

揺動圧入式立坑築造工法

REVO立坑機

レボ工法

圧入式立坑築造工法

REVO 立坑機

レボ 工法

低耐荷力方式
鋼製さや管方式

REVO推進機

Uモール工法

技術・積算資料

平成13年度

レボ協会

まえがき

近年、管渠埋設工事においては、幹線工事が一段落し、面整備が急速に進んでいます。このような状況下、市街地においては、ますます厳しい施工条件が要求されているのが現状です。そうした中、推進工事が増加傾向にあり、それにとまなう立坑として、鋼製ケーシング立坑が全国的に採用される傾向にあります。

そこで、当協会と致しましては、第一に鋼製ケーシングの品質向上および品質確保のために、平成12年度より鋼製ケーシング標準仕様書を掲載するとともに、納入時の提出書類として鋼製ケーシング1本に対し、その素材の鋼材検査証明書（ミルシート）の原本を1枚提出することを原則としております。

このことは、社団法人日本下水道管渠推進技術協会から発行された、平成12年度版推進工法設計積算要領の推進工法用立坑編においても鋼製ケーシング標準製作仕様書として、鋼製ケーシングの素材を「JIS G 3101 SS400（一般構造用圧延鋼材）」とし、製品の納入時に素材の鋼材検査証明書（ミルシート）を提出すると掲載されております。

素材の鋼材検査証明書（ミルシート）については、ミルメーカーより正規に購入した素材であれば必ずその素材の鋼材検査証明書（ミルシート）の原本が発行されていますので、それを提出することができます。

また第二に、設計の支援として平成12年5月よりホームページを開設致しました。このホームページでは、いつでもどこでも誰にでも簡単に、しかも無料で積算結果が得られるようになっております。また、機械等のCADデータを無料でダウンロードできるようにしております。

本年も昨年以上に、ご愛用頂くべく、品質面における信頼及びホームページにおける設計の支援を充実させていく努力を致しますので、よろしくお願い申し上げます。

尚、技術積算資料に対して不明な点等がございましたら、下記協会事務局までご連絡下さい。

レボ協会事務局

☎700-0944 岡山県岡山市東区55-10

(株)モール工業内

TEL.086-265-7037

FAX.086-264-5463

URL <http://www.revokyoukai.co.jp>

E-mail info@revokyoukai.co.jp

本書をレボ協会事務局および(株)モール工業の文書による許可を得ずに複製および改訂することを禁じます。ただし、提出書類および見積書に用いる引用の為の複写はこの限りではありませんので、ご自由にご利用下さい。

目次

技術編

レボ工法.....③

1. 特徴
2. レボ立坑機の仕様
3. 施工手順
4. 積算条件
- 4-1. ケーシング要目
- 4-2. 立坑深の限界について
- 4-3. 適用土質について
- 4-4. 軟弱地盤への対応について
- 4-5. ケーシングの回収について
- 4-6. 標準施工図
- 4-7. 各寸法の求め方
- 4-8. 作業時間の算定
- 4-9. 立坑工 編成人員
5. レボ工法用円形簡易覆工板について
6. レボ工法用円形簡易覆工板用受桁について

レボ 工法.....⑪

1. 特徴
2. レボ 立坑機の仕様
3. 施工手順
- 3-1. 立坑築造工
- 3-2. ケーシング回収工
- 3-3. 人孔設置用簡易土留め工
- 3-4. 取付管接続用簡易土留め工
4. 積算条件
- 4-1. ケーシング要目
- 4-2. 立坑深の限界について
- 4-3. 適用土質について
- 4-4. 軟弱地盤への対応について
- 4-5. 標準施工図
- 4-6. 各寸法の求め方
- 4-7. 作業時間の算定
- 4-8. 立坑工 編成人員
5. レボ 工法用円形覆工板について
6. レボ工法用円形簡易覆工板用受桁について

Uモール工法.....⑪

1. Uモール工法
- 1-1. 特徴
- 1-2. Uモール推進機の仕様
2. 硬質塩ビ管推進工法
- 2-1. 標準施工手順(硬質塩ビ管推進工法)
- 2-2. 積算条件
- 2-3. 推進工 編成人員(硬質塩ビ管推進工法)
- 2-4. 工程(硬質塩ビ管推進工法)
3. 鋼管削進工法
- 3-1. 標準施工手順(鋼管削進工法)
- 3-2. 積算条件
- 3-3. 削進工 編成人員(鋼管削進工法)
- 3-4. 工程(鋼管削進工法)
- 3-5. 立坑径と塩ビ管長さとのスペーサーについて
- 3-6. 塩ビ管挿入日進量
- 3-7. 削進用鋼管径の選定
- 3-8. 最小鋼管径について
- 3-9. 鋼管の厚みについて
- 3-10. 既設管への取付管推進について

