

P J G-Twins工

(Pendulous Jet Grout - Twins)

PJG-ST工法・PJG-LT工法 技術・積算資料
(第 3 版)

平成 27年 7月

PJG-Twins 研究会

はじめに

最近のジェットグラウト工法に於いては、現場での高速施工が求められてきています。その様な観点からPJG-Twins工では、より、高速施工が可能な研究開発を行い、今回の(第3版)技術・積算資料を改訂する運びとなりました。

ジェットグラウト工法では大量の硬化材を使用し、大量の排泥を排出すると言った問題が常に存在しています。PJG工法のコンセプトとしては、必要な箇所の改良範囲が調節できる事で、硬化材使用量と排泥量の減少化を行っています。それらをもう一歩進めた高速施工を可能にした事で、一段と硬化材使用量と排泥量の減少化が実現できました。

ここに、PJG-ST工法(Pendulous Jet Grout-Small Twins)、PJG-LT工法(Pendulous Jet Grout-Large Twins)を理解して、効率の良い使用方法が出来る様、第3版の技術・積算資料を作成致しました。

本工法が社会に対して、幅広い貢献が出来る様、これからも品質や技術の向上に努力して参りますので、関係各位の一層のご指導をよろしくお願い致します。

PJG-Twins研究会技術委員会

目 次 (技術)

§ 1. 技術編

1-1	PJG-Twins工の概要	1
1-2	PJG-Twins工の特徴	2
1-3	PJG-Twins工の応用範囲	3・4・5

§ 2. 計画編

2-1	計画前の考え方	6
2-2	有効径と土質条件	
2-2-1	PJG-ST工法	7
2-2-2	PJG-LT工法	8
2-2-3	PJG-LT工法(軟弱地盤用)	9
2-2-4	プレジェットについて	10
2-3	安全率とPJG-Twins工の基本配列	
2-3-1	安全率	10
2-3-2	PJG-Twins工改良体の基本配置	11
2-3-3	防護等の基本配置	12
2-3-4	最小有効改良厚さ	13
2-4	硬化材の種類と設計基準強度	14
2-5	使用硬化材量と排泥量の計算方法	
2-5-1	PJG-ST工法	15
2-5-2	PJG-LT工法	16

§ 3. 施工編

3-1	PJG-Twins工の施工仕様	17
3-2	PJG-Twins工の使用機械	18
3-3	PJG-Twins工の施工順序	19
3-4	PJG-Twins工の施工プラント	20
3-4-1	PJG-ST工法の施工プラント	20
3-4-2	PJG-LT工法の施工プラント	21
3-5	PJG-Twins工の排泥処理方法	22
3-6	PJG-Twins工の管理方法	23
3-7	施工管理基準	24
3-8	安全管理	25

目 次 (積算)

§ 4.	PJG-Twins工法の積算	
4-1	工事費の構成	26
4-2	PJG-Twins工法の積算構成	27
§ 5.	PJG-ST工法の積算	
5-1	PJG-ST工法の歩掛	28
5-1-1	削孔工1本当たりの施工時間	29
5-1-2	造成工1本当たりの施工時間	30
5-1-3	工期の算出	31
5-2	PJG-ST工法 直接工事費	
5-2-1	ベントナイト泥水費	32
5-2-2	材料費	32
5-2-3	労務費	33
5-2-4	機械器具損料費	34・35・36
5-2-5	消耗材料費	37
5-2-6	動力用水費	38・39
5-2-7	機械据付撤去費	40
5-2-8	排泥液処理費	41
5-2-9	技術費用	41
5-3	PJG-ST工法 間接工事費	
5-3-1	共通仮設費	42
5-3-2	諸経費	43
§ 6.	PJG-LT工法の積算	
6-1	PJG-LT工法の歩掛	44
6-1-1	削孔工1本当たりの施工時間	45
6-1-2	造成工1本当たりの施工時間	46
6-1-3	工期の算出	47
6-2	PJG-LT工法 直接工事費	
6-2-1	ベントナイト泥水費	48
6-2-2	材料費	48
6-2-3	労務費	49
6-2-4	機械器具損料費	50・51・52
6-2-5	消耗材料費	53
6-2-6	動力用水費	54・55
6-2-7	機械据付撤去費	56
6-2-8	排泥液処理費	57
6-2-9	技術費用	57
6-3	PJG-LT工法 間接工事費	
6-3-1	共通仮設費	58
6-3-2	諸経費	59

§ 1. 技術編

1-1 PJG-Twins工の概要

各種のジェットグラウト工法により超高压噴流液による地盤の破壊、切削が知られている。超高压噴流液による土の切削機構は、

- 1) 噴流液の動圧作用
- 2) 噴流液の個々の衝撃力
- 3) 脈動負荷による地盤の疲労に基づく地盤強度の低下
- 4) 噴流液のキャビテーション現象
- 5) 噴流液の間隙水圧によるクサビ効果
- 6) 噴流液による研磨効果

などが効果的に働くことによるものと考えられている。

PJG工には、スタンダードのPJG工法と、大口径の改良体が造成可能なPJG-L工法 (Large) があり、双方とも六角ロッドを使用することで、先端モニターに取り付けた噴射ノズルの方向が、地中にあるもどの方向であるかを確認することができる。その特徴を利用して、先端モニターの噴射ノズルより超高压硬化材をその周囲から圧縮空気を沿わせて同時に噴射させ、PJG専用マシンの回転角度の調整により、半円柱状から円柱状の固結体を造成し、それらを効率よく組み合わせることで、経済的に活用することができる工法である。

PJG-Twins工は、使用ロッドは円柱状ロッドで、先端モニターの側部に噴射ノズルを2箇所水平対向に取り付け、地盤の切削に有効に働く二つの超高压噴流体で地盤を二箇所同時に切削できるため、高速施工を可能にし、工期の短縮を図り、回転数を少なくする事で大口径の改良体を造成する事が出来る工法である。PJG-Twins工と呼称するのは、PJG-ST工法とPJG-LT工法の両工法を指すものである。

1-2 PJG-Twins工の特徴

(1) 工期の短縮

吐出圧力、吐出量を増加した噴射エネルギーにより、地盤を二箇所同時に切削する為、柱状体の造成を短時間で施工できるので、工期を大幅に短縮できる。
(現場での高速施工が出来る)

(2) 環境保全性が高い

使用する硬化材はセメントが主体であるため、安価で無公害な材料である。また、改良条件に応じた施工径の造成ができる為、硬化材使用量の減少を図ることができ結果として排泥量も減少でき、資源の無駄遣いを解消できる。

(3) 経済的である

改良条件により改良径の調整が幅広く($\phi 1400 \sim \phi 5000$)出来るので、無駄の無い経済的な施工が可能と成る。

(4) 信頼性が高く容易な施工管理

超高圧ジェットエネルギーを利用して、確実に地盤を切削し、その切削土砂を混合充填する形で造成する方法である。現場技術者の個人差による影響はほとんどなく施工管理が容易である。

(5) 目的に適合した強度

改良強度は目的に応じて硬化材の選定により適合した強度を得ることができる。

(6) 品質

噴射硬化材に特殊混和剤を添加することにより、ソイルセメントの品質が向上し、より良い改良体が形成できる。

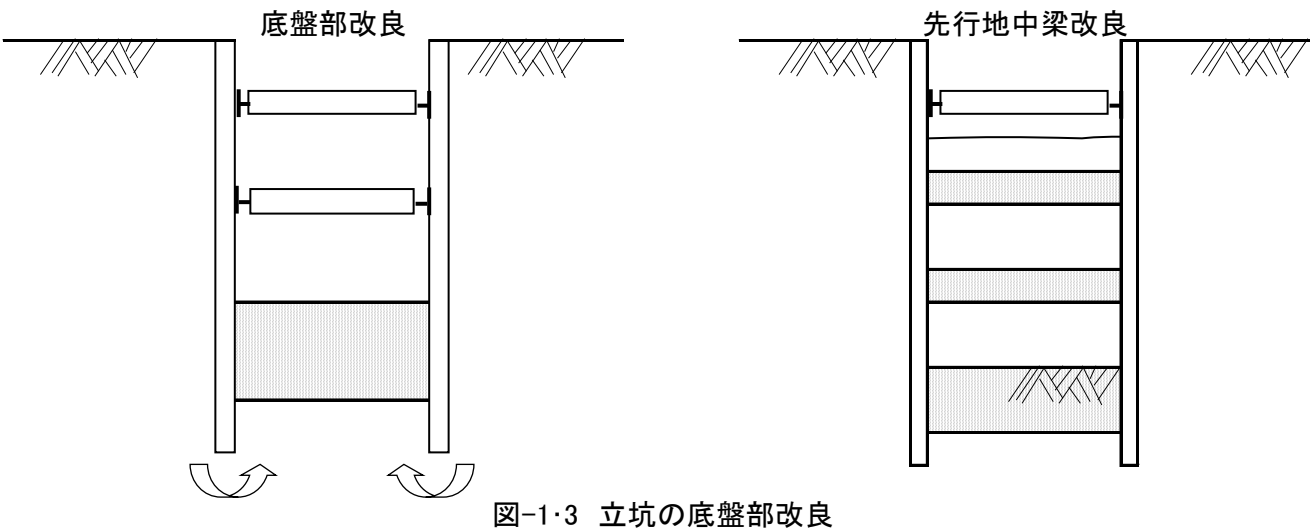
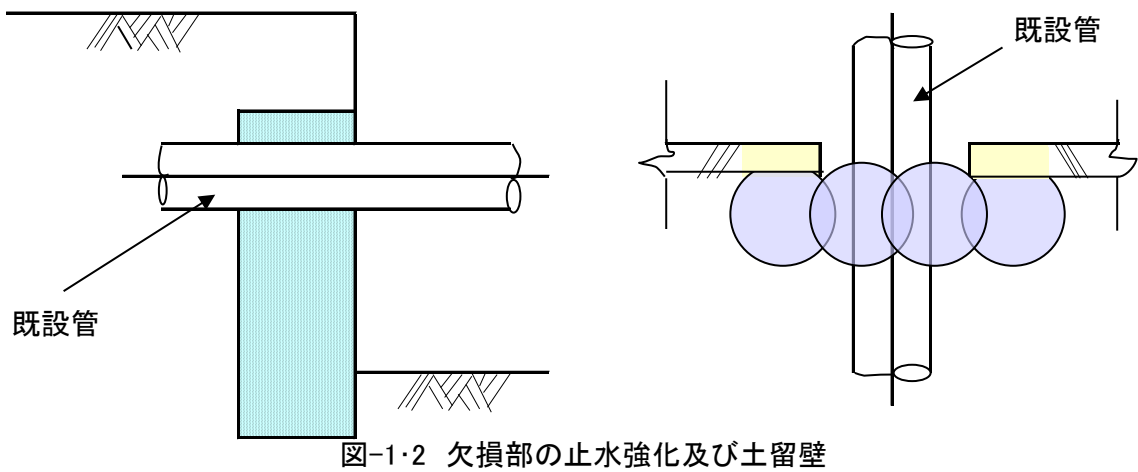
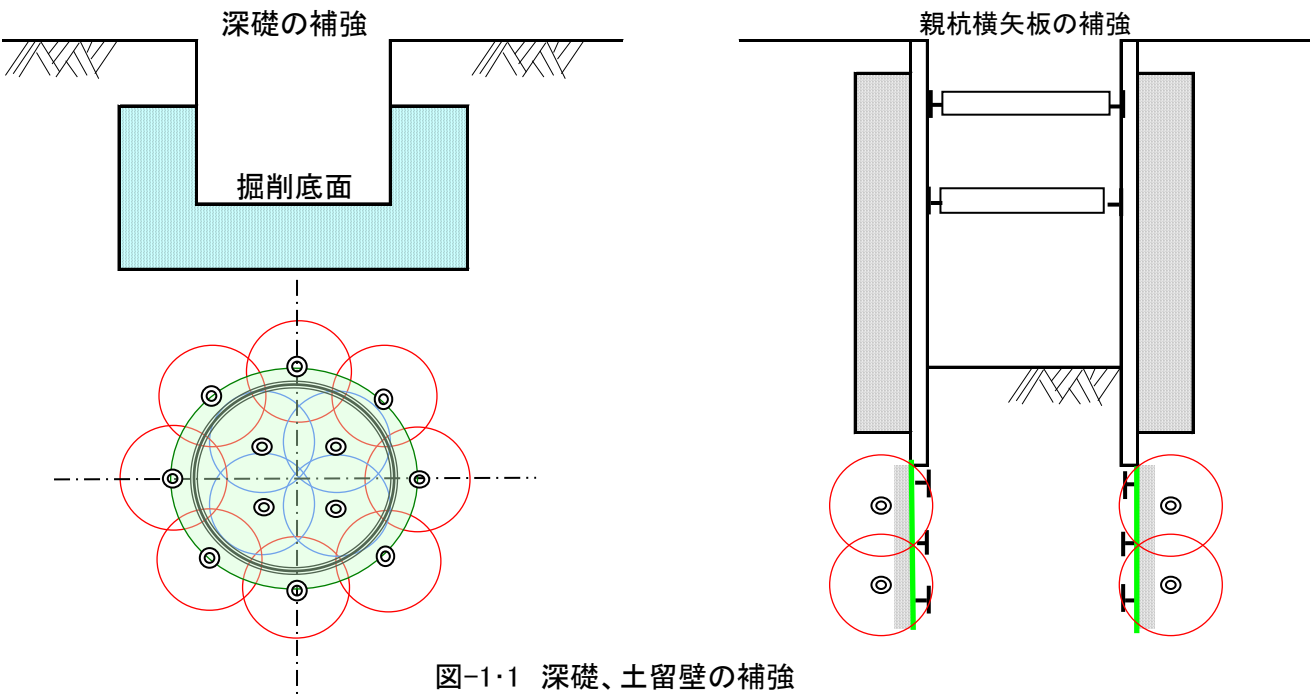
(7) 相互の密着性

