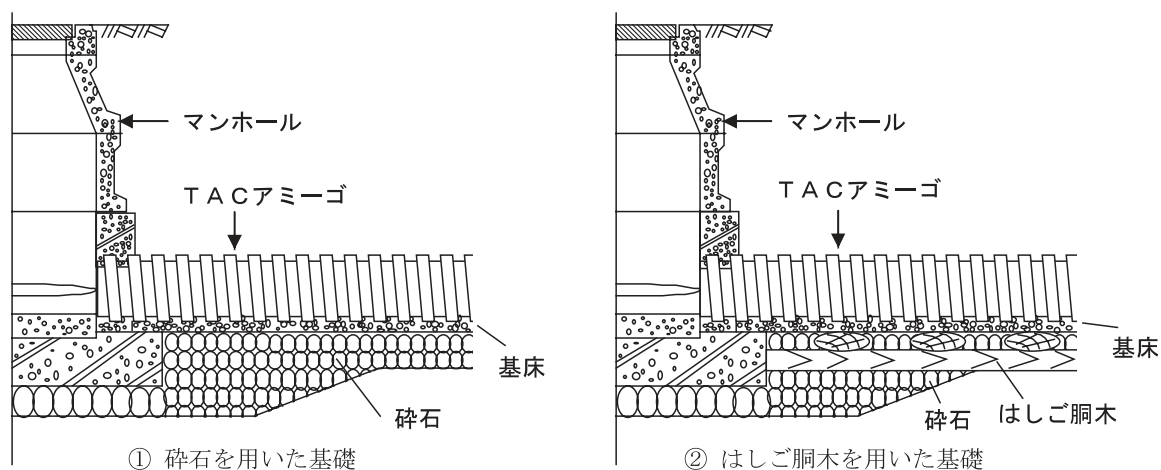
5) 長さ方向に地盤が変化している場合

長さ方向に地盤が変化している場合にはそのおのこの部分の地盤によってそれぞれに規定する基床を設けて下さい。なお、地盤及び基床高の急激な変化を避けるために緩和区間を設けることが必要で、基床の底面に1：4程度の勾配を設けて下さい。



6) マンホール際等の基礎

マンホールと管路との接続部分で不等沈下が生じないように、相互の基礎の支持力にバランスを持たせるため次のような基礎を施して下さい。特に盛土地盤内に埋設する場合は大きな不等沈下が発生する恐れがありますので、③の「コンクリート板を伸ばした基礎」を設けて下さい。



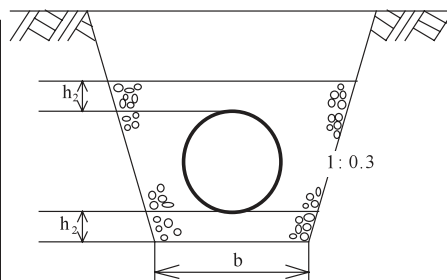
5-3 標準埋設断面

良好地盤における標準断面を次に示します。

1) 溝型、逆突出型

■良好地盤における標準断面寸法

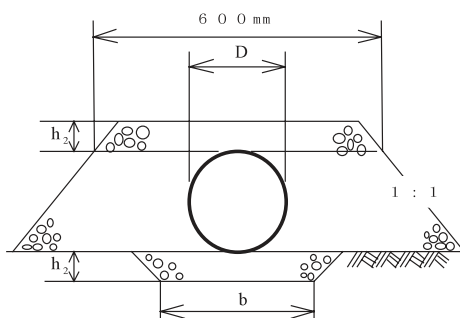
呼び径	外径 D (mm)	内径 d (mm)	施工方法 (1)					
			基床掘幅 b (cm)	溝深さ h (cm)	基床厚さ及び管頂からの裏込め高さ h ₂ (cm)	必要量 (m ³ /10m)		
						掘削量	基床裏込め材料	良質土
50	57.0	43.5	30	46	10	2.01	0.95	1.05
75	80.5	67.0	30	48		2.13	1.03	1.06
100	101.9	84.4	35	50		2.50	1.26	1.17
150	151.7	130.9	40	55		3.11	1.62	1.33
200	207.8	179.0	50	61		4.17	2.24	1.63



2) 突出型

■良好地盤における標準断面寸法

呼び径	外径 D (mm)	内径 d (mm)	施工方法 (1)		
			基床掘幅 b (cm)	基床厚さ及び管頂からの裏込め高さ h ₂ (cm)	基床・裏込め材料
					必要量 (m ³ /10m)
50	57.0	43.5	30	10	1.25
75	80.5	67.0	30		1.40
100	101.9	84.4	35		1.59
150	151.7	130.9	40		1.98
200	207.8	79.0	50		2.48