積算編

レボ工法

揺動圧入式鋼管立坑築造工 積算.....⑤

- レボ工法 揺動圧入式鋼管立坑築造工法
- C-1号代価表 圧入掘削積込工
- C-1-1号代価表 レボ運転費(圧入掘削積込時)
- C-1-2号代価表 掘削機運転費
- C-1-3号代価表 発動発電機運転費
- C-2号代価表 ケーシング引抜工
- C-2-1号代価表 レボ運転費(引抜時)
- C-3号代価表 機械設置・撤去工
- C-4号代価表 機械移設工
- C-5号代価表 ケーシング溶接工
- C-5-1号代価表 電機溶接機運転
- C-6号代価表 底スラブ築造工
- C-6-1号代価表 底スラブコンクリート打設工
- C-6-2号代価表 立坑内うわ水排水工
- C-6-3号代価表 レイタンス除去工
- C-7号代価表 残土処分工
- C-7-1号代価表 残土運搬工(ダンプトラック運転工)
- C-8号代価表 機械運搬工

レボ 工法

圧入式鋼管立坑築造工 積算.....⑥

- 圧入式鋼管立坑築造工 積算
- レボ 工法 圧入式立坑築造工法 ケーシング回収方式
- レボ 工法 圧入式立坑築造工法 ケーシング部分回収方式
- レボ 工法 圧入式立坑築造工法 ケーシング在置方式
- レボ 工法 人孔設置用簡易土留め方式
- レボ 工法 取付管接続用簡易土留め方式
- C-1号代価表 圧入掘削積込工
- C-1-1号代価表 レボ 運転費(圧入掘削積込時)
- C-1-2号代価表 掘削機運転費
- C-1-3号代価表 クレーン付トラック運転費
- C-1-4号代価表 発動発電機運転費
- C-2号代価表 ケーシング引抜工
- C-2-1号代価表 レボ 運転費(引抜時)
- C-3号代価表 ケーシング回収工
- C-4号代価表 機械設置・撤去工
- C-5号代価表 機械移設工
- C-6号代価表 ケーシング溶接工
- C-6-1号代価表 電機溶接機運転
- C-7号代価表 底スラブ築造工
- C-7-1号代価表 底スラブコンクリート打設工
- C-7-2号代価表 立坑内うわ水排水工
- C-7-3号代価表 レイタンス除去工
- C-8号代価表 残土処分工
- C-8-1号代価表 残土運搬工(ダンプトラック運転工)
- C-9号代価表 機械運搬工

Uモール工法

低耐荷力方式

仮管併用圧入2工程(管置換方式)

硬質塩ビ管推進工法 積算.....79

Uモール工法 硬質塩ビ管推進工法

仮管併用圧入2工程(管置換方式)

C-1号代価表 管推進工

C-2号代価表 仮設備工

C-1-1号代価表 誘導管推進工

C-1-2号代価表 仮管推進工

C-1-3号代価表 埋設管推進工(管置換工)

C-1-4号代価表 残土処分工

C-2-1号代価表 機械据付・撤去工

C-2-2号代価表 機械据換工

C-2-3号代価表 坑口工

C-2-4号代価表 既設人孔到達工(坑口工)

C-2-5号代価表 鏡切工

C-2-6号代価表 先導カッター据付・撤去工

C-2-7号代価表 誘導管回収工

C-2-8号代価表 仮管回収工

C-2-9号代価表 スクリューコンベヤ類引抜工

Uモール工法

鋼製さや管方式

水平ボーリング1工程

鋼管削進工法 積算.....95

Uモール工法 鋼管削進工法

水平ボーリング1工程

C-1号代価表 材料費

C-2号代価表 鋼管削進工

C-3号代価表 仮設備工

C-2-1号代価表 管セット工

C-2-2号代価表 管削進工

C-2-3号代価表 残土処分工

C-2-4号代価表 既設人孔到達工

C-2-5号代価表 塩ビ管挿入工

C-2-6号代価表 中詰注入工

C-3-1号代価表 機械据付・撤去工

C-3-2号代価表 機械据換工

C-3-3号代価表 坑口工

C-3-4号代価表 鏡切工

C-3-5号代価表 刃口取付工

C-3-6号代価表 刃口撤去工

C-3-7号代価表 中詰注入設備据付・撤去工

C-3-8号代価表 中詰注入設備据換工

既設管取付削進工法 積算(案)....110

Uモール工法 既設管取付削進工法

C-1号代価表 材料費

C-2号代価表 鋼管削進工

C-3号代価表 仮設備工

C-2-7号代価表 既設管到達工

C-2-8号代価表 コア抜き工

C-2-9号代価表 既設管接続工

参考積算.....115

1. 機械運搬工

1-1. レボ立坑機の運搬について

C-8号代価表 機械運搬工(レボ立坑機)

C-8-1号代価表 機械運搬工

C-8-2号代価表 積込・荷卸し工

1-2. レボ立坑機の運搬について

C-9号代価表 機械運搬工(レボ立坑機)

C-9-1号代価表 機械運搬工

C-9-2号代価表 積込・荷卸し工

1-3. Uモール推進機の運搬について

D号代価表 機械運搬工(Uモール推進機)