有効径以内に施工ピッチを設定すれば、超高圧ジェットのブラスト効果により杭相互の密着性が非常によく、近接物の形状に沿った付着造成が出来る。

(8) コンパクトな設備

狭い場所でもコンパクトな機械で施工でき、空頭制限のある場所や、路下、狭隘な場所でも施工が可能である。

1-3 PJG-Twins工の応用範囲



PJG-Twins工の応用範囲

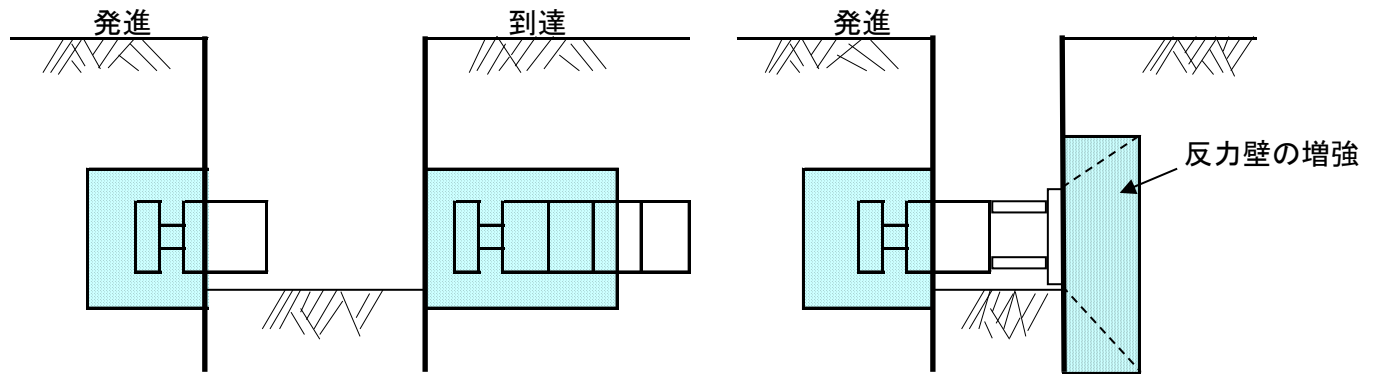


図-1.4 シールド発進到達部の地盤改良

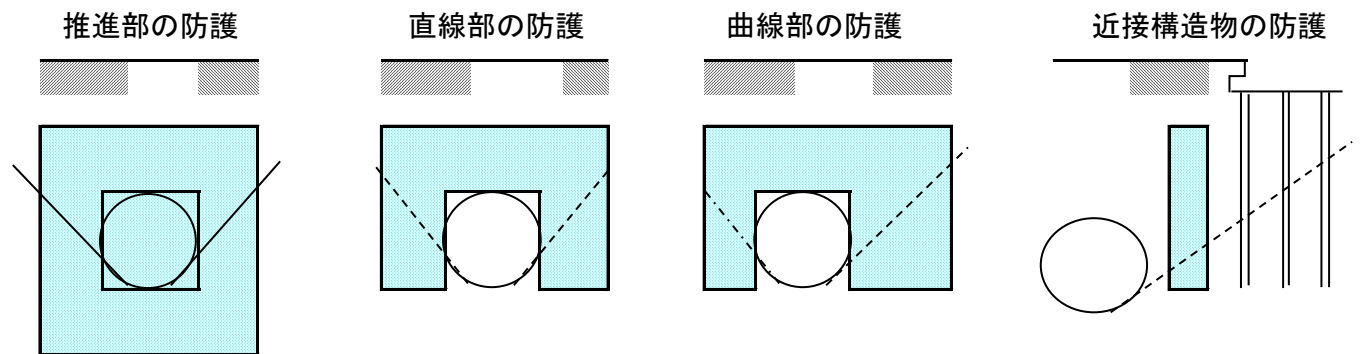


図-1.5 シールド工路線防護

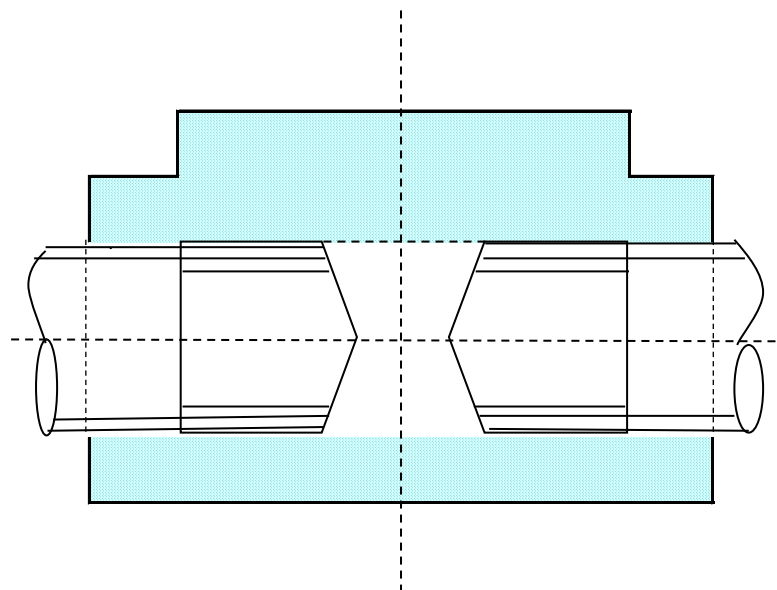
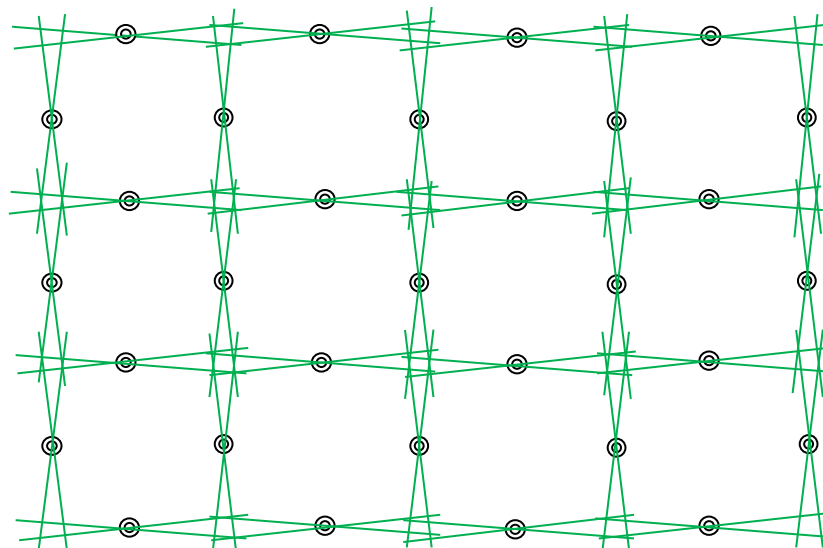
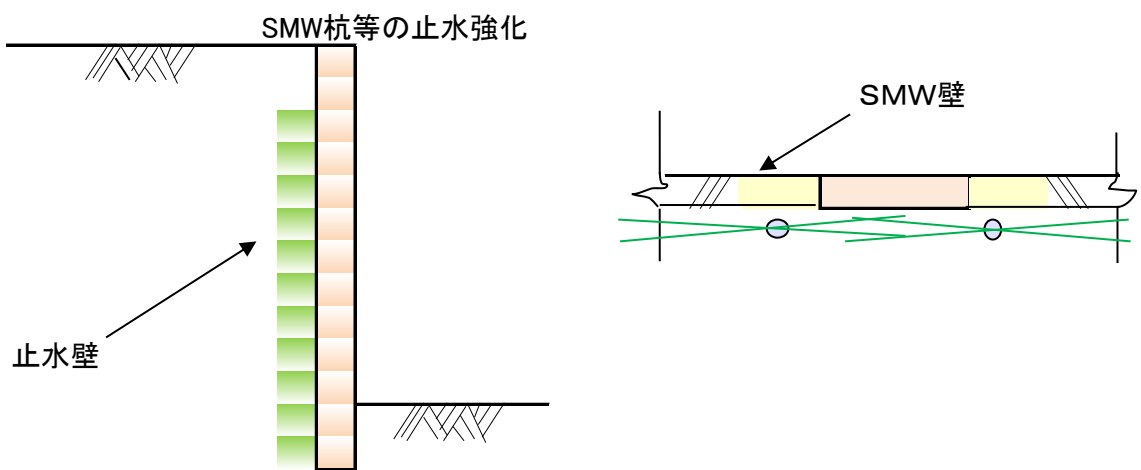
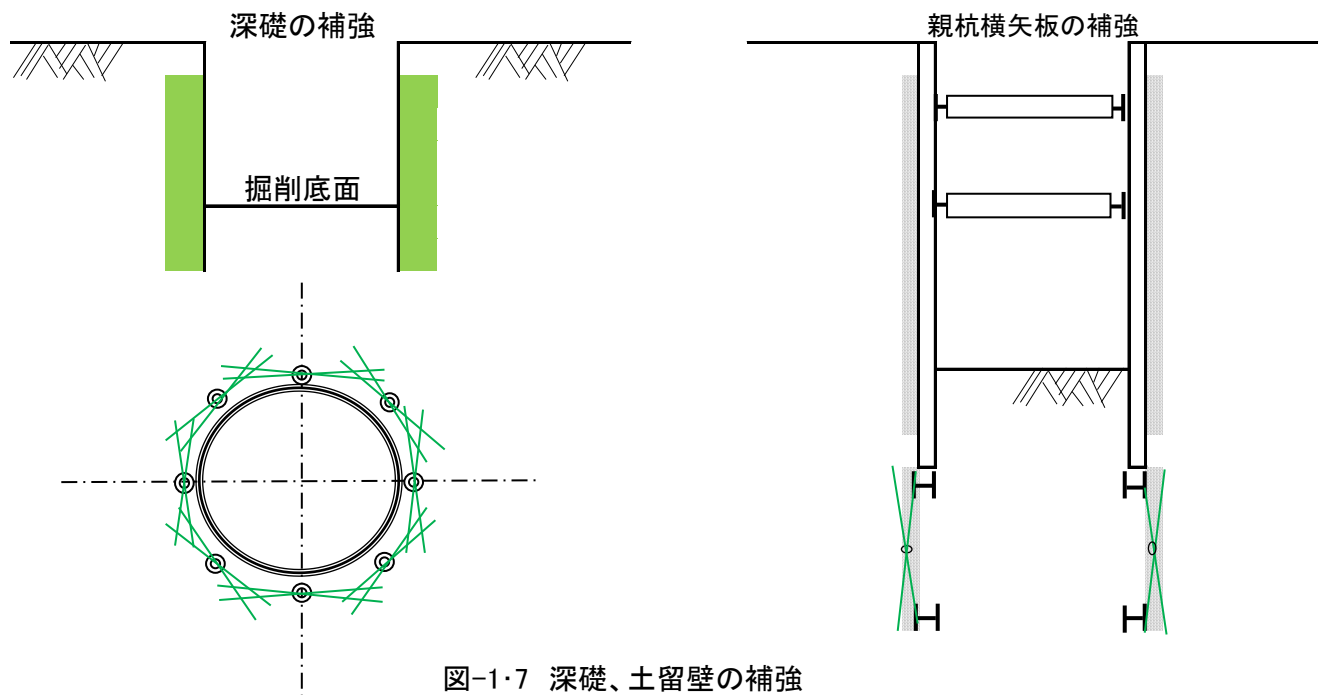


図-1.6 シールド工地中接合部防護

PJG-Twins工の応用範囲



§ 2. 計画編

2-1 計画前の考え方

(1) 計画に必要な土質条件を表2-1に表す。

表2-1 計画に必要な土質条件

区分		性 状					対象土質	柱状図	細目
		粒土	コンシステンシー	密度	硬軟	乾湿			
粒状土	粗粒土	よい		密な		乾いた	レキ		N値、粒度組成
		中位の		中位の		湿った	砂レキ土		透水係数
	中粒土	わるい		ゆるい		非常に湿った	砂		N値、粒度組成、
				非常にゆるい			砂質土		
綿毛状土	細粒土			粘りけがある	硬い	飽和した	粘性土		N値、粘着力
				中位の	中位の		粘土		含水比
	腐植土			もろい	軟らかい		泥炭		有機物含有量、 ph、含水比
					非常に軟らかい				

(2) PJG-Twins工の採用に際しては、土質条件を十分考慮し、次の点を検討しながら計画する必要がある。

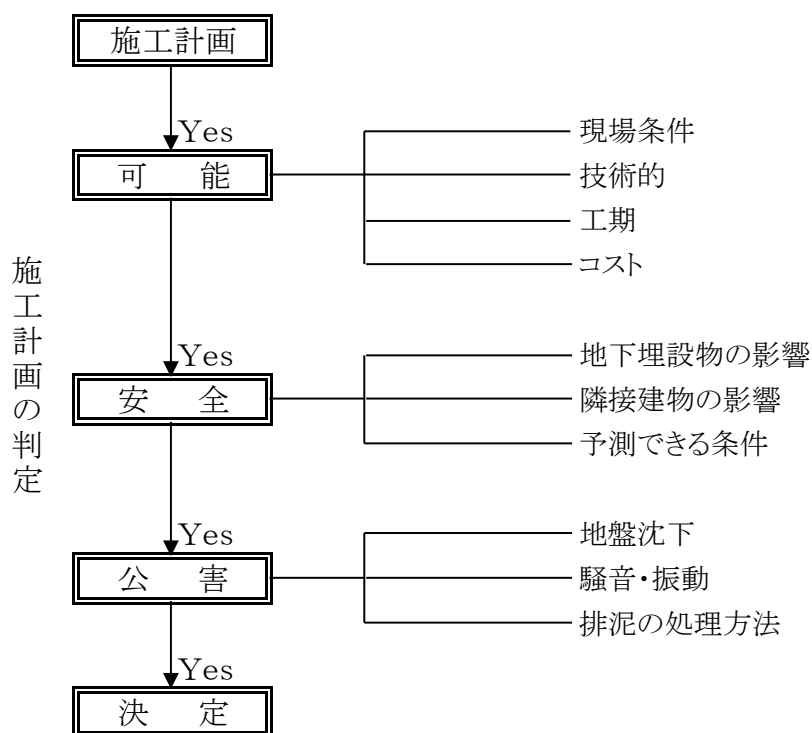


表2-2

2-2 有効径と土質条件

2-2-1 PJG-ST工法

施工現場の施工条件及び土質により、PJG-ST工法の有効径は決定されるが、施工条件（施工目的、施工深度、設計強度等）や土質条件（粒度組成、粘着力、N値等）によって、標準的な有効径を次のように定める。

表2-3 PJG-ST工法の標準設計有効径と引上げ速度

砂質土	粘性土	有効径 (mm)	引上げ速度 v (分/m)	回転数 (rpm/分)	1ステップ (cm)	切削力
$N \leq 40$	$N \leq 3$	$\phi 1400$	4.0	5	5.0	超高压硬化材 喷射压力 40MPa 吐出力 ($0.1\text{m}^3/\text{min} \times 2$) $0.2\text{m}^3/\text{min}$ 压缩空气 吐出压力 0.6MPa以上 吐出力 ($2\text{m}^3/\text{min}$ 以上 $\times 2$) $4\text{m}^3/\text{min}$ 以上
		$\phi 1600$	5.0	4	5.0	
		$\phi 1800$	6.0	4	5.0	
		$\phi 2000$	7.4	3	5.0	
		$\phi 2200$	9.0	3	5.0	
		$\phi 2400$	10.7	3	5.0	
$40 < N \leq 80$	$3 < N \leq 5$	$\phi 1400$	4.3	5	5.0	
		$\phi 1600$	5.5	4	5.0	
		$\phi 1800$	7.0	3	5.0	
		$\phi 2000$	8.5	3	5.0	
		$\phi 2200$	10.4	3	5.0	
		$\phi 2400$	12.3	3	5.0	
$80 < N \leq 120$	$5 < N \leq 7$	$\phi 1400$	5.4	4	5.0	
		$\phi 1600$	7.0	3	5.0	
		$\phi 1800$	8.6	3	5.0	
		$\phi 2000$	10.6	3	5.0	
		$\phi 2200$	13.0	3	2.5	
$120 < N \leq 160$	$7 < N \leq 9$	$\phi 1400$	7.3	3	5.0	
		$\phi 1600$	9.3	3	5.0	
		$\phi 1800$	11.6	3	5.0	
		$\phi 2000$	14.3	3	2.5	

- a. 標準設計有効径は理論値に基づいて算出した有効径であり、現場に於いて施工した杭の測定結果で標準設計有効径との違いがある場合は、その都度引上げ速度の調整を行う必要がある。
- b. 砂礫については、 $N < 50$ 回は砂質土有効径の10%減を基本とする。
- c. 砂礫の $N > 50$ 回と腐植土については、十分検討の上、決定する必要がある。
- d. 深度は30m以内の有効径である。改良深度が30mを超えるものや、粘着力が $0.05\text{MN}/\text{m}^2$ 以上の場合、試験施工等では有効径を確認する事が望ましい。(詳細はPJG-Twins研究会に問合せの事)
- e. 揺動施工の場合、引上げ速度は次式による。

$$v_{\theta} = \theta / 360 \times v \times 1.1$$

※算出した引上げ速度は、小数点1の位に切り上げとする。

- v : 引上げ速度
- v_{θ} : 揺動引上げ速度
- θ : 揺動角度
- π : 円周率
- D : 有効径
- a : 喷射率
- q : 吐出力

2-2-2 PJG-LT工法 有効径と土質条件

施工現場の施工条件および土質により、PJG-LT工法の有効径は決定されるが、その有効径を確保するために必要な噴射時間を、施工条件(施工目的・施工深度)や土質条件(粒度組成・粘着力・N値等)によって次のように決める。

表2-4 PJG-LT工法の標準設計有効径と引上げ速度

土質(N値)		有効径 (mm)	引上げ速度V (分/m)	回転数 (rpm)	切削力
砂質土	粘性土				
N ≤ 40	N ≤ 3	φ 2400	4.2	3.0	超高压硬化材 噴射圧力 40MPa 吐出量 (200ℓ/分×2) 400ℓ/分 圧縮空気 吐出圧力 0.7MPa以上 吐出量 (3.0m³/分以上×2) 6.0m³/分以上
		φ 2600	5.0	3.0	
		φ 2800	5.7	3.0	
		φ 3000	6.6	3.0	
		φ 3200	7.5	2.0	
		φ 3400	8.4	2.0	
		φ 3600	9.5	2.0	
		φ 3800	10.5	1.5	
		φ 4000	11.7	1.5	
		φ 4200	12.9	1.5	
		φ 4400	14.1	1.0	
		φ 4600	15.4	1.0	
		φ 4800	16.8	1.0	
		φ 5000	18.2	1.0	
40 < N ≤ 80	3 < N ≤ 5	φ 2400	4.8	3.0	
		φ 2600	5.8	3.0	
		φ 2800	6.6	3.0	
		φ 3000	7.6	2.0	
		φ 3200	8.6	2.0	
		φ 3400	9.7	2.0	
		φ 3600	10.9	1.5	
		φ 3800	12.1	1.5	
		φ 4000	13.5	1.0	
		φ 4200	14.8	1.0	
		φ 4400	16.2	1.0	
		φ 4600	17.7	1.0	
80 < N ≤ 120	5 < N ≤ 7	φ 2400	6.0	3.0	
		φ 2600	7.3	2.0	
		φ 2800	8.3	2.0	
		φ 3000	9.5	2.0	
		φ 3200	10.8	1.5	
		φ 3400	12.1	1.5	
		φ 3600	13.6	1.0	
		φ 3800	15.1	1.0	
		φ 4000	16.9	1.0	
120 < N ≤ 160	7 < N ≤ 9	φ 2400	8.1	2.0	
		φ 2600	9.9	2.0	
		φ 2800	11.2	1.5	
		φ 3000	12.8	1.5	
		φ 3200	14.6	1.0	
		φ 3400	16.3	1.0	
		φ 3600	18.4	1.0	

※ 注意書きは次ページの次ページ参照

2-2-3 PJG-LT工法(軟弱地盤用)

近年、軟弱地盤の液状化対策や地盤補強が施工されている。については、軟弱地盤の施工としてPJG-LT工法において砂質層でN値25以下、粘性土でN値2以下の地盤で、必要な噴射時間を以下のように定める。

表2-5 PJG-LT工法の軟弱地盤標準設計有効径と引上げ速度

土質(N値)		有効径 (mm)	引上げ速度 v (分/m)	回転数 (rpm/分)	切削力
砂質土	粘性土				
$N \leq 25$	$N \leq 2$	$\phi 2400$	3.2	3	超高压硬化材 噴射圧力 40MPa 吐出量 (200ℓ/分×2) 400ℓ/分 圧縮空気 吐出圧力 0.7MPa以上 吐出量 (3.0m ³ /分以上×2) 6.0m ³ /分以上
		$\phi 2500$	3.6	3	
		$\phi 2600$	3.8	3	
		$\phi 2700$	4.1	3	
		$\phi 2800$	4.4	3	
		$\phi 2900$	4.7	3	
		$\phi 3000$	5.0	2	
		$\phi 3100$	5.4	2	
		$\phi 3200$	5.7	2	
		$\phi 3300$	6.1	2	
		$\phi 3400$	6.4	2	
		$\phi 3500$	6.8	2	
		$\phi 3600$	7.2	2	
		$\phi 3700$	7.6	2	
		$\phi 3800$	8.0	2	
		$\phi 3900$	8.5	2	
		$\phi 4000$	9.0	2	
		$\phi 4100$	9.5	2	
		$\phi 4200$	10.0	1	
		$\phi 4300$	10.5	1	
		$\phi 4400$	11.0	1	
		$\phi 4500$	11.5	1	
		$\phi 4600$	12.0	1	
		$\phi 4700$	12.5	1	
		$\phi 4800$	13.0	1	
		$\phi 4900$	13.5	1	
		$\phi 5000$	14.0	1	

- 標準有効径は理論値に基づいて算出した有効径であり、現場において施工した杭の測定結果で標準設計有効径との違いがある場合は、その都度引上げ速度の調整を行う必要がある。
- 砂礫については、設計有効径の10%減を基本とする。
- 深度はGL30.0m以内の有効径である。深度30.0m以上の施工についての有効径は、引き上げ速度の10%増しを基本とする。
- 揺動施工の場合、引上げ速度は次式による。

$$v_{\theta} = \theta / 360 \times v \times 1.1$$

v : 引上げ速度
 v_{θ} : 揺動引上げ速度
 θ : 揺動角度

※ 改良下端部の初期噴射については、軟弱地盤の造成径 $\phi 2600\text{mm}$ 以下は不要とする。

標準有効径についての注意書き

- 標準有効径は理論値に基づいて算出した有効径であり、現場において施工した杭の測定結果で標準設計有効径との違いがある場合は、その都度引上げ速度の調整を行う必要がある。
- 砂礫については、設計有効径の10%減を基本とし、 $N > 50$ については、試験施工等で有効径を確認することが望ましい。
- 粘着力が $C = 50\text{KN/m}^2$ 以上の場合、プレジェット施工が必要となる。又、試験施工などで有効径を確認することが望ましい。
- N値は改良対象地盤の最大N値とし、深度はGL30.0m以内の有効径である。
深度30.0m以上の施工についての有効径は、引き上げ速度の10%増しを基本とする。
- 奇数径の引上げ速度については、偶数径の上下の中間とし算出した引上げ速度は、小数点1の位に切り上げとする。例 $\phi 3500\text{mm} = (8.4\text{分} + 9.5\text{分}) \div 2 = 8.95\text{分} = 9.0\text{分}$
- 揺動施工の場合、引上げ速度は次式による。

$$v_{\theta} = \theta / 360 \times v \times 1.1$$

v : 引上げ速度

v_{θ} : 揺動引上げ速度

θ : 揺動角度

※算出した引上げ速度は、小数点1の位に切り上げとする。

2-2-4 プレジェットについて

粘性土に於いて、粘着力が $C = 50\text{KN/m}^2$ 以上の場合や排泥が閉塞され易い場合には造成前にプレジェットを行うものとする。

プレジェットを行う標準的な吐出量と施工時間を次のように定める。

PJG-ST工法	施工仕様	吐出量	施工時間
		(ℓ/分)	(分/m)
	造成径 $< \phi 2000\text{mm}$	200	2
	造成径 $\geq \phi 2000\text{mm}$	200	3

PJG-LT工法	施工仕様	吐出量	施工時間
		(ℓ/分)	(分/m)
	造成径 $\leq \phi 2600\text{mm}$	400	3
	造成径 $< \phi 3000\text{mm}$	400	5
	造成径 $\geq \phi 3000\text{mm}$	400	8