5-4 施工手順

1) 溝型、逆突出型の場合

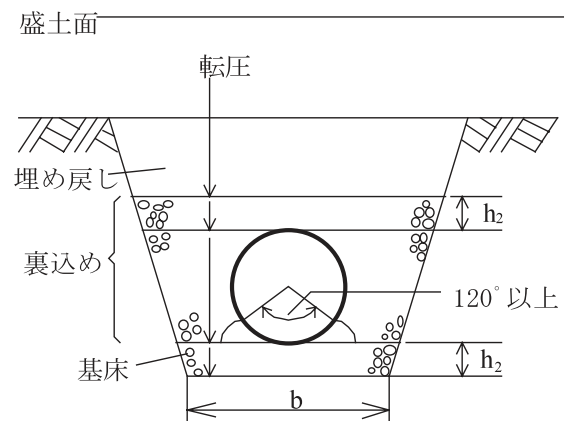
- ① 掘削 通常の地盤または、よく締め固めた盛土を掘削し、パイプを埋設する場合の溝は、裏込めの締め固めにさしつかえない程度で、できるだけ
- (1) 幅を小さくする。
 - (2) 深さを深くする。
 - (3) 壁面をなるべく鉛直にする。
 - (4) 標準掘削断面を参考に、掘削底面が平らになるようにする。
- ② 基床 基床材料 : 単粒度砕石 4号(20mm~30mm)または5号(13mm~20mm)
 基床厚さ(h₂) : 5-3標準埋設断面を参照してください。
 締め固め : 偏圧を受けないようにバイブロプレート等を使用して十分に締め固めを行って下さい。
- ③ 配管 パイプが溝の中心になるように配置して下さい。
- ④ 裏込め 裏込め材料 : 単粒度砕石 4号(20mm~30mm)または5号(13mm~20mm)
 裏込め高さ(h₂) : 5-3標準埋設断面を参照してください。

(注1) ... 管底側部は裏込め材料がまわり込みにくく、締め固め不足が生じやすいので、裏込め材料を盛りつけ、足つきまたは突き棒等でよく突き固めて下さい。
 (下図120°以上としている部分)

(注2) ... 管頂まで埋め戻した後、偏圧を受けないよう十分に締め固める作業を行い、最後に管頂(h₂)をこえるまで裏込めを行って転圧して下さい。転圧は溝サイドから行き、最後にパイプ中心を行うようにして下さい。

- ⑤ 埋め戻し 埋め戻し材料 : 良質土で現地盤まで埋め戻して下さい。
- ⑥ 盛土 必要高さまで盛土を行って下さい。

(注3) 土被りが60cm以下または締め固めが不十分な時に重機が通らないようにして下さい。



2) 突出型の場合

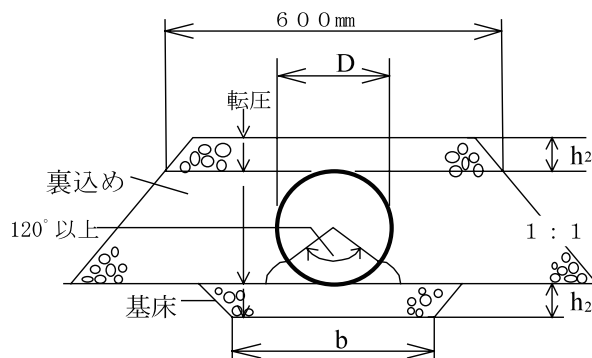
- ① 基 床
 基床材料 : 単粒度砕石 4 号 (20mm~30mm) または 5 号 (13mm~20mm)
 基床厚さ (h₂) : **5-3 標準埋設断面** を参照してください。
 締め固め : 偏圧を受けないようにバイブロプレート等を使用して十分締め固めを行って下さい。
- ② 配 管
 パイプが溝の中心になるように配置して下さい。
- ③ 裏 込 め
 裏込め材料 : 単粒度砕石 4 号 (20mm~30mm) または 5 号 (13mm~20mm)
 裏込め範囲 : 両側にパイプ径に相当する範囲
 裏込め高さ (h₂) : **5-3 標準埋設断面** を参照してください。

(注1) ... 管底側部は裏込め材料がまわり込みにくく、締め固め不足が生じやすいので、裏込め材料を盛りつけ、足づきまたは突き棒等でよく突き固めて下さい。
 (下図 120° 以上としている部分)

(注2) ... 管頂まで埋め戻した後、偏圧を受けないよう十分に締め固める作業を行い、最後に管頂 (h₂) をこえるまで裏込めを行って転圧して下さい。転圧は溝サイドから行い、最後にパイプ中心を行うようにして下さい。

- ④ 盛 土
 必要高さまで盛土を行って下さい。

(注3) 土被りが 60cm 以下または締め固めが不十分な時に重機が通らないようにして下さい。



6. 敷設標準歩掛り

(100m 当り)

項 目	呼び径	50	75	100	150	200
敷設歩掛り (1+2)	(人工)	0.443	0.443	0.443	0.443	0.443
1. 配管歩掛り	(人工)	0.260	0.260	0.260	0.260	0.260
2. 接続歩掛り	(人工)	0.182	0.182	0.182	0.182	0.182
クレーン	(分)	—	—	—	—	—

注1. 管は 4 m 定尺です。

2. 平坦地での敷設歩掛りですので、現場の状況により割増して下さい。

3. 小運搬は 20 m 程度を含みます。

4. 職種は普通作業員です。

5. 接続ヶ所は、100 m 当たり平均 2.5 ヶ所とします。



ナガセルータック株式会社

(旧社名：東拓工業株式会社)

※本技術資料に掲載した規格・仕様等は商品改良の為、予告なしに変更する場合がありますので予めご了承ください。