D-1号代価表 機械運搬工

D-2号代価表 推進管運搬工

D-3号代価表 積込・荷卸し工

2. レボ工法用円形簡易覆工板設置撤去工

2-1. レボ工法用円形簡易覆工板設置撤去工について

E号代価表 レボ工法用円形簡易覆工板設置撤去工

E-1号代価表 専用覆工板設置工

E-2号代価表 専用覆工板撤去工

E-3号代価表 専用覆工板開閉工

E-4号代価表 専用覆工板賃料

2-2. レボ工法用円形簡易覆工板の運搬について

F号代価表 レボ工法用円形簡易覆工板運搬工

F-1号代価表 専用覆工板運搬工

F-2号代価表 積込・荷卸し工

3. レボ工法用円形簡易覆工板用受桁設置撤去工

3-1. レボ工法用円形簡易覆工板用受桁設置撤去工について

G号代価表 レボ工法用円形簡易覆工板用受桁設置撤去工

G-1号代価表 専用覆工板用受桁設置工

G-2号代価表 専用覆工板用受桁撤去工

G-3号代価表 専用覆工板用受桁賃料

3-2. レボ工法用円形簡易覆工板用受桁の運搬について

H号代価表 レボ工法用円形簡易覆工板用受桁運搬工

H-1号代価表 専用覆工板受桁運搬工

H-2号代価表 積込・荷卸し工

4. 立坑築造工における産業廃棄物処分工について

I号代価表 汚泥吸排車運転

5. ケーシング立坑築造工における残土処分工について

J号代価表 残土運搬工(ダンプトラック運搬工)

J-1号代価表 ダンプトラック運転費

目次

参考資料

レボ工法..... 129

- レボ工法 材料価格
- レボ工法 機械損料一覧表
- レボ工法 鋼製ケーシング標準仕様書
- レボ立坑機 仕様図
- レボ工法用円形簡易覆工板の使用方法
- レボ工法用円形簡易覆工板用受桁の使用方法
- レボ工法用円形簡易覆工板標準図 2000用
- レボ工法用円形簡易覆工板標準図 1800用
- レボ工法・レボ 工法用 円形簡易覆工板標準図 1500用
- レボ工法用円形簡易覆工板用受桁標準図 2000用
- レボ工法用円形簡易覆工板用受桁標準図 1800用
- レボ工法・レボ 工法用 円形簡易覆工板用受桁標準図 1500用

レボ 工法..... 145

- レボ 工法 材料価格
- レボ 工法 機械損料一覧表
- レボ 立坑機 仕様図
- レボ 工法 施工方法

Uモール工法..... 151

- Uモール工法 材料価格
- 機械損料一覧表
- 硬質塩ビ管推進工法
 - 仮管併用圧入2工程(管置換方式)積算算出要領
- Uモール1500 推進機仕様図
- Uモール1500RV 推進機仕様図
- Uモール2000 推進機仕様図
- 硬質塩ビ管推進工法
 - 仮管併用圧入2工程(管置換方式)施工手順
- 鋼管削進工法 水平ボーリング1工程 施工手順
- Uモール工法用止水器(塩ビ管、鋼管兼用)仕様図
- Uモール工法用圧入止水器(塩ビ管専用)仕様図
- Uモール1500 Uモール1500RV 標準立坑寸法
- Uモール2000 標準立坑寸法
- Uモール1500 Uモール2000 標準立坑寸法
- Uモール1500RV 標準立坑寸法