2-3 安全率とPJG-Twins工の基本配置

2-3-1 安全率

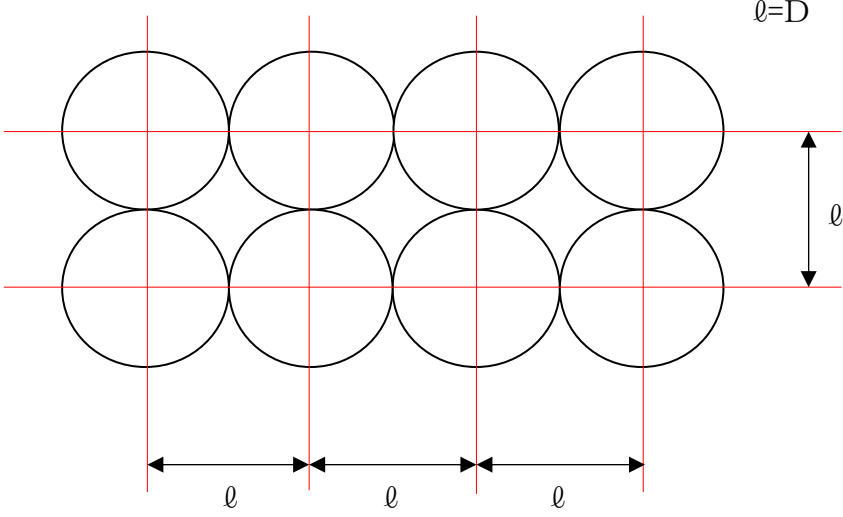
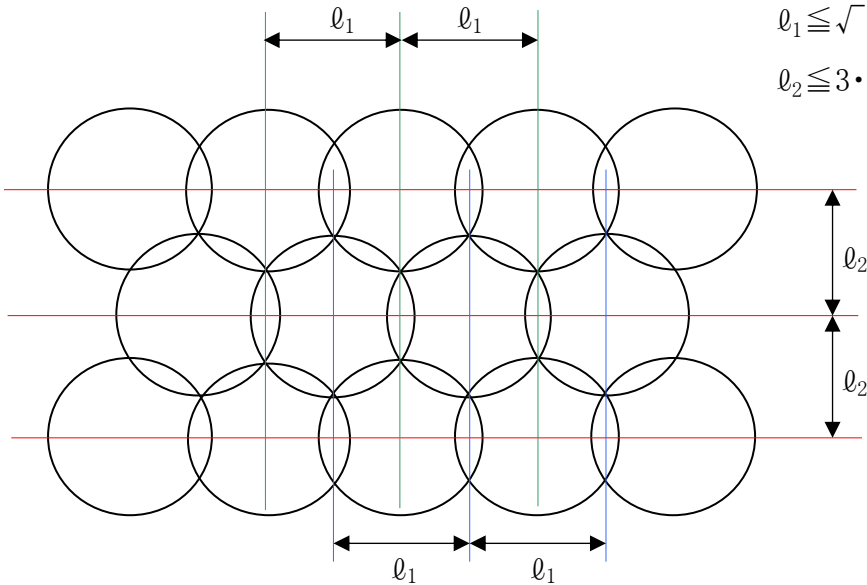
PJG-Twins工の設計検討に用いる安全率については、設計目的、設計条件によって異なるが、標準設計安全率として表2-6のように設定する。

表2-6 設計安全率

施工箇所	施工目的	安全率 F_s
土留欠損・歯抜け部	横矢板等の防護工と併用	1.0
	本工法のみで自立	2.0
シールド工、推進管の発進・到達	シールド工、推進管の路線防護	1.0
	シールド工、推進管の発進到達防護	1.5
立坑等の底盤部	ヒービング等の防止	1.5
	ボーリング等の防止	1.5
	土留根入れの補強	1.5
シールド工地中接合部	地中接合部防護(素掘り)	2.0
構造物基礎	半永久的な使用	3.0

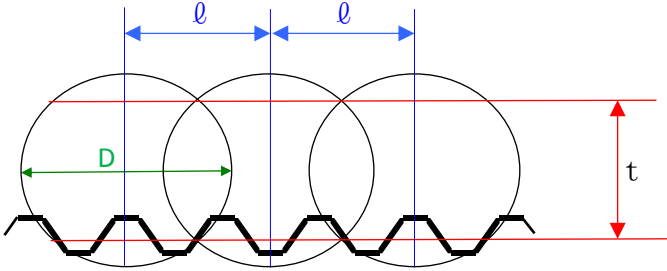
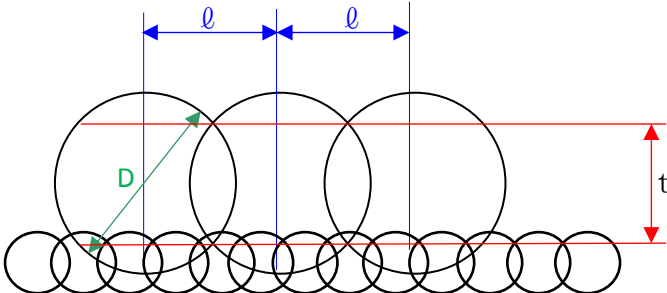
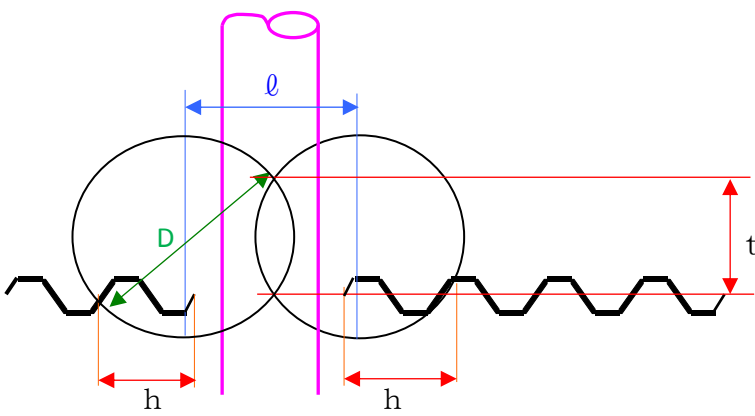
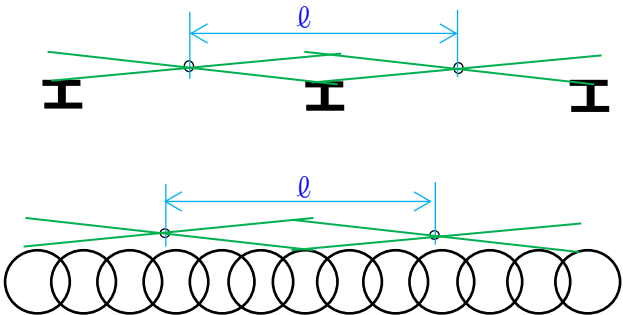
2-3-2 PJG-Twins工改良体の基本配置

土質条件・改良目的等を検討し、次のような配置を基本とする。

改良目的	基本配列
止水の必要が無く 地盤強化の場合	 $\ell = D$
止水と地盤強化が 必要な場合	 $\ell_1 \leq \sqrt{3} \cdot D / 2$ $\ell_2 \leq 3 \cdot D / 4$

2-3-3 防護等の基本配置

土質条件・改良目的等を検討し、次のような配置を基本とする。

改良目的	基本配列
シートパイル立坑 シールド工事など 発進・到達部防護	 $l \leq D - 0.2$ $t \leq \sqrt{\frac{D^2 - l^2}{4}}$
連続柱列杭 シールド工事など 発進・到達部防護	 $l \leq D - 0.2$ $t \leq \sqrt{\frac{D^2 - l^2}{4}}$
シートパイル立坑 土留欠損部	 $l \leq D - 0.2$ $t \leq \sqrt{\frac{D^2 - l^2}{4}}$ $h \geq 0.8\text{m}$ (鋼矢板2枚以上)
連続柱列杭の止水壁や 親杭横矢板の止水補強	 $l \leq D - 0.3\text{m}$

2-3-4 最小有効改良厚さ

設計に当たって、改良特性と施工実績を考慮して、下記の最小改良厚さを設定する。

① シールドの発進到達防護部

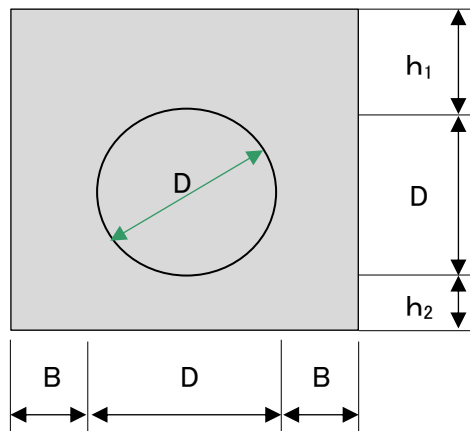


図-2・1 シールド・発進到達防護部

表2-7 最小改良値(m)

D	$D < 10$	$1.0 \leq D < 3.0$	$3.0 \leq D < 5.0$	$5.0 \leq D < 7.0$
B	1.0	1.0	1.5	2.0
h_1	1.0	1.5	2.0	2.5
h_2	1.0	1.0	1.0	1.5

- ・ 大口径シールド(直径7.0m以上)については別途考慮する。
- ・ 底部の改良厚(h_2)については、水圧が大きい場合(シールド下端で0.2MPa以上)および大口径シールドの場合は側部の改良厚さ(B)を確保し、施工条件によっては、それ以上の厚さを確保する。
- ・ シールドテール部は別途考慮するものとする。

② 立坑部底盤改良工

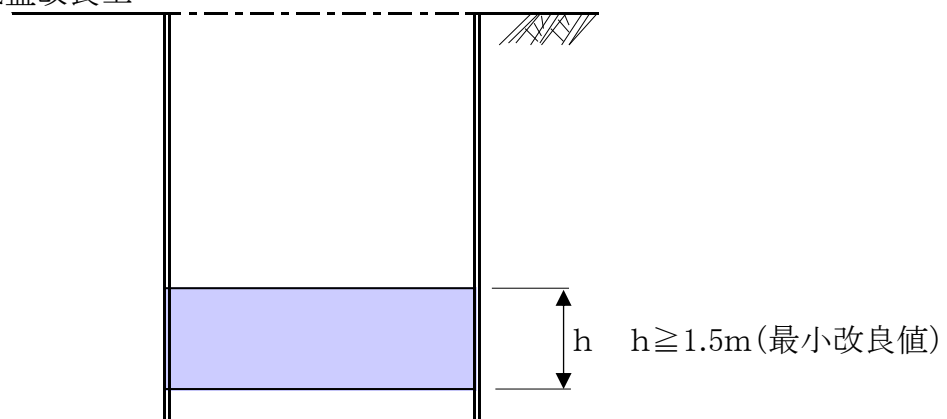


図-2・2 立坑部底盤改良工(先行地中梁含む)

2-4 硬化材の種類と設計基準強度

PJG-1号、3号

セメント系が主で、地盤強化、止水などを目的として、高強度を見込める。

PJG-2号、4号

セメント系が主で、設計基準強度はPJG-1号の60～80%程度である。

PJG-5号

PJG工法専用固化材で、特殊土用であり、高強度が見込める。

表2-8 硬化材の標準配合1.0m³当たり

PJG-1号		PJG-2号	
セメント	760 kg	セメント	600 kg
混和剤	12 kg	混和剤	10 kg
水	747 ｾ	水	800 ｾ

PJG-3号		PJG-4号	
セメント	760 kg	セメント	600 kg
PDフロー	5 ｾ	PDフロー	4 ｾ
水	754 ｾ	水	806 ｾ

PJG-5号	
専用固化材	760 kg
混和材	12 kg
水	740 ｾ

※ PJG-3号、4号は粘性土地盤の攪拌効率を良くするものである。

【高粘着土に適用($c > 30 \text{ kN/m}^2$ を目安)】

※ PDフロー混入量については、施工及び土質条件によって増減するものである。

※ 表中のセメントは普通ポルツランドセメントであるが、高炉セメントB種を使用する時は、使用水量を別途算出するものとする。

表2-9 PJG-Twins杭の設計基準強度 単位(MN/m²)

硬化材	PJG-1号、3号、5号		PJG-2号、4号	
土質	砂質土	粘性土	砂質土	粘性土
項目				
一軸圧縮強度	3	1	2	0.7
粘着力 C	0.5	0.3	0.4	0.2
付着力 f	1/3C		1/3C	
曲げ引張強度	2/3C		2/3C	
弾性係数E ₅₀	300	100	200	70

※ 砂質土と粘性土により設計基準強度が異なるのは、硬化材を地盤中に超高压ジェット噴流で攪拌・混合することから、対象土質が骨材の役割となって固結体を造成することによる。

※ 改良体の単位体積重量は、原地盤と同等とする。

※ 原則として腐植土の強度は確認試験等を行うこととする。

※ 砂礫土は砂質土に準じる。

※ 設計強度は4週強度である。 1週強度＝4週強度×50～70%

2-5 使用硬化材量と排泥量の計算方法

2-5-1 PJG-ST工法

1. 使用硬化材量の計算方法

使用硬化材量は次式により計算する。

$$Q = (H \times v) \times q \times (1 + \beta)$$

$$\Sigma Q = Q \times N$$

ここで

Q: 1本当たりの硬化材使用量(m³)

v: 引上げ速度(分/m) ※表2-3を参照

q: 硬化材吐出量(0.2m³/分)

β: 損失係数(0.06)

H: 1本当たり造成長(m)

N: 施工本数(本)

2. 排泥量の計算方法

PJG-ST工法の排泥量は、次式により計算する。

$$\Sigma V = V_1 + V_2 + V_3 + V_4$$

①削孔による排泥量

1) ガイドホール削孔で清水又は、ベントナイト泥水による削孔

$$V_1 = q \times t \times \text{排泥率}(0.2) \quad V_1: \text{排泥量(m}^3\text{)}$$

q: ポンプ吐出量(0.10m³/分)

t: ガイドホール削孔時間(分)

2) ベントナイト泥水循環使用による削孔

$$V_1 = 3.0\text{m}^3/\text{日} \times \text{施工日数(日)} \times \text{削孔プラント数} \\ + \text{最低排泥量(ベントナイト泥水作泥タンク量20m}^3\text{)}$$

②造成による排泥量

$$V_2 = (H \times v) \times q \times (1 + r) \times N$$

V₂: 造成による排泥量(m³)

q: 硬化材吐出量(0.2m³/分)

v: 引上げ速度(分/m) ※表2-3を参照

H: 1本当たり造成長(m)

N: 施工本数(本)

r: 増加率

砂質土: 0.1

粘性土: 0.3

③プラント他洗浄による排泥量

$$V_3 = \text{施工日数(日)} \times 2.0(\text{m}^3/\text{日}) \times \text{プラント数}$$

④プレジェットによる排泥量

$$V_4 = \ell_w \times v_w \times q_w \times N$$

V₄: プレジェットによる排泥量(m³)

ℓ_w: プレジェット必要長(m)

v_w: プレジェット引上げ速度

※表2-5を参照

q_w: プレジェット吐出量(0.2m³/分)

N: 施工本数(本)

2-5-2 PJG-LT工法

1. 使用硬化材量の計算方法

使用硬化材量は次式により計算する。

$$Q = (H \times v + n \times 3\text{分}) \times q \times (1 + \beta)$$

$$\Sigma Q = Q \times N$$

ここで

Q: 1本当たりの硬化材使用量(m^3)

n: 1本当たりの改良層数

※ 改良下端部の噴射圧力調整時間として硬化材噴射3分を計上する。

v: 引上げ速度(分/m) ※表2-4を参照

q: 硬化材吐出量($0.4\text{m}^3/\text{分}$)

β : 損失係数(0.06)

H: 1本当たり造成長(m)

N: 施工本数(本)

2. 排泥量の計算方法

PJG-LT工法の排泥量は、次式により計算する。

$$\Sigma V = V_1 + V_2 + V_3 + V_4$$

①削孔による排泥量

1) ガイドホール削孔で清水又は、ベントナイト泥水による削孔

$$V_1 = q \times t \times \text{排泥率}(0.2)$$

V₁: 排泥量(m^3)

q: ポンプ吐出量($0.10\text{m}^3/\text{分}$)

t: ガイドホール削孔時間(分)

2) ベントナイト泥水循環使用による削孔

$$V_1 = 3.0\text{m}^3/\text{日} \times \text{施工日数}(\text{日}) \times \text{削孔プラント数} \\ + \text{最低排泥量}(\text{ベントナイト泥水作泥タンク量}20\text{m}^3)$$

②造成による排泥量

$$V_2 = (H \times v + n \times 3\text{分}) \times q \times (1 + r) \times N$$

V₂: 造成による排泥量(m^3)

n: 1孔での改良層数

※ 造成径 $\phi 3800\text{mm}$ 以上の場合は改良下端部水噴射3分を計上するのでV₂に($0.4\text{m}^3 \times 3\text{分}$)を加える。

q: 硬化材吐出量($0.4\text{m}^3/\text{分}$)

v: 引上げ速度(分/m) ※表2-4を参照

H: 1本当たり造成長(m)

N: 施工本数(本)

r: 増加率

砂質土: 0.1

粘性土: 0.3

③プラント他洗浄による排泥量

$$V_3 = \text{施工日数}(\text{日}) \times 2.0(\text{m}^3/\text{日}) \times \text{プラント数}$$

④プレジエットによる排泥量

$$V_4 = \ell_w \times (v_w + 1\text{分}) \times q_w \times N$$

V₄: プレジエットによる排泥量(m^3)

ℓ_w : プレジエット必要長(m)

v_w : プレジエット引上げ速度

※表2-5を参照

q_w : プレジエット吐出量($0.4\text{m}^3/\text{分}$)

N: 施工本数(本)

§ 3. 施工編

3-1 PJG-Twins工の施工仕様

表3-1 PJG-Twins工の施工仕様

項目	用途	単位	PJG-ST工法	PJG-LT工法
超高压硬化材	圧力	MPa	40	40
	吐出量	m ³ /分	0.2	0.4
圧縮空気	圧力	MPa	0.6以上	0.7以上
	吐出量	m ³ /分	4.0以上	6.0以上
モニター	硬化材ノズル	mm	φ 2.9～φ 3.3	φ 4.2～φ 4.6
引上げ速度	円柱状	分/m	4.0～14.3	4.2～18.4
回転数		rpm	3～5	1～3

ノズル直径と吐出量と吐出圧力の関係式

$$Q = 0.66 \cdot c \cdot d^2 \cdot \sqrt{P}$$

Q: 吐出量 (ℓ/分)
c: 流出係数 (水0.93、セメントミルク0.75～0.85)
d: ノズル直径 (mm)
P: 吐出圧力

3-2 PJG-Twins工の使用機械

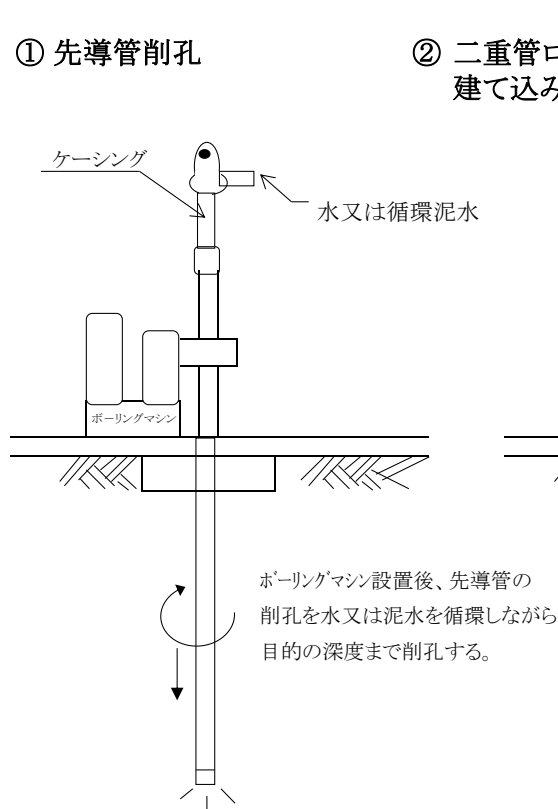
表3-2 PJG-Twins工の使用機械(1セット当たり)