技術編

揺動圧入式立坑築造工法

REVO立坑機

レボ工法

技術編

レボ工法

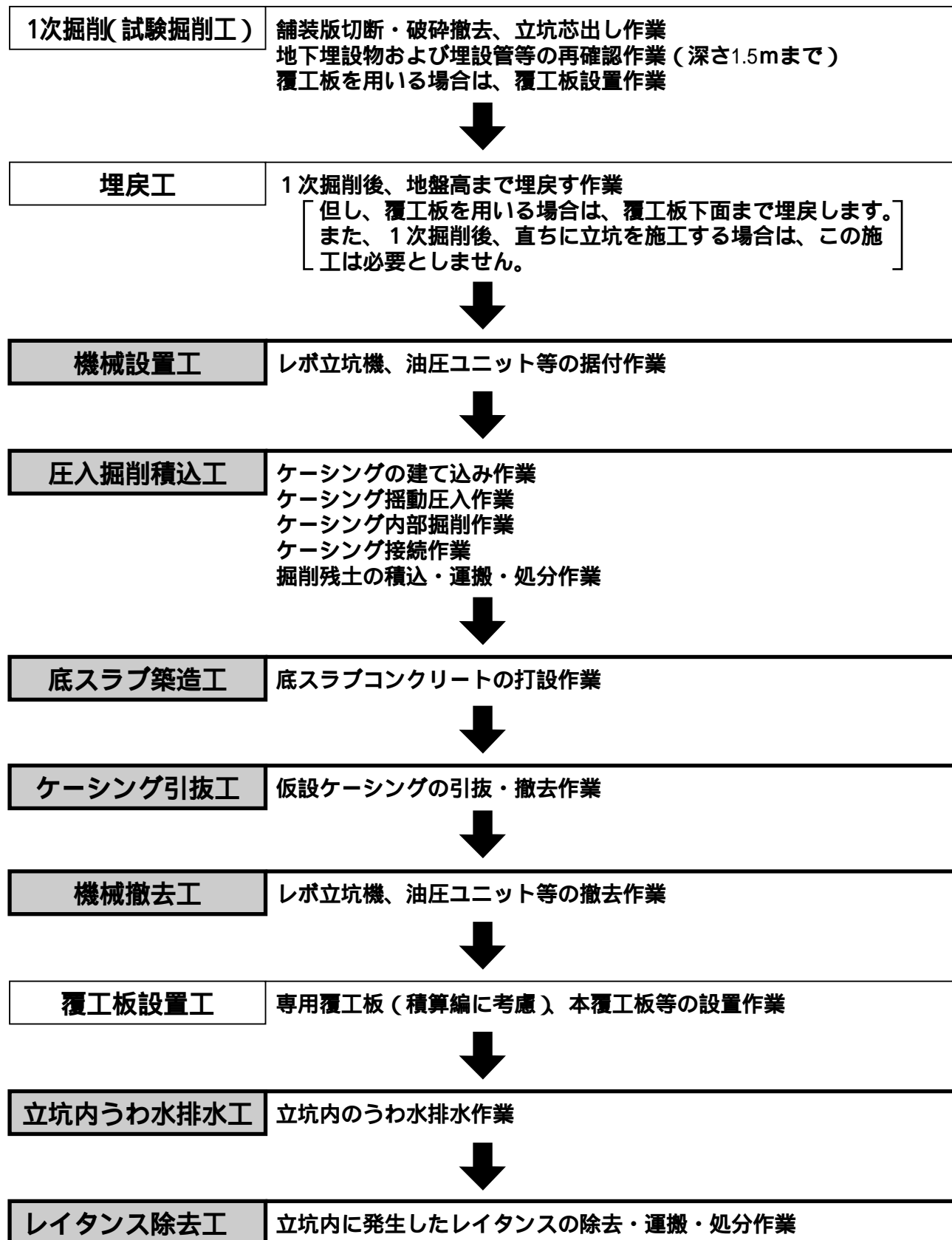
1. 特徴

- (1)装置がコンパクトで、占有面積が小さくて済みます。また、本体重量が3.4 t と軽量なため、4 t 車にて運搬可能です。
- (2)市街地での工事でも従来の工法と比べて近接構造物や障害物等の影響を受けにくく、覆工板等の使用により効率的に作業が進められます。
- (3)圧入を先行させるため、先掘りにならず、ボイリング等の発生が少なく済みます。ケーシングの圧入・引抜は油圧駆動のジャッキで行いますので、無振動、低騒音で作業が進められます。
- (4)立坑が小さいので、工事がスピーディにでき、低コストで仕上がります。

2. レボ立坑機の仕様

レボ立坑機	最大圧入力 10ton 最大引抜力 64ton 揺動力 48ton-m 本体重量 3.4ton 主要寸法 3300 ^L × 2300 ^W × 1054 ^H mm ケーシング呼び径 1500、1800、2000
カウンタウエイト	10.6ton (1.7ton × 4, 1.9ton × 2)
油圧ユニット	140kg / cm ³ 、15kw × 2 (40Ps)
発動発電機	ディーゼルエンジン駆動 60KVA
掘削機	油圧クラムシェル(テレスコピック型)
電機溶接機	交流アーク溶接機(手動) ディーゼルエンジン付 300A
トラッククレーン	トラッククレーン(4.8 t ~ 4.9 t 吊)
ダンプトラック	2 t、4 t
仮設ケーシング	1500 × 1 m × 2本 1800 × 1 m × 2本 2000 × 1 m × 2本

3. 施工手順



夜間開放する場合は施工日数分、機械移設工を行います。
太線内の工種については積算編に考慮しています。

4 . 積算条件

4 - 1 . ケーシング要目

4 - 1 - 1 . ケーシングの種類について

立坑は次に示す4種類のケーシングの組み合わせで構成されます。

先端ケーシング 最短寸法は2.0m、最長寸法は3.0mを標準とします。

端数処理は、このケーシングで、0.05m単位で行います。

最終ケーシング 1.0mまたは1.5mを標準とします。

中間ケーシング 1.0mを標準とし、最多本数は7本とします。

仮設ケーシング 1.0mを標準とし、施工時は2本(2.0m分)使用します。

但し、ケーシング全長が3m以下の場合には先端ケーシングのみとなります。また、ケーシング全長が4.5m以下の場合には、先端ケーシングと最終ケーシングのみの組み合わせとなり、中間ケーシングは使用しません。

4 - 1 - 2 . ケーシング寸法について

ケーシングの寸法は次の諸元を持つ4種類を標準とします。

呼び径	1500	1800	2000	
外径 (mm)	1,524	1,829	2,032	
内径 (mm)	1,500	1,805	2,008	2,000
肉厚 (mm)	12	12	12	16
外周長 (mm)	4,788	5,746	6,384	6,384
1m当り重量 (kg)	447	537	597	796

ケーシング肉厚は12mmを標準とします。

但し、立坑深度(10m以上) 土質条件により16mm(呼び径 2000のみ)を用いることもあります。

4 - 1 - 3 . ケーシングの刃先について

ケーシングの刃先は、直刃を標準とします。(参考資料P129参照)