機械名	規格	形状(m) 幅×長×高	重量 (kg)	動力 (kw)	PJG-ST	PJG-LT
高圧噴射攪拌専用マシン	削孔造成兼用型 スピンドル内径 φ150mm	1500×2.40×1.65	3,000	18.0	○	○
超 高 圧 ポ ン プ	200ℓ/分 44MPa	1.75×3.00×1.60	4,900	150.0	○	○
グ ラ ウ ト ポ ン プ	300ℓ/分 4MPa	0.84×2.72×1.48	900	11.0	○	○
グ ラ ウ ト ミ キ サ ー	上下2水槽1.2m ³ /1.4m ³	2.03×3.11×2.43	2,500	16.0	○	○
流 量 計	0～400ℓ/分	0.50×0.75×0.90	20	AC200V	○	○
流量・深度・回転管理装置	0～600ℓ/分	0.30×0.25×0.06	15	AC200V	□	□
風 量 計	0m ³ ～15.0m ³	0.30×0.35×0.30	15	—	□	□
エアコンプレッサー	15.0m ³ /分 1.03MPa	3.65×1.69×2.07	2,890	—	□	○
エアコンプレッサー	7.5m ³ /分 0.7MPa	2.00×1.14×1.21	1,075	—	○	
セ メ ン ト サ イ ロ	30t	2.5×2.5×8.0	5,500	16.0	○	○
サ ン ド ポ ン プ	口径80mm強力型	0.5×0.9	250	5.5	○	○
水 中 ポ ン プ	口径50mm	0.26×0.8	90	3.7	○	○
サ ン ド ポ ン プ	口径100mm強力型	0.7×1.15	400	22.0	○	○
水 槽	20m ³	2.0×6.0×2.0	3,000	—	○	○
ク レ ー ン 車	25t吊	—	—	—	○	○
バ キ ュ ー ム 車	9.0m ³	—	—	—	○	○
サイクロン付マッドスクリーン	1.0m ³ /分	1.5×2.00×1.0	300	5.5	○	○
泥 水 タ ン ク	20.0m ³	2.0×6.0×2.0	3,000	—	○	○
泥 水 用 ミ キ サ ー	600ℓ上下2槽	0.9×1.4×1.1	190	5.5	○	○
発 電 機	125KVA	1.10×3.1×1.5	2,400	—	○	○
発 電 機	150KVA	1.10×3.25×1.5	2,700	—	○	○
発 電 機	200KVA	1.30×3.70×1.8	4,100	—	○	○
発 電 機	300KVA	1.40×4.00×1.8	4,860	—	○	○

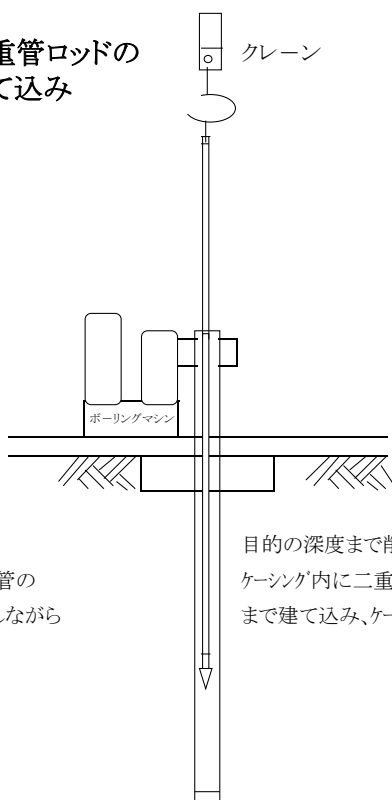
※○標準仕様、□特別仕様

3-3 PJG-Twins工の施工順序

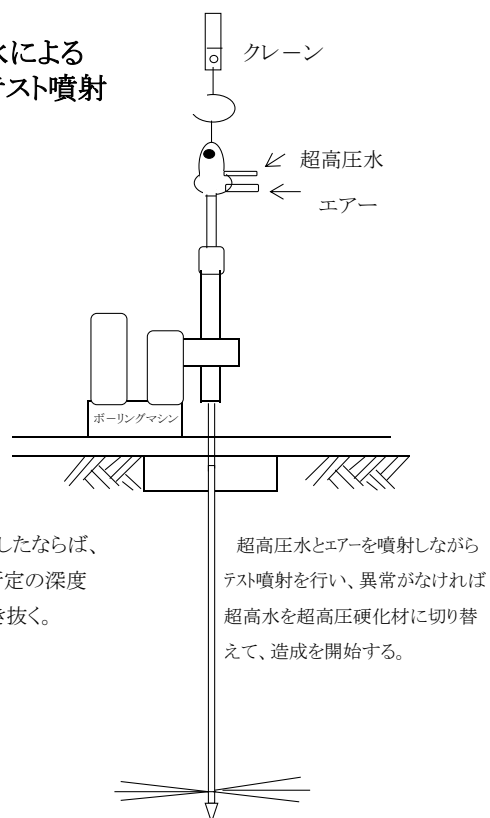
① 先導管削孔



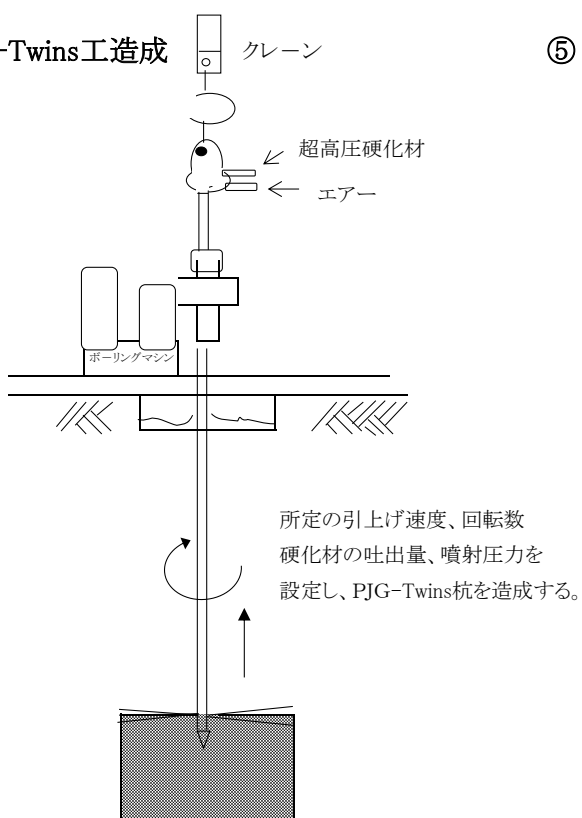
② 二重管ロッドの建て込み



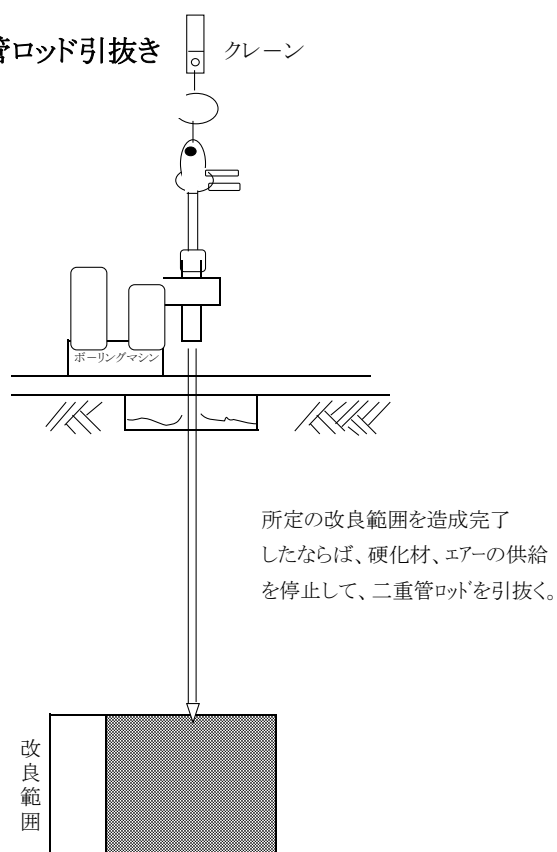
③ 水によるテスト噴射



④ PJG-Twins工造成



⑤ 二重管ロッド引抜き



3-4 PJG-Twins工の施工プラント

3-4-1 PJG-ST工法

1セット当たり(削孔プラント別途) 11.0m

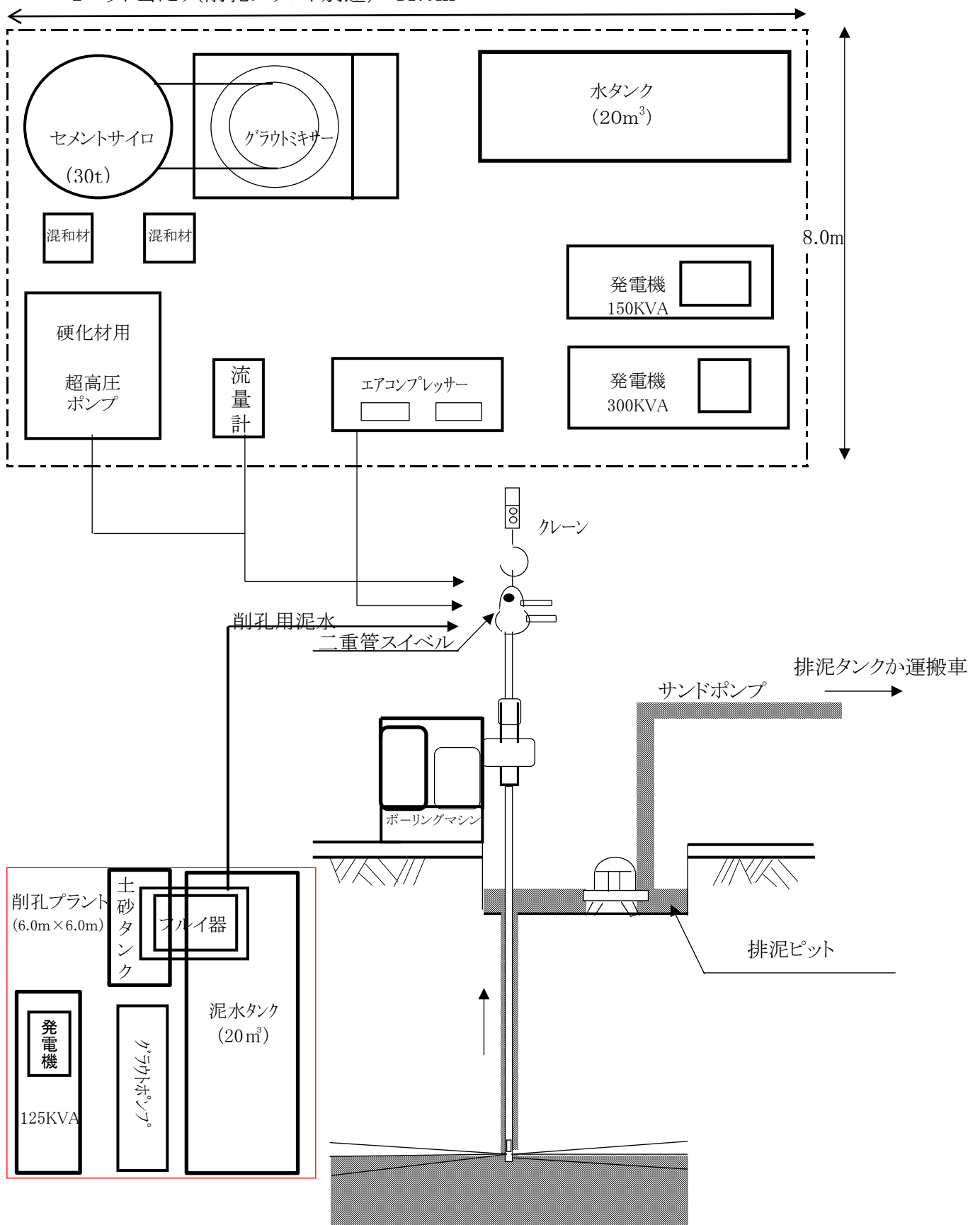


図-3・5 PJG-ST工法施工プラント

3-4-2 PJG-LT工法

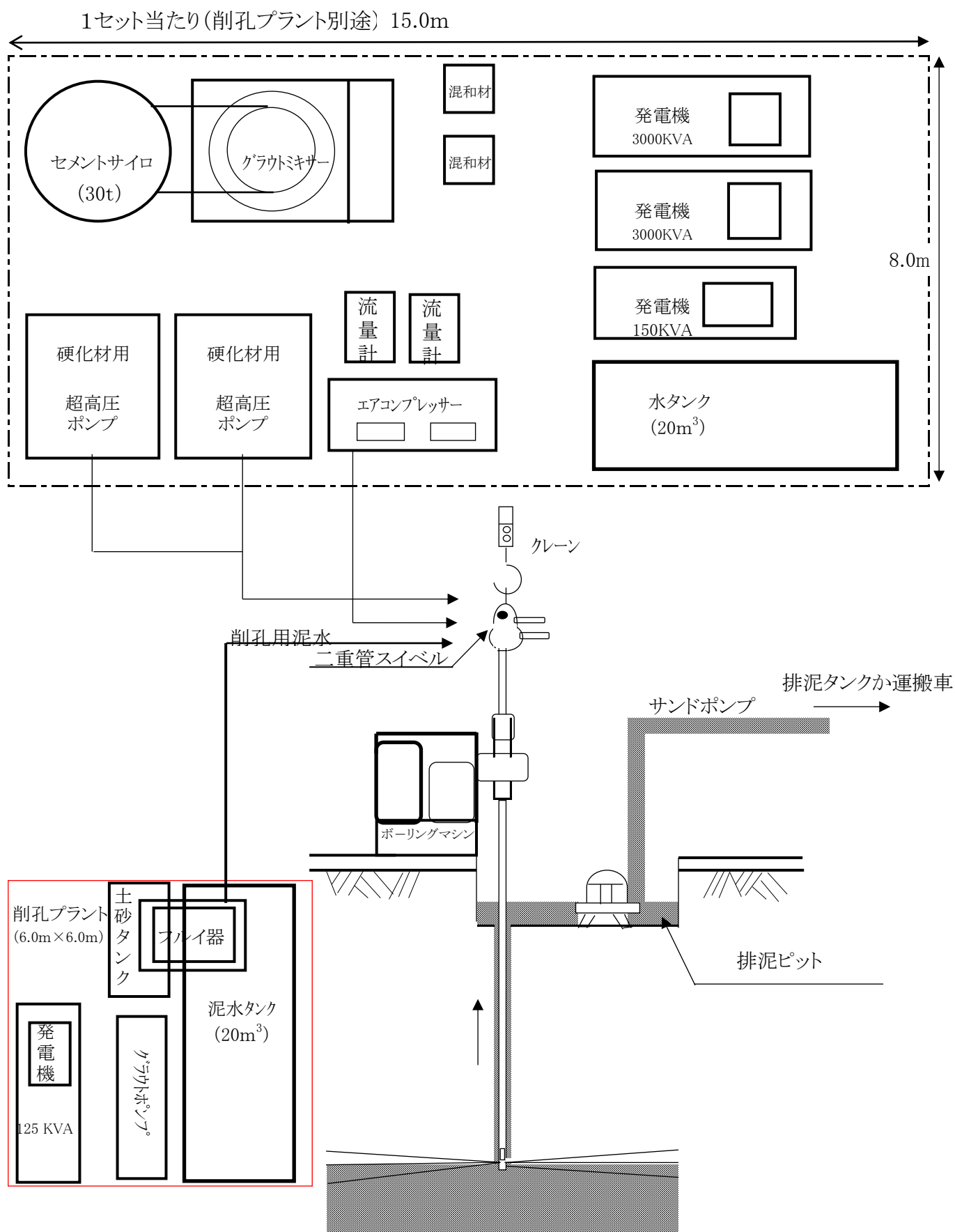


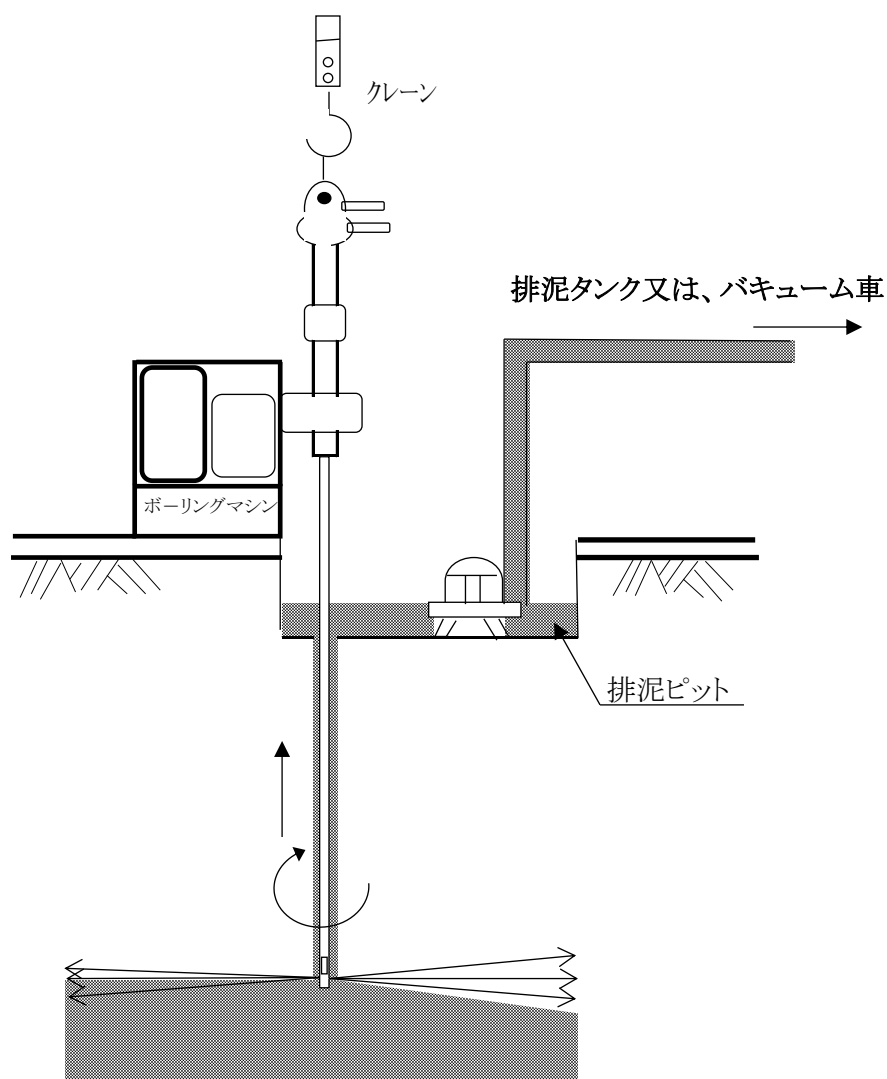
図-3・6 PJG-LT工法施工プラント

3-5 PJG-Twins工の排泥処理方法

PJG-Twins工施工時に排出される排泥液は、直接排泥タンクに取り込むか、一旦、バキューム車で取り込んで排泥タンクに移し、固化させたものをダンプ車等で指定の処理場へ運搬する。

現場等が狭くて、排泥液を固化する設備が設置できない時は、バキューム車かコンテナ車で取り込んで、汚泥として産業廃棄物処分を行う。

なお、運搬、処理業者は、廃棄物の処理及び清掃に関する法律の規定による産業廃棄物業の許可を受けた業者に依頼する必要がある。



図－3・7 PJG-Twins工の排泥処理法

3-6 PJG-Twins工の管理方法

1) 施工管理

(1) 削孔工(ガイドホール削孔)

a) スライム排出孔造成工

圧縮空気によるエアリフト効果によって、スライムを排出する排出孔を造成する。

削孔角度は所定の角度に調節の上で、正確に削孔を行わねばならない。

b) 削孔時の孔壁崩壊防止

削孔中に孔壁が崩壊すると、削孔不可能に陥る事が考えられるので、崩壊防止としてベントナイト泥水を用いる。孔壁が崩壊しない場合は水削孔でもよい。

c) 削孔深度の管理

削孔深度は、造成ロッド先端モニターの噴射孔を考慮し、所定の深度まで削孔を行う。削孔が終了したら、ケーシング残尺を検尺テープ等によって測定し、深度管理を行う。

d) 二重管ロッド建て込み

ガイドホール削孔の場合、所定の深度まで削孔を終了したら二重管ロッドの検尺(テープ等によって測定しロッド検尺)を行ってからケーシング内に建て込み、その後ケーシングを引き抜く。

(2) テスト噴射

超高压水とエアを噴射してテスト噴射を行い、異常がなければ超高压水より超高压硬化材に切り替え、所定の噴射圧力、引上げ速度、回転数に設定し、造成工程に移行する。

(3) PJG-Twins工造成工管理

a) 超高压硬化材の管理

噴射圧力は、PJG-Twinsは38MPa以上とし、超高压ポンプに設置してある圧力計又は、分流器の圧力計を目視管理する。吐出量は、サクシヨン側の流量計によって管理する。

b) 圧縮空気の管理

吐出空気量は、PJG-STは $4.0\text{m}^3/\text{min}$ 以上とし、吐出圧力は0.6MPa以上として、PJG-LTは $6.0\text{m}^3/\text{min}$ 以上とし、吐出圧力は0.7MPa以上とする。コンプレッサ-に内蔵されているゲージ又は、風力計のゲージにより目視管理する。

(4) 引き上げ速度、回転数の管理

回転数、引き上げ速度は、PJG専用マシンに内蔵しているゲージを目視管理する。又、ストップウォッチによって回転数、引き上げ速度の確認を行いながら管理する。

3-7 PJG-Twins工施工管理基準

表3-3 施工管理基準

プロセスチャート	管理項目	管理基準	管理方法	頻度
芯 出	打設位置	±10cm以内	目 視 スケール	各孔 〃
	埋設物位置	管理者立会	マーキング	
マシン設置	角度	±0.5° 以内	水準計 スラントルール	各孔 〃
	削孔角度 削孔深度	±0.5° 以内 設定値以上	水準計□ スラントルール ケーシング長	各孔
二重管ロッド建込み	建込み深度	設定値以上	ロッド長 テープ	各孔
	ケーシング本数	設定値以上	ケーシング長 テープ	各孔
噴射テスト	回転数□ 引上速度	5rpm以内 設定値	自動タイマー 〃 ストップウォッチ	各孔 〃 〃
	圧力 風量	PJG-ST 0.6MPa以上 PJG-LT 0.7MPa以上 PJG-ST 4.0m ³ /分以上 PJG-LT 6.0m ³ /分以上	圧力計□ 圧力計□ 風量計 風量計	常時□ 〃 〃 〃
硬化材	配合 PJG-ST工法	比重±0.05以内 圧力 38MPa以上 流量 0.19m ³ /分～0.21m ³ /分	比重計 圧力計 流量計	一回/日 常時 〃
	PJG-LT 工法	圧力 38MPa以上 流量 0.38m ³ /分～0.42m ³ /分	圧力計 流量計	〃 〃
回転引抜	回転数□ 引上速度	5rpm以内 設定値	自動タイマー 〃 ストップウォッチ	各孔 〃 〃
	スライム処理 処分地	常時噴泥 許可車両・処分地	目 視□ 許可証	常時□ 随時
二重管ロッド引抜	ロッド本数	—	ロッド長・ テープ	密孔□
	点検・確認	—	目視	密孔□
孔埋め・洗浄				

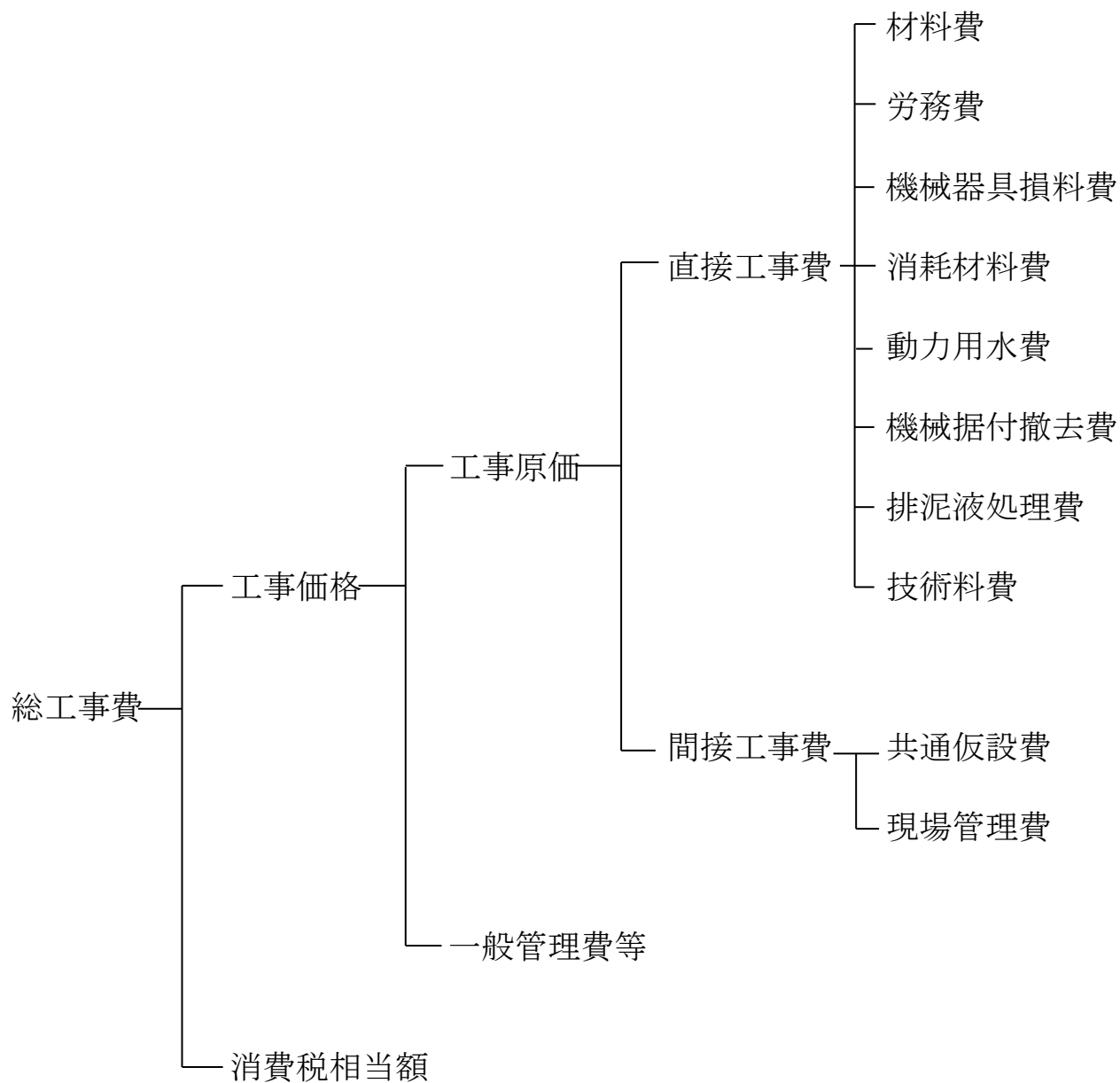
3-8 安全管理

PJG-Twins工造成工事による人的あるいは物的事故を未然に防止して、工事を安全円滑に遂行するために、次の通り安全管理の徹底を図る。

- (1) 削孔による既設地下埋設管の損傷を防止するために、次の通り事前に試掘を行って埋設管の確認を行い、施工位置をマーキングして関係者の立会承認を受ける。
- (2) PJG-Twins工造成工事による、路面や周辺構造物および各種埋設物に与える影響を防止するために、観測孔を設置するなどして常に変状、変異を監視、測定する。
- (3) PJG-Twins工造成工事による、環境汚染防止のため、適切な泥廃水処理を行うと共に、作業後の清掃、美化に努める。
- (4) 第三者災害防止として、作業範囲の周囲をバリケード等で囲い、第三者の無断立入を防止すると共に、安全な通路を確保し、電気・機械設備は、第三者が接触することのないよう配置に注意し、必要に応じて仮囲いや覆い等を設置する。
- (5) 路上作業においては、警察、道路管理者の許可条件に従い、又監督員の指示及び、工事現場保安基準に従って各種標識・証明等を設置するとともに、交通誘動員を配置する。
- (6) 電気は必要要領に応じた発電設備・適正配線を利用し、各回路に行き先使用機器を明示し、漏電遮断機・アース等は必ず設置し、漏電(感電)事故を防止する。
- (7) 労災事故、交通事故および第三者事故の徹底防止に努め、各関係機関との協議事項、監督員の指示事項は、これを遵守する。

§ 4. PJG-Twins工の積算

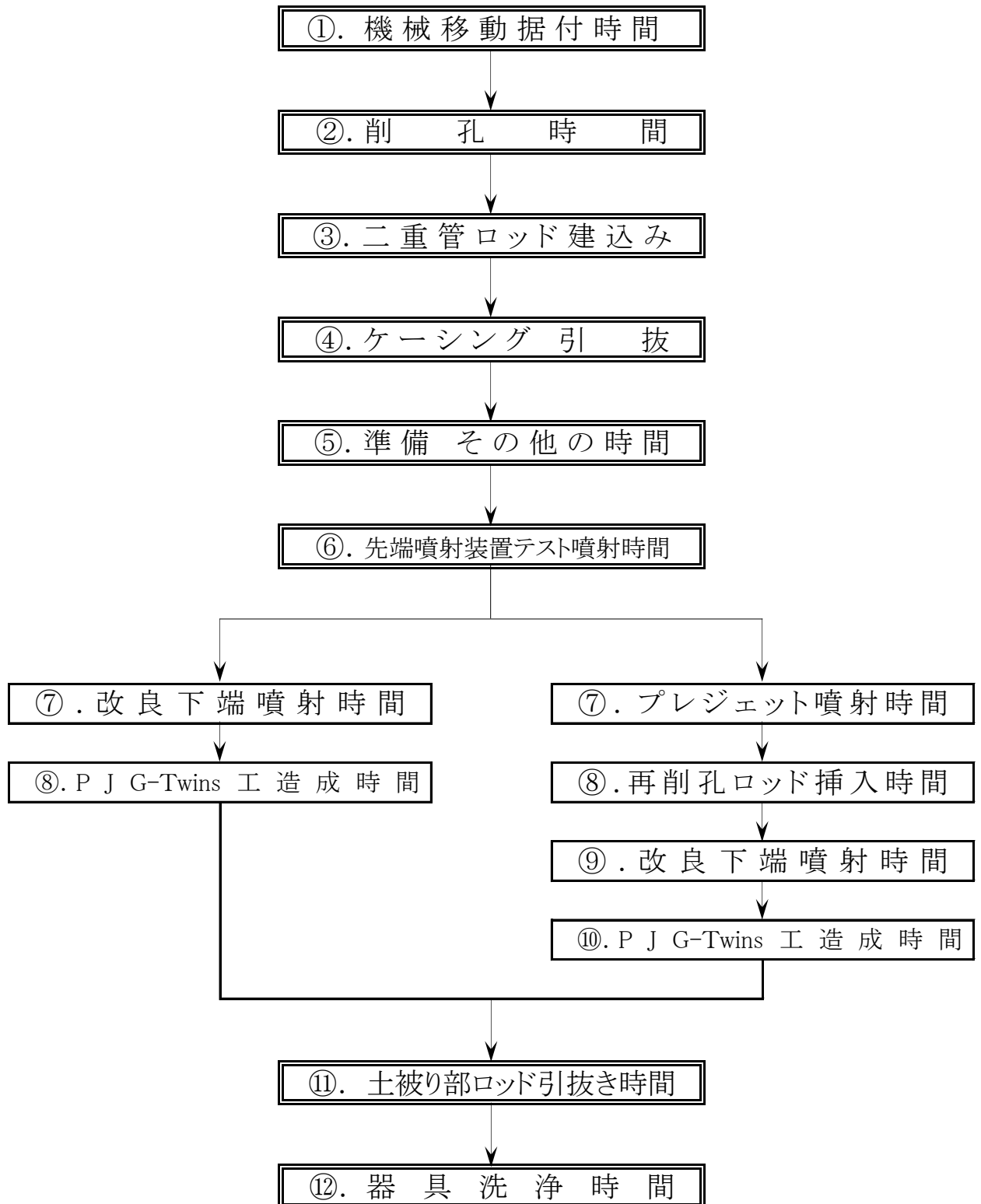
4-1 工事費の構成



4-2 PJG-Twins工の積算構成

PJG-Twins工の積算構成は下記フロー図の様になります。

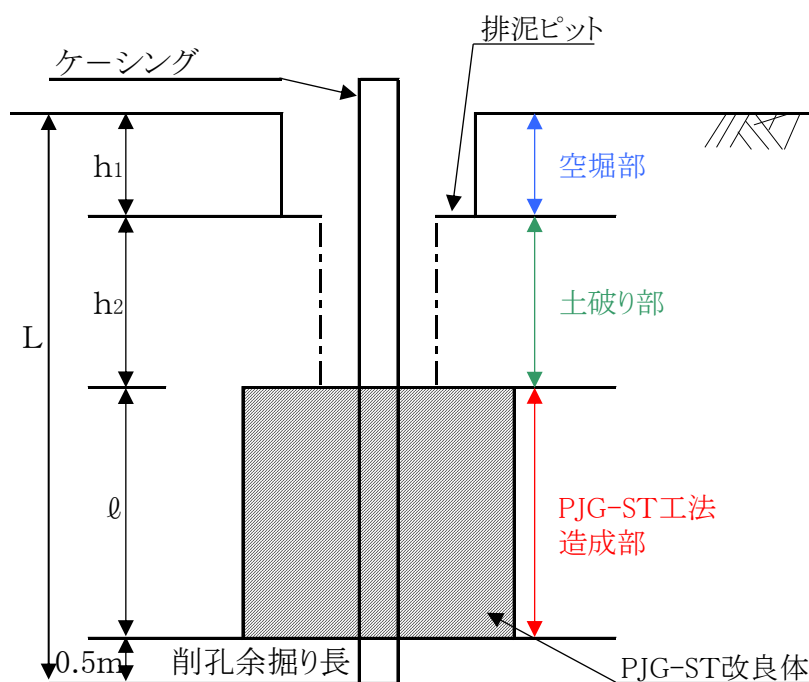
PJG-Twins工の積算構成(1本当りの施工時間)



§ 5. PJG-ST工法の積算

5-1 PJG-ST工法の歩掛

PJG-ST工法の歩掛は次の点よりなります。(1本当たりの施工時間)



○作業条件による補正

表5-1 施工条件による補正值

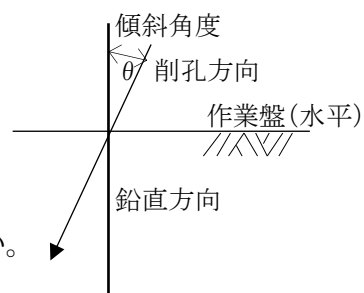
作業条件	補正值
狭所施工	1.1
斜施工	1.2
空頭制限施工	1.2
その他	実情に合わせて補正

○削孔角度による補正

削孔方向が鉛直方向以外の場合は、削孔時間に下記表の補正係数を乗じて補正します。

表5-2 削孔角度による補正值

角度	補正係数
0°	1.0
0° < θ < 10°	1.2



注1) 斜施工の場合は削孔角度が大きいと、施工に問題が生じる場合があるので、当研究会にお問い合わせください。

5-1-1 削孔工1本当たりの施工時間 ΣBT (分)

PJG-ST工法削孔工1本当たりの施工時間

○ ガイドホール削孔工1本当たりの施工時間

機械移動据付時間 (BT_1)

ケーシングパイプ削孔時間 (BT_2)

計	ΣBT (分)
---	-----------------

①機械移動据付時間(BT_1)

表5-3機械移動据付(1本/分当たり)

作業名	時間(分)
機械移動	25
機械据付及び角度調整	

②ケーシングパイプ削孔時間(1m当たり) (BT_2)

表5-4 ケーシングパイプの1m当り削孔時間

土質	N値	1.0m当たりの削孔時間(分/m)	
		$14\text{cm} \leq D \leq 20\text{cm}$	$D = 25\text{cm}$
空堀部	—	2	2
粘性土	$N \leq 5$	15	17
	$N > 5$	18	22
砂質土	$N \leq 50$	24	27
	$N > 50$	30	33
砂礫土	$N \leq 50$	38	40
	$N > 50$	58	60
玉石砂礫土	—	88	90
硬質粘土	$N > 9$	32	34

※削孔時間にはケーシングパイプの接続時間も含む。

※N値については削孔土層毎の平均N値で算定する。

$$BT_2 = ((L - \ell_1) \times t + \ell_1 \times t') \times E$$

BT_2 : ケーシングパイプ削孔時間(分/本)

L : 1本当たりの削孔長(m)

ℓ_1 : 排泥ピット空堀長(m)

t : 1.0m当たりの削孔所要時間(分/m)
※表5-4を参照

t' : 排泥ピット挿入時間(2分/m)

E : 削孔角度補正值 ※表5-2を参照

5-1-2 造成工1本当たりの施工時間 ΣPT (分/本)

○ PJG-ST工法造成工1本当たりの施工時間	
① 準備、その他の時間	(PT_1)
② 二重管ロッドの挿入時間	(PT_2)
③ ケーシングパイプの引抜き時間	(PT_3)
④ 先端噴射装置テスト噴射時間	(PT_4)
⑤ PJG-ST工法造成時間	(PT_5)
⑥ 土被り部ロッド引抜き時間	(PT_6)
⑦ 器具洗浄時間	(PT_7)
計	ΣPT (分)

①準備・その他の時間(PT_1)

表5-5 準備・その他(1本当たり)

作業名	時間(分)
ロッド及びホースの段取り	30
噴出排泥液の飛散防止	
噴出排泥液の処理設備段取り	

②二重管ロッドの挿入時間(PT_2)

$$PT_2 = L \times 2\text{分/m}$$

PT_2 : 二重管ロッドの挿入時間(2分/m)

L : 1本当たり削孔長(m/本)

③ケーシングパイプの引抜き時間(PT_3)

$$PT_3 = L \times 2\text{分/m}$$

PT_3 : ケーシングパイプ引抜き時間(2分/m)

L : 1本当たり削孔長(m/本)

④先端噴射装置テスト噴射時間(PT_4) 表5-6先端噴射装置テスト噴射時間(1本当たり)