但し、立坑深度、土質条件により外刃を用いることもあります。外刃を使用する判断基準としては、立坑深で7mを越える場合、N値20以上の場合などが挙げられます。

ケーシングの刃先は、ケーシング全長に含みません。

4 - 2 . 立坑深の限界について

立坑深の限度は、10mまでを標準とします。

テレスコピック型クラムシェル掘削できる深さを考慮しています。

この限度を越える場合には、各ケーシング径に応じて、ケーシングの肉厚を変更するか、または補強部材を追加して対応します。

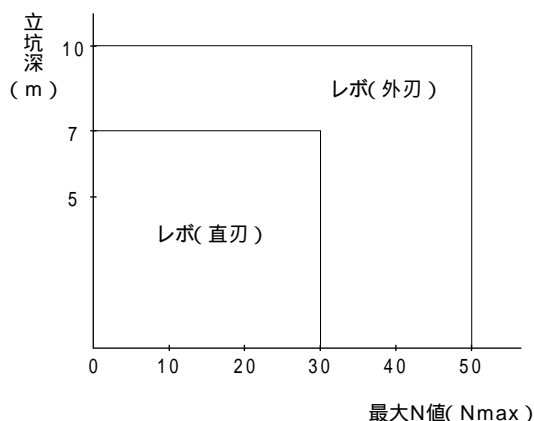
4 - 3 . 適用土質について

適用土質は、N値50以下の土質で最大礫径200mm以下を標準とし、N値30未満の普通土、N値30未満の礫混り土及び30 N値 50の硬質土に分類し計上します。

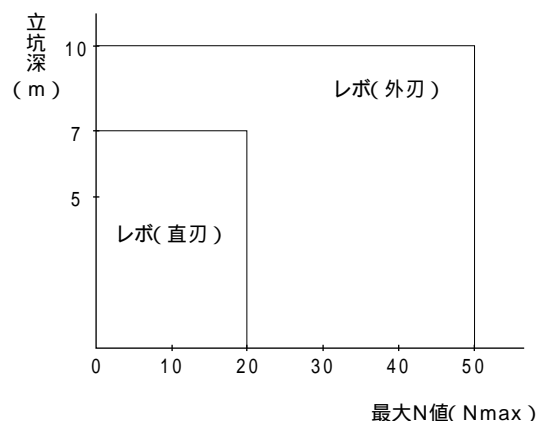
また、互層の場合は層別に分類し計上します。

判断の難しい土質については、当協会事務局にお問い合わせ下さい。

普通土（粘性土、砂質土）の場合



礫混り土の場合



4 - 4 . 軟弱地盤への対応について

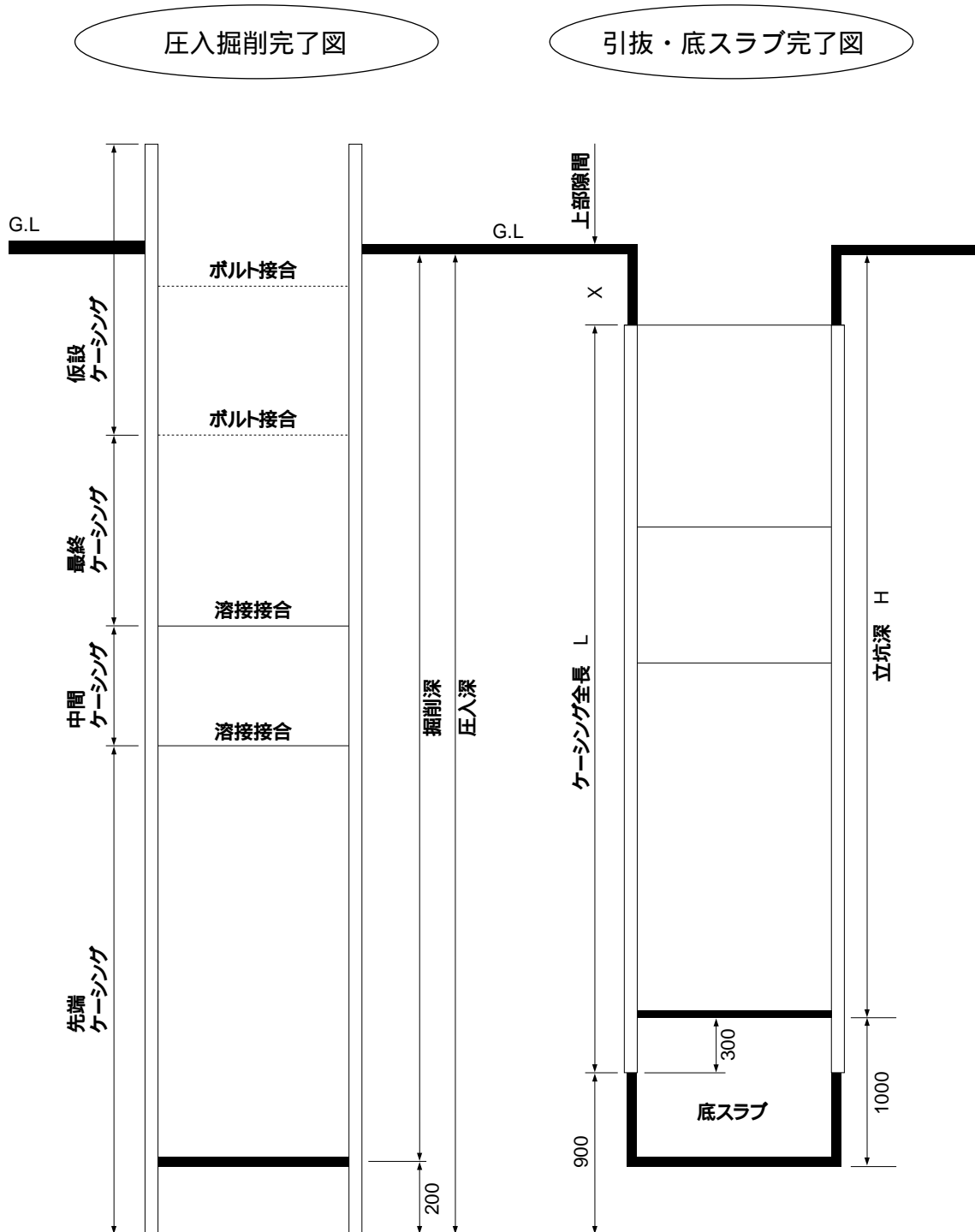
N値2以下の軟弱層（特に滞水砂層）への施工は、浮力等の検討をお願いします。対応策として、立坑築造時及び底スラブコンクリートの養生時は立坑内の水位を地下水位以上保つこと、且つ推進工の立坑に使用するのであれば、坑口に必ず薬液注入工を行うと思いますので、底スラブコンクリートの養生中に、その施工（坑口薬液注入工）を行い、その後、立坑内うわ水排水工及びレイタンス除去工を施工することを推奨します。

4 - 5 . ケーシングの回収について

レボ立坑機（レボ工法）は、ケーシングを回収（引抜）しないで全損扱いとすることを標準とします。但し、自治体の責任においてケーシングを回収（引抜）する場合はレボ立坑機を設置し、レボ立坑機にて回収（引抜）すること、またケーシング回収工と機械設置・撤去工を別途計上することを条件とします。（参考ページ/P.11、P.59、P.60）

クレーン及び重機等で直接ケーシングを吊り上げ、回収（引抜）することは危険を伴いますので絶対に行わないで下さい。

4 - 6 . 標準施工図



地下埋設物確認のため、一次掘削（試験掘削工）を行う場合は、掘削深と圧入深をその分考慮することができます。
 レボ協会ホームページにて無料でCADデータをダウンロードできます。
 URL <http://www.revokyoukai.co.jp>

4 - 7 . 各寸法の求め方

4 - 7 - 1 . 立坑の各寸法について

立坑寸法は、次のように算出します。

$$\text{立坑深} = H$$

$$\text{圧入深} = H + 1.2 \text{ (m)}^{\text{注1)}$$

$$\text{掘削深} = H + 1.0 \text{ (m)}^{\text{注1)}$$

$$\text{ケーシング全長} \quad L = H - x + 0.3 \text{ (m)}^{\text{注2)}$$

x : 地盤から引き抜き後のケーシング最上端までの深さ (m)^(注3)

注1) 地下埋設物確認のため、1次掘削(試験掘削)を行う場合は、掘削深と圧入深をその分考慮することができます。

注2) 刃先の長さは、ケーシング全長に含みません。

注3) 覆工板とケーシングが接触しケーシングに荷重がかかるとケーシングが沈下し、管底高などに影響がでます。従って、覆工板とケーシングが接触しないよう、覆工板の下面とケーシング最上端との隙間は、50mm以上100mm以下に設計して下さい。このxの値で0.05m未満の端数を処理し、ケーシング全長を0.05m単位にして下さい。

【各寸法の計算例】

立坑深H = 4.633mで1次掘削を考慮しない場合

レボ用円形簡易覆工板使用時

$$\text{圧入深} = 4.633 + 1.2 = 5.833\text{m}$$

$$\text{掘削深} = 4.633 + 1.0 = 5.633\text{m}$$

$$\text{上部隙間} x = 0.083\text{m} \text{ (50mm} \times 100\text{mm)}$$

ここで、0.05m未満の端数0.033を処理します。

$$\text{ケーシング全長} = 4.633 - 0.083 + 0.3 = 4.850\text{m} \text{ となります。}$$

本覆工板(厚さ0.2m)使用時

$$\text{圧入深} = 4.633 + 1.2 = 5.833\text{m}$$

$$\text{掘削深} = 4.633 + 1.0 = 5.633\text{m}$$

$$\text{上部隙間} x = 0.283\text{m} \text{ (本覆工板の厚さ0.2m、50mm} \times 100\text{mm)}$$

ここで、0.05m未満の端数0.033を処理します。

$$\text{ケーシング全長} = 4.633 - 0.283 + 0.3 = 4.650\text{m} \text{ となります。}$$

4 - 7 - 2 . ケーシングの割り振りについて

標準的な割り振りについては、まず先端ケーシングを2.5mと仮定し、ケーシング全長Lより引き、残りを中間、最終ケーシングに割り付けます。0.5m未満の端数は先端ケーシングの2.5mに加算します。できるだけ先端ケーシング長が2.5m以上になるように割り付けて下さい。