作業名	時間(分)
回転・引上げ調整時間	10
噴射圧力調整時間	
計	10

⑤PJG-ST工法造成時間(PT_5)

造成時間は、次式によって算定します。

イ プレジェクトが無い場合

$$PT_5 = \ell \times (\nu + 2\text{分})$$

ν : 引上げ速度(分/m)

※表2-3を参照

ロ プレジェクトが必要な場合

ℓ : 1本当たりの造成長(m)

ν_w : プレジェクト引上げ速度

※表2-5を参照

$$PT_5 = \ell \times (\nu + 2\text{分}) + \ell_w \times (\nu_w + t_w)$$

ℓ_w : プレジェクト必要長(m)

t_w : モニター挿入時間(1分/m)

⑥土被り部ロッド引抜き時間(PT_6)

$$PT_6 = h \times 2\text{分/m}$$

h : 1本当たりの土被り長

⑦器具洗浄時間(PT_7)

PJG-ST工法施工終了後、二重管ロッド及び先端装置の分解、清掃を行います。

PT_7	20分
--------	-----

5-1-3 工期の算出

(1)PJG-ST工法施工

1)PJG-ST工法1本当たりの施工日数

= 1本当たりの施工時間×E1(作業条件補正值)

/実作業時間×60分×セット数

= 日/本

2)PJG-ST工法施工日数

= 日/本 ×施工本数

(2)PJG-ST工法ガイドホール削孔工

1) 1日当たりケーシングパイプ削孔長(m/日)BL

ΣBL=【実作業時間×60min/1本当たりケーシング削孔時間(ΣBT)×

E1(作業条件補正值)】×1本当たりケーシング削孔長(m/本)×セット数

2) ガイドホール削孔延日数(BN)

BN= 総削孔長(m)/1日当たり削孔長(m/日)

(3)PJG-ST工法造成工

1) 1日当たり造成長(m/日)

ΣPL=【実作業時間×60分/1本当たり造成時間(ΣPT)×

E1(作業条件補正值)】×1本当たり造成長(m/本)×セット数

2) PJG-ST造成延日数(PN)

PN= 総造成長(m)/ 1日当たり造成長(m/日)

(4)工期の算出

準備工(機材搬出、プラント組立、仮設工、試運転)	日
ガイドホール削孔延日数(BN)	日
PJG-ST工造成延日数(PN)	日
機械撤去、解体工	日
予備日(雨天・休日) 加算係数:0.25	日
合 計	日

※(注) 先行削孔が必要な場合は、ガイドホール削孔工とPJG-ST工造成作業を同時に施工するため、BNまたはPNの日数の多い方で工期の算出を行う。

5-2 PJG－ST工法 直接工事費

5-2-1 ベントナイト泥水費

PJG－ST工法で先行削孔工を標準とするが、原則としてベントナイト泥水の循環使用により施工する。

表5-7 ベントナイト泥水の標準配合1.0m³当たり

材料名	重量(kg)	比重
ベントナイト(#250)	70	2.50±0.10
C. M. C.	8	1.30～1.40
分散剤	2	1.15～1.20
単 価	円/m ³	—

ベントナイト泥水必要量の算定

$$Q = B_1 + B_2$$

Q: ベントナイト泥水必要量

B₁: 削孔孔壁保持の為のベントナイト泥水量

B₂: 最終孔削孔時の循環に必要なベントナイト泥水量

(ベントナイト泥水作泥タンク量20m³)

$$B_1 = \text{削孔土量} (\pi D^2/4 \times L \times \alpha)$$

D: 削孔外径(ウイングビット径)0.2m～0.25m

L: 総削孔長

α: 損失係数(2.0)

$$B_2 = 20\text{m}^3 (\text{ベントナイト泥水作泥タンク量})$$

5-2-2 材料費

PJG－ST工法の硬化材の種類と材料単価を示す。

表5-8 材料費(1.0m³当たり)

PJG－1号

セメント	760kg
混和剤	12kg
水	747ℓ
単価	円/m ³

PJG－2号

セメント	600kg
混和剤	10kg
水	800ℓ
単価	円/m ³

PJG－3号

セメント	760kg
PDフロー	5ℓ
水	754ℓ
単価	円/m ³

PJG－4号

セメント	600kg
PDフロー	4ℓ
水	806ℓ
単価	円/m ³

PJG－5号

専用固化材	760kg
混和材	12ℓ
水	740ℓ
単価	円/m ³

5-2-3 労務費

PJG-ST工法施工における労務編成は次の通りです。

(1) ガイドホール削孔工労務編成

表5-9(a) ガイドホール削孔工 1作業班(1日当たり)

職種	単価 (円)	1セット		2セット		備考
		数量(人)	金額(円)	数量(人)	金額(円)	
世話役		1		1		
特殊作業員		1		3		ボーリング工技能者
普通作業員		2		3		
計	—	4		7		

※(注-1)3セット以上の場合は、表4-9(a)の組み合わせによるものとする。

例)3セット=1セット+2セット

4セット=2セット×2

(2) PJG-ST工法労務編成

表5-9(b) PJG-ST工法 1作業班の労務費(1日当たり)

職種	単価 (円)	1セット		2セット		備考
		数量(人)	金額(円)	数量(人)	金額(円)	
世話役		1		1		安責者・ジェットグラウト技能者
特殊作業員-A		2		4		ジェットグラウト工技能者
特殊作業員-B		2		4		ジェットグラウト・ミキシング作業技能者
機電工		1		1		機械運転
普通作業員		3		4		ミキシング、スライム処理、二重管ロット切断
計	—	9		14		

(注-1)交通整理、その他の整備、養生、保安に関する作業員は含まない。

(注-2)車上プラント等は増員とし、その他、施工条件に応じて増員とする。

(3) 排泥液処理労務編成

表5-9(c) 排泥液処理工 1作業班(1日当たり)

職種	単価 (円)	1セット		2セット		備考
		数量(人)	金額(円)	数量(人)	金額(円)	
普通作業員		2		3		
計	—	2		3		

表5-9(d) 作業環境における労務費補正

作業環境	補正係数	備考
夜間作業	0.25	二つ以上の条件に該当する場合は、原則としてそれぞれの補正係数から算出した値を加算する。
トンネル内作業	0.20	
寒冷地作業	0.10～0.15	
その他	実状に応じて補正	

5-2-4 機械器具損料費

PJG-ST工法の機械器具損料費は表5-10の通りです。

損料率は、次式によって求めています。

$$1) \text{ 運転日当たり損料率} = \frac{0.5 \times \text{償却費率} + \text{維持修理費率}}{\text{標準使用年数}} \times \frac{1}{\text{年間標準運転日数}}$$

$$2) \text{ 供用日当たり損料率} = \left[\frac{0.5 \times \text{償却費率}}{\text{標準使用年数}} + \text{年間管理費率} \right] \times \frac{1}{\text{年間標準供用日数}}$$

$$3) \text{ 運転日当たり換算値の損料率} = \left[\frac{\text{償却費率} + \text{維持修理費率}}{\text{標準使用年数}} + \text{年間管理費率} \right] \times \frac{1}{\text{年間標準供用日数}}$$

※償却比率(%)は100-残存率(%)で求め、機種別によります。

表5-10 機械器具損料費算定表

機械器具名	仕様	基礎価格 (千円)	標準使用 年数 (年)	年間標準		維持・ 修理費率 (%)	年間 管理費率 (%)	運転日当たり		供用日当たり		運転日当たり換算値	
				運転日数 (日)	供用日数 (日)			損料率 (×10 ⁻²)	損料 (円)	損料率 (×10 ⁻²)	損料 (円)	損料率 (×10 ⁻²)	損料 (円)
ボーリングマシン 0562-310-110-001	高圧噴射攪拌専用機 クレーン併用		12.0	100	130	70	9.0						
超高压ポンプ 0562-999-030-420	常用圧力 40MPa 吐出量 200ℓ/min		12.0	80	170	70	7.0						
グラウトポンプ 0571-028-300-001	2MPa 300ℓ/min		12.0	80	130	80	7.0						
集中プラントミキサー 0562-999-010-100	自動攪拌 16m ³		12.0	80	170	70	7.0						
エアーコンプレッサー 1201-043-150-003	15.0m ³ /分 190PS 1.05MPa		13.5	80	140	30	7.0						
エアーコンプレッサー 1201-043-075-001	7.5m ³ /分 80PS 0.7MPa		13.5	80	140	30	7.0						
セメントサイロ 0562-999-060-030	自動計量器付 30t移動型		12.0	80	170	70	7.0						
サンドポンプ 1341-017-100-050	横型 22KW		8.5	110	140	160	7.0						
サンドポンプ 1321-027-080-015	横型5.5KW		10.5	90	130	135	7.0						
水中ポンプ 1321-017-050-030	3.7KW 400ℓ/min		10.5	100	140	125	7.0						
サイクロン付マッドスクリーン 0591-058-550-001	3KW 1m ³ /分		11.0	100	140	50	7.0						
泥水用ミキサー 0572-037-602-001	600ℓ立2槽		12.0	80	130	65	7.0						
水槽 2065-018-010-001	10m ³		9.5	—	160	45	7.0						
水槽 2065-018-020-001	20m ³		9.5	—	160	45	7.0						
流量計 1706-017-040-040	300ℓ/分		11.0	80	110	60	7.0						
流量・深度・回転管理装置 1706-027-012-060	0～600ℓ/分		11.0	80	110	60	7.0						
発電機 1510-032-010-012	125KVA		10.0	110	120	35	7.0						
発電機 1510-032-010-015	150KVA		10.0	110	120	35	7.0						
発電機 1510-032-010-022	200KVA		10.0	110	120	35	7.0						
発電機 1510-032-010-030	300KVA		10.0	110	120	35	7.0						
ラフタークレーン	25t吊	※ラフタークレーンはリース料金											

※(一社)日本建設機械施工協会 建設機械等損料表 平成27年度版 参考

(1) PJG－ST工法ガイドホール削孔工機械器具損料

機械器具損料＝ガイドホール削孔延日数(BN)×運転日損料+ガイドホール削孔供用日×供用日損料

表5-11(a) ガイドホール削孔工機械器具損料

名称	仕様	使用台数		機械器具損料(円)		
		1セット当たり	2セット当たり	運転1日当たり	供用1日当たり	実働日換算
ボーリングマシン	掘進 300m・スピンドル内径φ150mm	1	2			
グラウトポンプ	300ℓ/分・2MPa	1	2			
泥水用ミキサー	5.5KW	1	1			
サイクロン付マッドスクリーン	5.5KW	1	1			
水中ポンプ	3.7KW	1	1			
サンドポンプ	横型 22KW	1	2			
水槽	20m ³	1	1			
発電機	125KVA	1	—			
発電機	200KVA	—	1			
計	—	—	—			

(2) PJG－ST工法造成工機械器具損料

表5-11(b) 造成工機械器具損料

名称	仕様	使用台数		機械器具損料(円)		
		1セット当たり	2セット当たり	運転1日当たり	供用1日当たり	実働日換算
高圧噴射専用マシン	削孔注入兼用型	1	2			
超高压ポンプ	200ℓ/分 40MPa	1	2			
圧送ポンプ	口径50mm横型	1	2			
サンドポンプ	口径100mm横型	1	2			
グラウトミキサー	24m ³ /h	1	1			
水中ポンプ	3.7KW	1	2			
水槽	20m ³	1	2			
セメントサイロ	30t	1	1			
流量計	0～300ℓ/分	1	2			
コンプレッサー	190PS	1	2			
発電機	150KVA	1	—			
発電機	200KVA	—	1			
発電機	300KVA	1	2			
計		—	—			

※(注)標準施工における給水能力は、200ℓ/min(水道口径φ＝50mm以上)が必要であり、貯水タンクは20m³タンクを用いる。給水能力が不足している場合は、組み合わせを別途計上する。

(3) ラフタークレーン(25t吊)

1日当たりのリース料金(円)＝セット数×1台当たりのリース料金(円)

5-2-5 消耗材料費

(1) ガイドホール削孔工消耗材料費

表5-12(a) 先行削孔用消耗材料費(削孔径φ150mm以上) 1.0m当り単価

品名	単価 (円)	粘性土 (N≤5)		粘性土 (N>5)		砂質土 (N≤50)		砂質土 (N>50)	
		消耗率	金額	消耗率	金額	消耗率	金額	消耗率	金額
ケーシングパイプ		0.070		0.070		0.100		0.100	
ウイングビット		0.010		0.020		0.020		0.100	
メタルクラウン		0.070		0.080		0.100		0.150	
雑品		1式		1式		1式		1式	
計	—	—		—		—		—	

品名	単価 (円)	砂礫土 (N≤50)		砂礫土 (N>50)		玉石砂礫土		硬質粘性土 (N>9)	
		消耗率	金額	消耗率	金額	消耗率	金額	消耗率	金額
ケーシングパイプ		0.170		0.170		0.300		0.070	
ウイングビット		0.100		0.120		0.300		0.020	
メタルクラウン		0.300		0.350		0.500		0.170	
雑品		1式		1式		1式		1式	
計	—	—		—		—		—	

(2) PJG-ST工法噴射用消耗材料費(硬化材1.0m³当たり)

表5-12(b) PJG-ST工法噴射用消耗材料費(硬化材1.0m³当たり)

品名	仕様	単価	消耗率	金額(円)
二重管スイベル	φ90mm 1組		0.0030	
二重管ロッド	φ90mm 3.0m/本		0.0150	
専用モニター	噴射ノズル含		0.0080	
超高圧ホース 1組	φ32mm Pmax110MPa L=100m		0.0005	
耐圧エアホース 1組	φ32mm Pmax7.5MPa L=100m		0.0003	
雑品	上記の13%			
計				

※雑品とはパッキン、Oリング、バルブシート、プランジャー類、配管継手等をさし、消耗材料金額の13%を計上する。

(3) PJG-ST工法噴射用消耗材料費(水噴射1.0m³当たり)

プレジェットが必要な場合は、噴射用消耗材料費として表4-12(c)の金額の40%をプレジェット噴射用消耗材料費として乗じる事とする。

5-2-6 動力用水費

(1) 動力費

① ガイドホール削孔工機械設備動力量 (BE)

表5-14(a) 先行削孔工機械設備動力量 (BE)

区分	名称	1セット		2セット		備考
		台数	動力(kw)	台数	動力(kw)	
ガイドホール削孔工	ボーリングマシン	1	18.0	2	36.0	
	グラウトポンプ	1	15.0	2	30.0	
	泥水用ミキサー	1	5.5	1	5.5	※必要に応じ加算
	サイクロン付マット・スクリーン	1	5.5	1	5.5	〃
	水中ポンプ	1	3.7	1	3.7	
	サンドポンプ	1	22.0	2	44.0	
計(パターン①)	—	—	58.7	—	113.7	※清水削孔の場合
計(パターン②)	—	—	69.7	—	124.7	※泥水循環の場合

② PJG-ST工法機械設備動力量 (PE)

表5-14(b) PJG-ST工法機械設備動力量 (PE)

区分	名称	1セット		2セット		備考
		台数	動力(kw)	台数	動力(kw)	
PJT-ST工法	高圧噴射専用マシン	1	18.0	2	36.0	
	超高圧ポンプ	1	150.0	2	300.0	
	圧送ポンプ	1	5.5	2	11.0	
	サンドポンプ	1	22.0	2	44.0	
	グラウトミキサー	1	16.0	1	16.0	
	水中ポンプ	1	3.7	2	7.4	
	セメントサイロ	1	16.0	1	16.0	
合計	—	—	231.2	—	430.4	

③ 1日当たりの動力量算定

上記の標準動力量に負荷率0.6を乗じたものとする。

1) 先行削孔工(1セット)

1日当たりの動力量 = 動力量 × 運転時間 × 負荷率(0.6)

2) 通常のPJT-ST工法(1セット)

1日当たりの動力量 = 動力量 × 運転時間 × 負荷率(0.6)

3) 全動力量算定

先行削孔工 (Σ BE) = 1日当たりの動力量 × 先行削孔延日数

PJT-ST工法 (Σ PE) = 1日当たりの動力量 × PJT-ST工法造成延日数

(2) 用水費

削孔用水、硬化材調合用水、機械洗浄及び現場清掃に要する用水の費用である。

$$\Sigma W = W_1 \text{又は、} W_2 + W_3 + W_4$$

① 削孔用水量

1) ー3清水による削孔

$$W_{1-3} = q_2 \times t_2 \times N$$

1) ー4ベントナイト泥水による削孔

$$W_{1-4} = q_2 \times w_b \times t_2 \times N$$

W_{1-3} : 清水による用水量(m^3)

W_{1-4} : ベントナイト泥水による用水量(m^3)

q_2 : ポンプ吐出量($0.10m^3/\text{分}$)

t_2 : ケーシング削孔時間(分)

w_b : $0.945m^3$ (作泥使用水量 $1.0m^3$ 当たり)

N : 削孔総本数

2) ベントナイト泥水循環使用による削孔

$$W_2 = \text{削孔延日数} \times 3.0m^3/\text{日}$$

+ 最低排泥量(ベントナイト泥水作泥タンク量 $20m^3$)

$\times 0.945m^3$ (作泥使用水量 $1.0m^3$ 当たり) $\times$ 削孔プラント数

② 調合用水、洗浄用水量

$$W_3 = \text{総硬化材量}(Q) \times \text{配合水量} \times \text{損失率} 1.5$$

③ プレジェット用水量

$$W_4 = \Sigma \ell_w \times (\nu_w + 1) \times q_w$$

$\Sigma \ell_w$: プレジェット必要長(m)

ν_w : プレジェット引上げ速度

q_w : プレジェット吐出量($0.2m^3/\text{分}$)

(3) 燃料費

エアーコンプレッサー、発電機の燃料の使用量は下表に示す。

表5-13 PJG-ST工法機械設備燃料消費量

機械名	動力量 (kw)	燃料消費率 ($\ell/\text{kw-h}$)	燃料消費量 (ℓ/h)	実働時間 (h)	1日当たり燃料消費量 (ℓ)
エアーコンプレッサー 0.7MPa	78	0.189	15.0	6.7	100.5
エアーコンプレッサー 1.05MPa	118	0.189	22.0	6.7	147.4
発動発電機 220V対応、125KVA	92	0.170	20.0	6.7	134.0
発動発電機 220V対応、150KVA	134	0.170	23.0	6.7	154.1
発動発電機 220V対応、200KVA	181	0.170	33.7	6.7	225.8
発動発電機 400V対応、300KVA	248	0.170	42.0	6.7	281.4

※(一社)日本建設機械施工協会 建設機械等損料表 平成27年度版 参考

5-2-7 機械据付撤去費

(1) PJG－ST工法プラント機械据付撤去費

機械搬入据付3日、機械解体撤去2日の計5日を標準とします。

表5-15 機械据付撤去費

職種	単価 (円)	1セット当たり		2セット当たり		備考
		数量	金額	数量	金額	
職長		5人		5人		
PJG工－A		5人		10人		
PJG工－B		10人		20人		
機電工		5人		5人		
普通作業員		10人		20人		
ラフタークレーン(25t吊)		5台		8台		機械組立・解体
仮設材料		1式		1式		上記計の12%
計						