但し、ケーシング全長が3 m以下の場合は先端ケーシングのみとなります。また、ケーシング全長が4.5m以下の場合は、先端ケーシングと最終ケーシングのみの組み合わせとなり、中間ケーシングは使用しません。

【ケーシング割付の計算例】

ケーシング全長が4.85mの場合

先端ケーシングを2.5mと仮定すると、残りは $4.85 - 2.5 = 2.35\text{m}$ となります。中間ケーシングと最終ケーシングを各々1.0mとすれば0.35m余りますので、それを先端ケーシングに加算し、先端ケーシングは2.85mとなります。

ケーシング全長が5.35mの場合

先端ケーシングを2.5mと仮定すると、残りは $5.35 - 2.5 = 2.85\text{m}$ となります。中間ケーシングを1.0mと最終ケーシングを1.5mとすれば0.35m余りますので、それを先端ケーシングに加算し、先端ケーシングは2.85mとなります。

4 - 8 . 作業時間の算定

4 - 8 - 1 . 圧入掘削積込時間 T_c

(1)準備時間： T_1 (ケーシングを置場で積み込んで現場に搬入し建て込む時間)

$$T_1 = t_1 \times n_1 \text{ (分)}$$

(2)圧入掘削積込時間： T_2 (ケーシングを圧入する時間)

$$T_2 = T_{2A} + T_{2B} + T_{2C} \text{ (分)}$$

A) N値 < 30、普通土の場合

$$T_{2A} = \frac{V \times h_1}{q_0 \times 0.98} \times t_2 \times 2.1 \text{ (分)}$$

B) N値 < 30、礫混り土の場合

$$T_{2B} = \frac{V \times h_2}{q_0 \times 0.98} \times t_2 \times 2.6 \text{ (分)}$$

C) 30 N値 50の場合

$$T_{2C} = \frac{V \times h_3}{q_0 \times 0.98} \times t_2 \times 3.1 \text{ (分)}$$

(3)バンド盛替時間： T_3

(締め付けバンドを緩めて引き上げ更に垂直度を調整する時間)

$$T_3 = \frac{h_4}{S} \times t_3 \text{ (分)}$$

圧入掘削積込作業時間： T_c

$$T_c \left\{ T_1 + \frac{T_2}{F} + \frac{T_3}{F} \right\} \times 60 \text{ (時間)}$$

ここで、

n_1 : ケーシング本数 (仮設ケーシング1.0m × 2本も含む)

h_1 : N値30未満の普通土部の掘削深さ (m)

h_2 : N値30未満の礫混り土部の掘削深さ (m)

h_3 : N値30以上の硬質土部の掘削深さ (m)

h_4 : 圧入深 (m)

S : ストローク (0.25m)

F : 作業係数 (0.6)

4 - 8 - 2 . ケーシング引き抜き時間 T_P

(1)準備時間： T_4 (ケーシングを吊上げ、置場まで運搬し荷卸をする時間)

$$T_4 = t_4 \times n_2 \text{ (分)}$$

(2)ケーシング引き抜き時間： T_5

$$T_5 = \frac{h_5}{S} \times t_5 \text{ (分)}$$

(3)バンド盛替時間： T_6

$$T_6 = \frac{h_5}{S} \times t_6 \text{ (分)}$$

ケーシング引き抜き作業時間： T_P

$$T_P \left\{ T_4 + \frac{T_5}{F} + \frac{T_6}{F} \right\} \times 60 \text{ (時間)}$$

ここで、

n_2 : 仮設ケーシング本数 (1.0m × 2本)

h_5 : 引抜き長 (0.9m)

S : ストローク (0.25m)

F : 作業係数 (0.6)

呼び径 \ サイクルタイム	t_1 分/本	t_2 分/サイクル	t_3 分/サイクル	t_4 分/本	t_5 分/サイクル	t_6 分/サイクル
1500	30	3	2	30	2	2
1800	30	3	2	30	2	2
2000	30	3	2	30	2	2

呼び径	V 掘削1m当り土量	q_0 最大バケット容量
1500	1.83m ³	0.25m ³
1800	2.63m ³	0.30m ³
2000	3.25m ³	0.40m ³

4 - 9 . 立坑工 編成人員

土木一般世話役 総指揮
特殊作業員 圧入機運転
特殊運転手 掘削機運転
とび工 ケーシング据付・接続
普通作業員 誘導・溶接工手元
特殊運転手 トラッククレーン運転
一般運転手 掘削土処分
溶接工 ケーシング溶接

5 . レボ工法用円形簡易覆工板について

レボ工法用円形簡易覆工板は、意匠第1019820号をもって意匠登録が認められました。この覆工板の大きな特徴を下記に挙げます。（詳細形状は参考資料P137～P139参照）