※(注)防音設備等特殊な仮設備が必要な場合は別途計上する。

PJG－ST工法プラントを中心として約100mが作業半径であります。それを超える時はプラントの移動を行い、移設1回毎に機械据付、撤去費の50%を計上します。

(2) PJG－ST工法プラント移動据付撤去費

プラント移動据付費＝ プラント機械据付撤去費×50%

5-2-8 排泥液処理費

(1) 排泥液処理費の算出方法

PJG-ST工法の排泥量は、次式により計算します。

$$\Sigma V = V_1 + V_2 + V_3$$

① 削孔による排泥量

2) ガイドホール削孔で清水又は、ベントナイト泥水による削孔

$$V_1 = q \times t \times \text{排泥率}(0.2) \quad V_1: \text{排泥量}(\text{m}^3)$$

q : ポンプ吐出量($0.10\text{m}^3/\text{分}$)
 t : ガイドホール削孔時間(分)

3) ベントナイト泥水循環使用による削孔

$$V_1 = 3.0\text{m}^3/\text{日} \times \text{施工日数}(\text{日}) \times \text{削孔プラント数} \\ + \text{最低排泥量}(\text{ベントナイト泥水作泥タンク量}20\text{m}^3)$$

② 造成による排泥量

$$V_2 = H \times v \times q \times (1+r) \times N$$

V_2 : 造成による排泥量(m^3)
 q : 硬化材吐出量($0.2\text{m}^3/\text{分}$)
 v : 引上げ速度(分/m) ※表2-3を参照
 H : 1本当たり造成長(m)
 N : 施工本数(本)
 r : 増加率 砂質土:0.1
 粘性土:0.3

③ プラント他洗浄による排泥量(プラント1箇所当たり)

$$V_3 = \text{施工日数}(\text{日}) \times 2.0\text{m}^3/\text{日} \times \text{プラント数}$$

④ プレジェットによる排泥量

$$V_4 = l_w \times (v_w + 1) \times q_w \times N$$

V_4 : プレジェットによる排泥量(m^3)
 l_w : プレジェット必要長(m)
 v_w : プレジェット引上げ速度
 ※表2-5参照
 q_w : プレジェット吐出量($0.2\text{m}^3/\text{分}$)
 N : 施工本数(本)

(2) 排泥液処理費

PJG工法施工時に排出される排泥液は、直接排泥タンクに取り込むか、一旦バキューム車で取り込んで排泥タンクに移し、固化させたものをダンプ車等で指定の処理場へ運搬処理する。排泥液を固化する設備が設置できない場合は、バキューム車やコンテナ車で取り込んで、汚泥として産業廃棄物処理を行う。

積算される場合は、各都道府県条例の許可条件、規制状況を確認し、当該都道府県条例の実状に応じた費用を計上する必要があります。

5-2-9 技術料費用

PJG-ST工法及び装置の開発費、特許権使用料として下記の金額を計上します。

PJG-ST工法	計画噴射量に対して1,000円/ m^3
----------	-------------------------------

5-3 PJG-ST工法 間接工事費

5-3-1 共通仮設費

(1) 運搬費

機械器具の運搬に要する費用と、現場内における機材の運搬に要する費用をいいます。

表5-16 PJG-ST機材標準搬入搬出

1) PJG-ST工法1組当たり運搬費

車 種	必要台数(往復)	
	1セット使用台数	2セット使用台数
機材の搬入、搬出	11tトラック車	12
	4tトラック車	4
プラント移動	11tトラック車	2
補充運搬	4tトラック車	1台当たり/6日

(2) 車上プラント費

車上プラントの標準編成は表5-17に示すとおりとする。

作業スペースで搭載機材が、車上以外に設置できる場合は、その台数分を減じるものとする。

表5-17 PJG-ST車上プラント標準編成

車 種	設 置 機 材	使 用 日 数
11t車 特殊仕様	セメントサイロ・ミキシングプラント	供用日数
11t車	発電機・超高压ポンプ	供用日数
11t車	水タンク・エアーコンプレッサー	供用日数
11t車	ボーリングマシン・発電機・ロッド類	供用日数
11t車	泥水タンク・削孔ポンプ・ボーリングマシン	供用日数
4t車	保安材(標識、バリケード)	供用日数
給水車	1日当たり必要台数	実働日数

注1) 上記車両は運転手付の車両を標準とし、作業しない時は車両保管場所まで回送する。

(3) 準備費

- 1) 準備及び後片付けに要する費用。
- 2) 調査、測量、丁張り等に要する費用。
- 3) 伐開、整地及び除草に要する費用。

(4) 仮設費

- 1) 工事施工に必要な機械設備(コンクリートプラント、アスファルトプラント等)に要する費用。
- 2) 用水、電力等の供給設備に要する費用。
- 3) 仮道、仮橋、現場補修等に要する費用。

(5) 事業損失防止設備費

工事施工に伴って発生する騒音、地盤沈下、地下水の断絶等の事業損失を未然に防止するための仮施設の設置費、撤去費及び当該施設の維持管理等に要する費用。

(6) 安全費

- 1) 交通管理に要する費用。
- 2) 安全設備等に要する費用。
- 3) 安全管理等に要する費用。
- 4) 1)から2)に上げるもののほか、工事施工上必要な安全対策に要する費用。

(7) 役務費

- 1) 土地の借上げに要する費用。
- 2) 電力、用水等の基本料。

(8) 技術管理費

- 1) 品質管理のための試験等に要する費用。
- 2) 出来形管理のための測量等に要する費用。
- 3) 工程管理のための資料の作成に要する費用。
- 4) イからハに上げるもののほか、技術管理上必要な資料の作成に要する費用。

(9) 営繕費

- 1) 現場事務所、試験室等の営繕に要する費用。
- 2) 労務者宿舎の営繕に要する費用。
- 3) 倉庫及び材料保管場の営繕に要する費用。
- 4) 労務者の輸送に要する費用。
- 5) 営繕費に係る敷地の借上げ費用。

5-3-2 諸経費

現場管理費などについては、各企業の設定基準により別途計上する。

(1) 諸雑費

1) 削 孔

削孔1本当りの諸雑費は、水中ポンプ、サンドポンプ、水槽の損料及び分電盤や電気器具に関する経費等の費用であり、労務費と機械損料の合計額に11%を乗じた金額を上限として計上する。

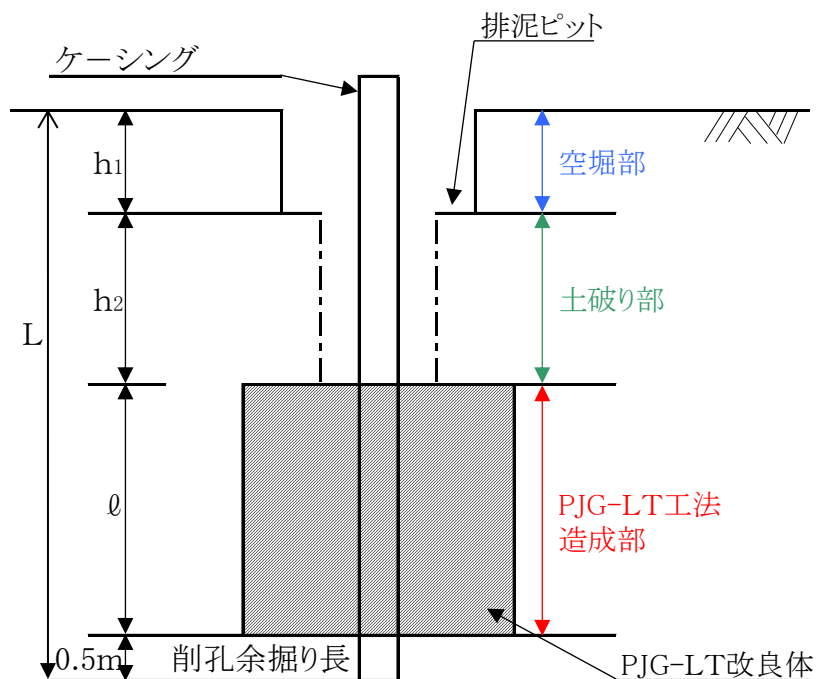
2) 造 成

造成1本当りの諸雑費は、水中ポンプ、サンドポンプ、圧送ポンプ、水槽の損料及び分電盤や電気器具に関する経費等の費用であり、労務費と機械賃料、機械損料費の合計額に10%を乗じた金額を上限として計上する。

§ 6. PJG-LT工法の積算

6-1 PJG-LT工法の歩掛

PJG-LT工法の歩掛は次の点よりなります。(1本当たりの施工時間)



○作業条件による補正

表6-1 施工条件による補正值

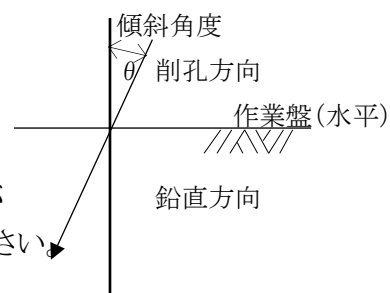
作業条件	補正值
狭所施工	1.1
斜施工	1.2
空頭制限施工	1.2
その他	実情に合わせて補正

○削孔角度による補正

削孔方向が鉛直方向以外の場合は、削孔時間に下記表の補正係数を乗じて補正します。

表6-2 削孔角度による補正值

角度	補正係数
0°	1.0
0° < θ < 10°	1.2



注1) 斜施工の場合は削孔角度が大きいと、施工に問題が生じる場合があるので、当研究会にお問い合わせください。

6-1-1 削孔工1本当たりの施工時間 ΣBT (分)

PJG-LT工法削孔工1本当たりの施工時間

○ ガイドホール削孔工1本当たりの施工時間

機械移動据付時間 (BT_1)

ケーシングパイプ削孔時間 (BT_2)

計	ΣBT (分)
---	-----------------

①機械移動据付時間(BT_1)

表6-3機械移動据付(1本/分当たり)

作業名	時間(分)
機械移動	25
機械据付及び角度調整	

②ケーシングパイプ削孔時間(1m当たり) (BT_2)

表6-4 ケーシングパイプの1m当り削孔時間

土質	N値	1.0m当たりの削孔時間(分/m)	
		$14\text{cm} \leq D \leq 20\text{cm}$	$D = 25\text{cm}$
空堀部	—	2	2
粘性土	$N \leq 5$	15	17
	$N > 5$	18	22
砂質土	$N \leq 50$	24	27
	$N > 50$	30	33
砂礫土	$N \leq 50$	38	40
	$N > 50$	58	60
玉石砂礫土	—	88	90
硬質粘土	$N > 9$	32	34

※削孔時間にはケーシングパイプの接続時間も含む。

※N値については削孔土層毎の最大N値で算定する。

$$BT_2 = ((L - \ell_1) \times t + \ell_1 \times t') \times E$$

BT_2 : ケーシングパイプ削孔時間(分/本)

L : 1本当たりの削孔長(m)

ℓ_1 : 排泥ピット空堀長(m)

t : 1.0m当たりの削孔所要時間(分/m)

※表6-4を参照

t' : 排泥ピット挿入時間(2分/m)

E : 削孔角度補正值 ※表4-2を参照

6-1-2 造成工1本当たりの施工時間 ΣPT(分/本)

○ PJG-LT工法造成工1本当たりの施工時間	
① 準備、その他の時間	(PT ₁)
② 二重管ロッドの挿入時間	(PT ₂)
③ ケーシングパイプの引抜き時間	(PT ₃)
④ 先端噴射装置テスト噴射時間	(PT ₄)
⑤ PJG-LT工法造成時間	(PT ₅)
⑥ 土被り部ロッド引抜き時間	(PT ₆)
⑦ 器具洗浄時間	(PT ₇)
計	Σ PT (分)

①準備・その他の時間(PT₁)

表6-5 準備・その他(1本当たり)

作業名	時間(分)
ロッド及びホースの段取り	30
噴出排泥液の飛散防止	
噴出排泥液の処理設備段取り	

②二重管ロッドの挿入時間(PT₂)

$PT_2 = L \times 2 \text{分/m}$

PT₂: 二重管ロッドの挿入時間(2分/m)

L: 1本当たり削孔長(m/本)

③ケーシングパイプの引抜き時間(PT₃)

$PT_3 = L \times 2 \text{分/m}$

PT₃: ケーシングパイプ引抜き時間(2分/m)

L: 1本当たり削孔長(m/本)

④先端噴射装置テスト噴射時間(PT₄)

表6-6先端噴射装置テスト噴射時間(1本当たり)

作業名	時間(分)	噴射材
回転・引上げ調整時間	10	-
噴射圧力調整時間		
計	10	-

⑤PJG-LT工造成時間(PT₅)

造成時間は、次式によって算定します。

イ プレジェクトが無い場合

$PT_5 = \ell \times (\nu + 2 \text{分}) + n \times 3 \text{分}$

n: 1本当たりの改良層数

ν: 引上げ速度(分/m)

※表2-4を参照

造成径 φ 3800mm以上は+(n×6分)

ロ プレジェクトが必要な場合

ℓ: 1本当たりの造成長(m)

ν_w: プレジェクト引上げ速度

※表2-5を参照

$PT_5 = \ell \times (\nu + 2 \text{分}) + n \times 3 \text{分} + \ell_w \times (\nu_w + t_w)$

ℓ_w: プレジェクト必要長(m)

t_w: モニター挿入時間(1分/m)

⑥土被り部ロッド引抜き時間(PT₆)

$PT_6 = h \times 2 \text{分/m}$

h: 1本当たりの土被り長

⑦器具洗浄時間(PT₇)

PJG-LT工法施工終了後、二重管ロッド及び先端装置の分解、清掃を行います。

PT ₇	20分
-----------------	-----

6-1-3 工期の算出

(1) PJG-LT工法施工

$$1) \text{PJG-LT工法1本当たりの施工日数} = \frac{\text{1本当たりの施工時間} \times \text{E1 (作業条件補正値)}}{\text{実作業時間} \times 60 \text{分} \times \text{セット数}}$$

= 日/本

2)PJG-LT工法施工日数 = 日/本 × 施工本数

(2) PJG-LT工法ガイドホール削孔工

1) 1日当たりケーシングパイプ削孔長(m/日)BL

$$\Sigma \text{BL} = \text{【実作業時間} \times 60 \text{min} / 1 \text{本当たりケーシング削孔時間} (\Sigma \text{BT}) \times \text{E1 (作業条件補正值)} \text{】} \times 1 \text{本当たりケーシング削孔長 (m/本)} \times \text{セット数}$$

2) ガイドホール削孔延日数(BN)

$$\text{BN} = \text{総削孔長 (m)} / \text{1日当たり削孔長 (m/日)}$$

(3) PJG-LT工法造成工

1) 1日当たり造成長(m/日)

$$\Sigma PL = \left[\text{実作業時間} \times 60 \text{分} / 1 \text{本当たり造成時間} (\Sigma PT) \times E1 (\text{作業条件補正值}) \right] \times 1 \text{本当たり造成長} (m/\text{本}) \times \text{セット数}$$

2) PJG-LT造成延日数(PN)

$$PN = \text{総造成長(m)} \div \text{1日当たり造成長(m/日)}$$

(4) 工期の算出

準備工(機材搬出、プラント組立、仮設工、試運転)	日
ガイドホール削孔延日数(BN)	日
PJG-LT工造成延日数(PN)	日
機械撤去、解体工	日
予備日(雨天・休日) 加算係数:0.25	日
合 計	日

※(注) 先行削孔が必要な場合は、ガットホール削孔工とPJG-LT工造成作業を同時に施工するため、BNまたはPNの日数の多い方で工期の算出を行う。

6-2 PJG-LT工法 直接工事費

6-2-1 ベントナイト泥水費

PJG-LT工法で先行削孔工を標準とするが、原則としてベントナイト泥水の循環使用により施工する。

表6-7 ベントナイト泥水の標準配合1.0m³当たり

材料名	重量(kg)	比重
ベントナイト(#250)	70	2.50±0.10
C. M. C.	8	1.30～1.40
分散剤	2	1.15～1.20
単 価	円/m ³	—

ベントナイト泥水必要量の算定

$$Q = B_1 + B_2$$

Q: ベントナイト泥水必要量

B₁: 削孔孔壁保持の為のベントナイト泥水量

B₂: 最終孔削孔時の循環に必要となるベントナイト泥水量
(ベントナイト泥水作泥タンク量20m³)

$$B_1 = \text{削孔土量} (\pi D^2/4 \times L \times \alpha)$$

D: 削孔外径(ウイングビット径)0.2m～0.25m

L: 総削孔長

α: 損失係数(2.0)

$$B_2 = 20\text{m}^3 (\text{ベントナイト泥水作泥タンク量})$$

6-2-2 材料費

PJG-LT工法の硬化材の種類と材料単価を示す。

表6-8 材料費(1.0m³当たり)

PJG-1号

セメント	760kg
混和剤	12kg
水	747ℓ
単価	円/m ³

PJG-2号

セメント	600kg
混和剤	10kg
水	800ℓ
単価	円/m ³

PJG-3号

セメント	760kg
PDフロー	5ℓ
水	754ℓ
単価	円/m ³

PJG-4号

セメント	600kg
PDフロー	4ℓ
水	806ℓ
単価	円/m ³

PJG-5号

専用固化材	760kg
混和材	12kg
水	740ℓ
単価	円/m ³

6-2-3 労務費

PJG-LT工法施工における労務編成は次の通りです。

(1) ガイドホール削孔工労務編成

表6-9 ガイドホール削孔工 1作業班(1日当たり)

職種	単価 (円)	1セット		2セット		備考
		数量(人)	金額(円)	数量(人)	金額(円)	
世話役		1		1		
特殊作業員		1		3		ホーリング工技能者
普通作業員		2		3		
計	—	4		7		

※(注-1)3セット以上の場合は、表4-9(a)の組み合わせによるものとする。

例)3セット=1セット+2セット

4セット=2セット×2

(2) PJG-LT工法労務編成

表6-10 PJG-LT工法 1作業班の労務費(1日当たり)

職種	単価 (円)	1セット		2セット		備考
		数量(人)	金額(円)	数量(人)	金額(円)	
世話役		1		1		安責者・ジェットグラウト技能者
特殊作業員-A		2		4		ジェットグラウト工技能者
特殊作業員-B		2		4		ジェットグラウト・ミキシング作業技能者
機電工		1		1		機械運転
普通作業員		3		4		ミキシング、スライム処理、二重管ロッド切断
計	—	9		14		

(注-1)交通整理、その他の整備、養生、保安に関する作業員は含まない。

(注-2)車上プラント等は増員とし、その他、施工条件に応じて増員とする。

(3) 排泥液処理労務編成

表6-11 排泥液処理工 1作業班(1日当たり)

職種	単価 (円)	1セット		2セット		備考
		数量(人)	金額(円)	数量(人)	金額(円)	
普通作業員		2		3		
計	—	2		3		

表6-12 作業環境における労務費補正

作業環境	補正係数	備考
夜間作業	0.25	二つ以上の条件に該当する場合は、原則としてそれぞれの補正係数から算出した値を加算する。
トンネル内作業	0.20	
寒冷地作業	0.10～0.15	
その他	実状に応じて補正	

6-2-4 機械器具損料費

PJG-LT工法の機械器具損料費は表4-10の通りです。
損料率は、次式によって求めています。

$$\begin{aligned} 1) \text{ 運転日当たり損料率} &= \frac{0.5 \times \text{償却費率} + \text{維持修理費率}}{\text{標準使用年数}} \times \frac{1}{\text{年間標準運転日数}} \\ 2) \text{ 供用日当たり損料率} &= \left[\frac{0.5 \times \text{償却費率}}{\text{標準使用年数}} + \text{年間管理費率} \right] \times \frac{1}{\text{年間標準供用日数}} \\ 3) \text{ 運転日当たり換算値の損料率} &= \left[\frac{\text{償却費率} + \text{維持修理費率}}{\text{標準使用年数}} + \text{年間管理費率} \right] \times \frac{1}{\text{年間標準供用日数}} \end{aligned}$$

※償却比率(%)は100-残存率(%)で求め、機種別によります。

表6-13 機械器具損料費算定表

機械器具名	仕様	基礎価格 (千円)	標準使用年数 (年)	年間標準		維持・ 修理費率 (%)	年間 管理費率 (%)	運転日当たり		供用日当たり		運転日当たり換算値	
				運転日数 (日)	供用日数 (日)			損料率 (×10)	損料 (円)	損料率 (×10)	損料 (円)	損料率 (×10)	損料 (円)
ボーリングマシン 0562-310-110-001	高圧噴射攪拌専用機 クレーン併用		12.0	100	130	70	9.0						
超高压ポンプ 0562-999-030-420	常用圧力 40MPa 吐出量 200ℓ/min		12.0	80	170	70	7.0						
グラウトポンプ 0571-028-300-001	2MPa 300ℓ/min		12.0	80	130	80	7.0						
集中プラントミキサー 0562-999-010-100	自動攪拌 16m ³ /分		12.0	80	170	70	7.0						
エアーコンプレッサー 1201-043-150-003	15.0m ³ /分 190PS 1.05MPa		13.5	80	140	30	7.0						
セメントサイロ 0562-999-060-030	自動計量器付 30t移動型		12.0	80	170	70	7.0						
サンドポンプ 1341-017-100-050	横型 22KW		8.5	110	140	160	7.0						
サンドポンプ 1321-027-080-015	横型5.5KW		10.5	90	130	135	7.0						
水中ポンプ 1321-017-050-030	3.7KW		10.5	100	140	125	7.0						
サイクロン付マッドスクリーン 0591-058-550-001	3KW 1m ³ /分		11.0	100	140	50	7.0						
泥水用ミキサー 0572-037-602-001	600ℓ立2槽		12.0	80	130	65	7.0						
水槽 2065-018-010-001	10m ³		9.5	—	160	45	7.0						
水槽 2065-018-020-001	20m ³		9.5	—	160	45	7.0						
流量計 1706-017-040-040	300ℓ/分		11.0	80	110	60	7.0						
流量・深度・回転管理装置 1706-027-012-060	0～600ℓ/分		11.0	80	110	60	7.0						
発電機 1510-032-010-012	125KVA		10.0	110	120	35	7.0						
発電機 1510-032-010-015	150KVA		10.0	110	120	35	7.0						
発電機 1510-032-010-022	200KVA		10.0	110	120	35	7.0						
発電機 1510-032-010-030	300KVA		10.0	110	120	35	7.0						
ラフタークレーン	25t吊	※ラフタークレーンはリース料金											

※(一社)日本建設機械施工協会 建設機械等損料表 平成27年度版 参考

(1) PJG-LT工法ガイドホール削孔工機械器具損料

機械器具損料＝ガイドホール削孔延日数(BN)×運転日損料＋ガイドホール削孔供用日×供用日損料

表6-14 ガイドホール削孔工機械器具損料

名称	仕様	使用台数		機械器具損料(円)		
		1セット当たり	2セット当たり	運転1日当たり	供用1日当たり	実働日換算
ボーリングマシン	掘進 300m・スピンドル内径 φ 150mm	1	2			
グラウトポンプ	300ℓ/分・2MPa	1	2			
泥水用ミキサー	5.5KW	1	1			
サイクロン付マットスクリーン	5.5KW	1	1			
水中ポンプ	3.7KW	1	1			
サンドポンプ	横型 22KW	1	2			
水槽	20m ³	1	1			
発電機	125KVA	1	—			
発電機	200KVA	—	1			
計	—	—	—			

(2) PJG-LT工法造成工機械器具損料

表6-15 造成工機械器具損料

名称	仕様	使用台数		機械器具損料(円)		
		1セット当たり	2セット当たり	運転1日当たり	供用1日当たり	実働日換算
高圧噴射専用マシン	削孔注入兼用型	1	2			
超高圧ポンプ	200ℓ/分 40MPa	2	4			
圧送ポンプ	口径50mm横型	2	4			
サンドポンプ	口径100mm横型	1	2			
グラウトミキサー	24m ³ /h	1	2			
水中ポンプ	3.7KW	1	2			
水槽	20m ³	2	4			
セメントサイロ	30t	1	1			
流量計	0～300ℓ/分	2	4			
コンプレッサー	190PS	1	2			
発電機	150KVA	1	—			
発電機	200KVA	—	1			
発電機	300KVA	2	4			
計		—	—			

※(注)標準施工における給水能力は、200ℓ/min(水道口径 φ = 50mm以上)が必要であり、貯水タンクは20m³タンクを用いる。給水能力が不足している場合は、組み合わせを別途計上する。

(3) ラフタークレーン(25t吊)

1日当たりのリース料金(円)＝セット数×1台当たりのリース料金(円)

6-2-5 消耗材料費

(1) ガイドホール削孔工消耗材料費

表6-16 先行削孔用消耗材料費(削孔径φ150mm以上) 1.0m当り単価

品名	単価 (円)	粘性土 (N≤5)		粘性土 (N>5)		砂質土 (N≤50)		砂質土 (N>50)	
		消耗率	金額	消耗率	金額	消耗率	金額	消耗率	金額
ケーシングパイプ		0.070		0.070		0.100		0.100	
ウイングビット		0.010		0.020		0.020		0.030	
メタルクラウン		0.070		0.080		0.100		0.150	
雑品		1式		1式		1式		1式	
計	—	—		—		—		—	

品名	単価 (円)	砂礫土 (N≤50)		砂礫土 (N>50)		玉石砂礫土		硬質粘性土 (N>9)	
		消耗率	金額	消耗率	金額	消耗率	金額	消耗率	金額
ケーシングパイプ		0.170		0.170		0.300		0.070	
ウイングビット		0.100		0.120		0.300		0.020	
メタルクラウン		0.300		0.350		0.500		0.170	
雑品		1式		1式		1式		1式	
計	—	—		—		—		—	

(2) PJG-LT工法噴射用消耗材料費(硬化材1.0m³当たり)

表6-17 PJG-LT工法噴射用消耗材料費(硬化材1.0m³当たり)

品名	仕様	単価	消耗率	金額(円)
二重管スイベル	φ90mm 1組		0.0030	
二重管ロッド	φ90mm 3.0m/本		0.0150	
専用モニター	噴射ノズル含		0.0080	
超高圧ホース 1組	φ32mm Pmax110MPa L=100m		0.0005	
耐圧エアホース 1組	φ32mm Pmax7.5MPa L=100m		0.0003	
雑品	上記の13%			
計				

※雑品とはパッキン、Oリング、バルブシート、プランジャー類、配管継手等をさし、消耗材料金額の13%を計上する。

(3) PJG-LT工法噴射用消耗材料費(水噴射1.0m³当たり)

プレジェットが必要な場合は、噴射用消耗材料費として表4-12(c)の金額の40%をプレジェット噴射用消耗材料費として乗じる事とする。

6-2-6 動力用水費

(1) 動力費

① ガイドホール削孔工機械設備動力量 (BE)

表6-18 先行削孔工機械設備動力量 (BE)

区分	名称	1セット		2セット		備考
		台数	動力 (kw)	台数	動力 (kw)	
ガイドホール削孔工	ボーリングマシン	1	18.0	2	36.0	
	グラウトポンプ	1	15.0	2	30.0	
	泥水用ミキサー	1	5.5	1	5.5	必要に応じ加算
	サイクロン付マット・スクリーン	1	5.5	1	5.5	〃
	水中ポンプ	1	3.7	1	3.7	
	サンドポンプ	1	22.0	2	44.0	
計 (パターン①)	—	—	58.7	—	113.7	※清水削孔の場合
計 (パターン②)	—	—	69.7	—	124.7	※泥水循環の場合

② PJG-LT工法機械設備動力量 (PE)

表6-19 PJG-LT工法機械設備動力量 (PE)

区分	名称	1セット		2セット		備考
		台数	動力 (kw)	台数	動力 (kw)	
PJT-LT工法	高圧噴射専用マシン	1	18.0	2	36.0	
	超高压ポンプ	2	300.0	4	600.0	
	圧送ポンプ	2	15.0	4	30.0	
	サンドポンプ	1	22.0	2	44.0	
	グラウトミキサー	1	16.0	2	32.0	
	水中ポンプ	1	3.7	2	7.4	
	セメントサイロ	1	16.0	2	32.0	
合計	—	—	375.7	—	751.4	

③ 1日当たりの動力量算定

上記の標準動力量に負荷率0.6を乗じたものとする。

1) 先行削孔工 (1セット)

1日当たりの動力量 = 動力量 × 運転時間 × 負荷率 (0.6)

2) 通常のPJG-LT工法 (1セット)

1日当たりの動力量 = 動力量 × 運転時間 × 負荷率 (0.6)

3) 全動力量算定

先行削孔工 (Σ BE) = 1日当たりの動力量 × 先行削孔延日数

PJG-LT工法 (Σ PE) = 1日当たりの動力量 × PJG-LT工法造成延日数

(2) 用水費

削孔用水、硬化材調合用水、機械洗浄及び現場清掃に要する用水の費用である。

$$\Sigma W = W_1 \text{又は、} W_2 + W_3 + W_4$$

① 削孔用水量

1) -3清水による削孔

$$W_{1-3} = q_2 \times t_2 \times N$$

1) -4ベントナイト泥水による削孔

$$W_{1-4} = q_2 \times wb \times t_2 \times N$$

W_{1-3} : 清水による用水量(m^3)

W_{1-4} : ベントナイト泥水による用水量(m^3)

q_2 : ポンプ吐出量($0.10m^3/\text{分}$)

t_2 : ケーシング削孔時間(分)

wb : $0.945m^3$ (作泥使用水量 $1.0m^3$ 当たり)

N : 削孔総本数

2) ベントナイト泥水循環使用による削孔

$$W_2 = \text{削孔延日数} \times 3.0m^3/\text{日}$$

+ 最低排泥量(ベントナイト泥水作泥タンク量 $20m^3$)

$\times 0.945m^3$ (作泥使用水量 $1.0m^3$ 当たり) $\times$ 削孔プラント数

② 調合用水、洗浄用水量

$$W_3 = \text{総硬化材量}(Q) \times \text{配合水量} \times \text{損失率} 1.5$$

③ プレジェクト用水量

$$W_4 = \Sigma \ell_w \times v_w \times q_w$$

$\Sigma \ell_w$: プレジェクト必要長(m)

v_w : プレジェクト引上げ速度

q_w : プレジェクト吐出量($0.4m^3/\text{分}$)

(3) 燃料費

エアーコンプレッサー、発電機の燃料の使用量は下表に示す。

表6-20 PJG-LT工機械設備燃料消費量

機械名	動力量 (kw)	燃料消費率 ($\ell/\text{kw-h}$)	燃料消費量 (ℓ/h)	実働時間 (h)	1日当たり燃料消費量 (ℓ)
エアーコンプレッサー 1.05MPa	118	0.189	22.0	6.7	147.4
発動発電機 220V対応、125KVA	92	0.170	20.0	6.7	134.0
発動発電機 220V対応、150KVA	134	0.170	23.0	6.7	154.1
発動発電機 220V対応、200KVA	181	0.170	33.7	6.7	225.8
発動発電機 400V対応、300KVA	248	0.170	42.0	6.7	281.4

※(一社)日本建設機械施工協会 建設機械等損料表 平成27年度版 参考

6-2-7 機械据付撤去費

(1) PJG-LT工法プラント機械据付撤去費

機械搬入据付4日、機械解体撤去2日の計6日を標準とします。

表6-21 機械据付撤去費

職種	単価 (円)	1セット当たり		2セット当たり		備考
		数量	金額	数量	金額	
職長		6人		6人		
PJG工-A		6人		12人		
PJG工-B		12人		24人		
機電工		6人		6人		
普通作業員		12人		24人		
ラフタークレーン(25t吊)		6台		10台		機械組立・解体
仮設材料		1式		1式		上記計の12%
計						

※(注) 防音設備等特殊な仮設備が必要な場合は別途計上する。

PJG-LT工法プラントを中心として約100mが作業半径であります。それを超える時はプラントの移動を行い、移設1回毎に機械据付、撤去費の50%を計上します。

(2) PJG-LT工法プラント移動据付撤去費

プラント移動据付費 = プラント機械据付撤去費 × 50%

6-2-8 排泥液処理費

(1) 排泥液処理費の算出方法

PJG-LT工法の排泥量は、次式により計算します。

$$\Sigma V = V_1 + V_2 + V_3$$

① 削孔による排泥量

2) ガイドホール削孔で清水又は、ベントナイト泥水による削孔

$$V_1 = q \times t \times \text{排泥率}(0.2)$$

V_1 : 排泥量(m^3)

q : ポンプ吐出量($0.10 \text{m}^3/\text{分}$)

t : ガイドホール削孔時間(分)

3) ベントナイト泥水循環使用による削孔

$$V_1 = 3.0 \text{m}^3/\text{日} \times \text{施工日数}(\text{日}) \times \text{削孔プラント数} \\ + \text{最低排泥量}(\text{ベントナイト泥水作泥タンク量} 20 \text{m}^3)$$

② 造成による排泥量

$$V_2 = (H \times v + n \times 3 \text{分}) \times q \times (1+r) \times N$$

V_2 : 造成による排泥量(m^3)

n : 1孔での改良層数

※ 造成径 $\phi 3800\text{mm}$ 以上の場合は
改良下端部水噴射3分を計上する
ので V_2 に($0.4 \text{m}^3 \times 3 \text{分}$)を加える。

q : 硬化材吐出量($0.4 \text{m}^3/\text{分}$)

v : 引上げ速度(分/m) ※表2-4を参照

H : 1本当たり造成長(m)

N : 施工本数(本)

r : 増加率

砂質土: 0.1

粘性土: 0.3

③ プラント他洗浄による排泥量(プラント1箇所当たり)

$$V_3 = \text{施工日数}(\text{日}) \times 2.0 \text{m}^3/\text{日} \times \text{プラント数}$$

④ プレジェットによる排泥量

$$V_4 = \ell_w \times (v_w + 1) \times q_w \times N$$

V_4 : プレジェットによる排泥量(m^3)

ℓ_w : プレジェット必要長(m)

v_w : プレジェット引上げ速度

※表2-5を参照

q_w : プレジェット吐出量($0.4 \text{m}^3/\text{分}$)

N : 施工本数(本)

(2) 排泥液処理費

PJG工法施工時に排出される排泥液は、直接排泥タンクに取り込むか、一旦バキューム車で取り込んで排泥タンクに移し、固化させたものをダンプ車等で指定の処理場へ運搬処理する。排泥液を固化する設備が設置できない場合は、バキューム車やコンテナ車で取り込んで、汚泥として産業廃棄物処理を行う。

積算される場合は、各都道府県条例の許可条件、規制状況を確認し、当該都道府県条例の実状に応じた費用を計上する必要があります。

6-2-9 技術料費用

PJG-LT工法及び装置の開発費、特許権使用料として下記の金額を計上します。

PJG-LT工法	計画噴射量に対して1,000円/ m^3
----------	-------------------------------

6-3 PJG-LT工法 間接工事費

6-3-1 共通仮設費

(1) 運搬費

機械器具の運搬に要する費用と、現場内における機材の運搬に要する費用をいいます。

表6-16 PJG-LT機材標準搬入搬出

1) PJG-LT工法1組当たり運搬費	車 種	必要台数(往復)	
		1セット使用台数	2セット使用台数
機材の搬入、搬出	11tトラック車	14	20
	4tトラック車	4	8
プラント移動	11tトラック車	3	6
補充運搬	4tトラック車	1台当たり/10日	

(2) 車上プラント費

車上プラントの標準編成は表6-17に示すとおりとする。

作業スペースで搭載機材が、車上以外に設置できる場合は、その台数分を減じるものとする。

表6-17 PJG-LT車上プラント標準編成

車 種	設 置 機 材	使 用 日 数
11t車 特殊仕様	セメントサイロ・ミキシングプラント	供用日数
11t車	発電機・超高压ポンプ	供用日数
11t車	水タンク・エアーコンプレッサー	供用日数
11t車	ボーリングマシン・発電機・ロッド類	供用日数
11t車	泥水タンク・削孔ポンプ・ボーリングマシン	供用日数
4t車	保安材(標識、バリケード)	供用日数
給水車	1日当たり必要台数	実働日数

注1) 上記車両は運転手付の車両を標準とし、作業しない時は車両保管場所まで回送する。

(3) 準備費

- 1) 準備及び後片付けに要する費用。
- 2) 調査、測量、丁張り等に要する費用。
- 3) 伐開、整地及び除草に要する費用。

(4) 仮設費

- 1) 工事施工に必要な機械設備(コンクリートプラント、アスファルトプラント等)に要する費用。
- 2) 用水、電力等の供給設備に要する費用。
- 3) 仮道、仮橋、現場補修等に要する費用。

(5) 事業損失防止設備費

工事施工に伴って発生する騒音、地盤沈下、地下水の断絶等の事業損失を未然に防止するための仮施設の設置費、撤去費及び当該施設の維持管理等に要する費用。

(6) 安全費

- 1) 交通管理に要する費用。
- 2) 安全設備等に要する費用。
- 3) 安全管理等に要する費用。
- 4) 1)から2)に上げるもののほか、工事施工上必要な安全対策に要する費用。

(7) 役務費

- 1) 土地の借上げに要する費用。
- 2) 電力、用水等の基本料。

(8) 技術管理費

- 1) 品質管理のための試験等に要する費用。
- 2) 出来形管理のための測量等に要する費用。
- 3) 工程管理のための資料の作成に要する費用。
- 4) イからハに上げるもののほか、技術管理上必要な資料の作成に要する費用。

(9) 営繕費

- 1) 現場事務所、試験室等の営繕に要する費用。
- 2) 労務者宿舎の営繕に要する費用。
- 3) 倉庫及び材料保管場の営繕に要する費用。
- 4) 労務者の輸送に要する費用。
- 5) 営繕費に係る敷地の借上げ費用。

6-3-2 諸経費

現場管理費などについては、各企業の設定基準により別途計上する。

(1) 諸雑費

1) 削 孔

削孔1本当りの諸雑費は、水中ポンプ、サンドポンプ、水槽の損料及び分電盤や電気器具に関する経費等の費用であり、労務費と機械損料の合計額に11%を乗じた金額を上限として計上する。

2) 造 成

造成1本当りの諸雑費は、水中ポンプ、サンドポンプ、圧送ポンプ、水槽の損料及び分電盤や電気器具に関する経費等の費用であり、労務費と機械賃料、機械損料費の合計額に10%を乗じた金額を上限として計上する。

参考文献 ・ 参考資料

- 1 P J G協会： P J G工法・PJG-L工法技術・積算資料.2009
- 2 地盤改良工法便覧(日刊工業新聞社)
- 3 最新の薬液注入の設計と施工例. 福岡正巳編. 近代図書(株)
- 4 高圧流体技術. 蒔野堇. 西原正夫編著
- 5 下水道工事仮設構造物の設計法と計算例. 中本至編
- 6 水止め計画. 沖田幸作. 福田禮一郎著
- 7 下水道管渠工事の設計. 安中徳二編
- 8 シールド工法. 矢野新太郎著

P J G - Twins 研 究 会

〒547-0035 大阪市平野区西脇2丁目4-1
金子基礎工事(株)内 TEL.06-6701-1822