荷重T - 25に対応しています。

覆工板裏側のリブ構造を井桁にすることにより、従来の円形覆工板と比較して、覆工板の自重を軽減することができました。

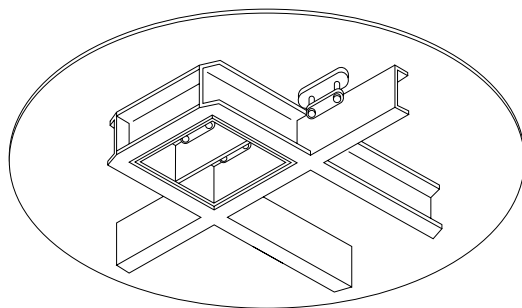
覆工板の表面を黄色と白色のストライプとすることにより、覆工板の存在を強調できるようにしたため、車などが走行する際に注意を促すようになっています。

覆工板の上面に500mm角の専用マンホールを設置している構造のため、クレーンを持ち込まなくても立坑内に人間が入ることができ、水替え作業や推進工の到達作業が容易に行えるようになっています。

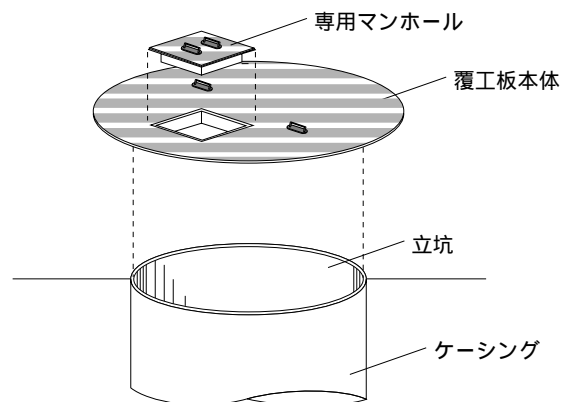
2000用覆工板は、4t車にて分割搬入できるようになっています。

次項のレボ工法用円形簡易覆工板用受桁を使用することにより、さらなる小型化及び軽量化を実現しました。

[1500用]



下方斜視図



立坑ケーシングを覆工する状態を示す参考図

6. レボ工法用円形簡易覆工板用受桁について

レボ工法用円形簡易覆工板をより小さく、より安全に、より適用範囲を広げるためにレボ工法用円形簡易覆工板用受桁を開発致しました。この受桁の大きな特徴を下記に挙げます。（詳細形状は参考資料P140～P142参照）

荷重T-25に対応しています。従来、円形簡易覆工板は路面に直に置いていた路面側の強度が保証できませんでしたが、円形簡易覆工板にかかる荷重を強度的に証明できる専用受桁が支えるため、安全性の向上に繋がります。

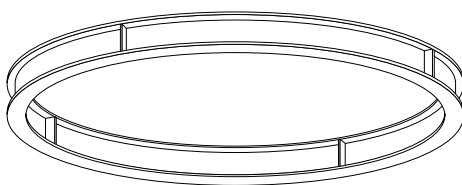
円形簡易覆工板の外径を小さくすること（占有面積を小さくすること）が出来ます。従来、円形簡易覆工板は路面に直に置いていたため、安全性を高めるため、立坑径に比較してかなり大径の覆工板を使用して路面への設置面積を広くとっていましたが、専用受桁を使用することにより円形簡易覆工板の外径を受桁の外径に合わせることが出来るため、路面の占有面積が小さくて済みます。

土砂等のケーシング立坑内への崩落を防ぐことができます。円形簡易覆工板にかかった荷重がケーシングに伝わらないよう、覆工板とケーシングの隙間を5cm～10cm設けていたため、その隙間からケーシング立坑内に多少の土砂等の崩落が生じておりましたが、専用受桁をケーシング立坑の周囲に掘り下げて設置するため、土砂等のケーシング立坑内への崩落を防ぐことができます。

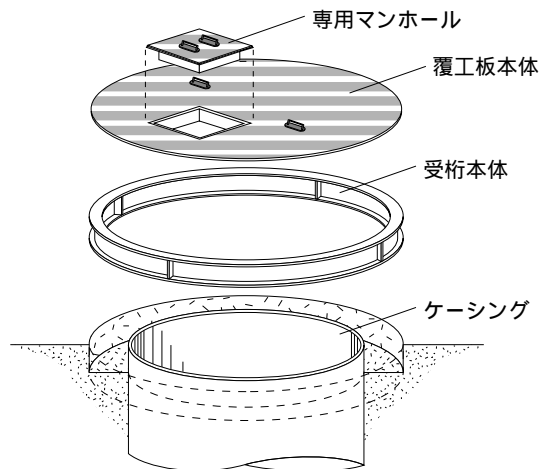
設置撤去作業が容易に出来ます。従来の四角形覆工板用受桁は、H形鋼やC形鋼を現場で溶接して設置していたため、設置及び撤去に時間がかかっていましたが、円形簡易覆工板用受桁は、ユニット化された専用受桁であるため設置撤去作業が容易に出来ます。

2t車にて搬入が可能です。円形簡易覆工板の外径が小さくなったため、重量をさらに軽くすることができました。また、2000用受桁は、分割搬入できるようになっています。

[1500用]



下方斜視図



立坑ケーシングを覆工する状態を示す参考図

圧入式立坑築造工法

REVO 立坑機

レボ 工法

技術編

レボ 工法

1. 特徴

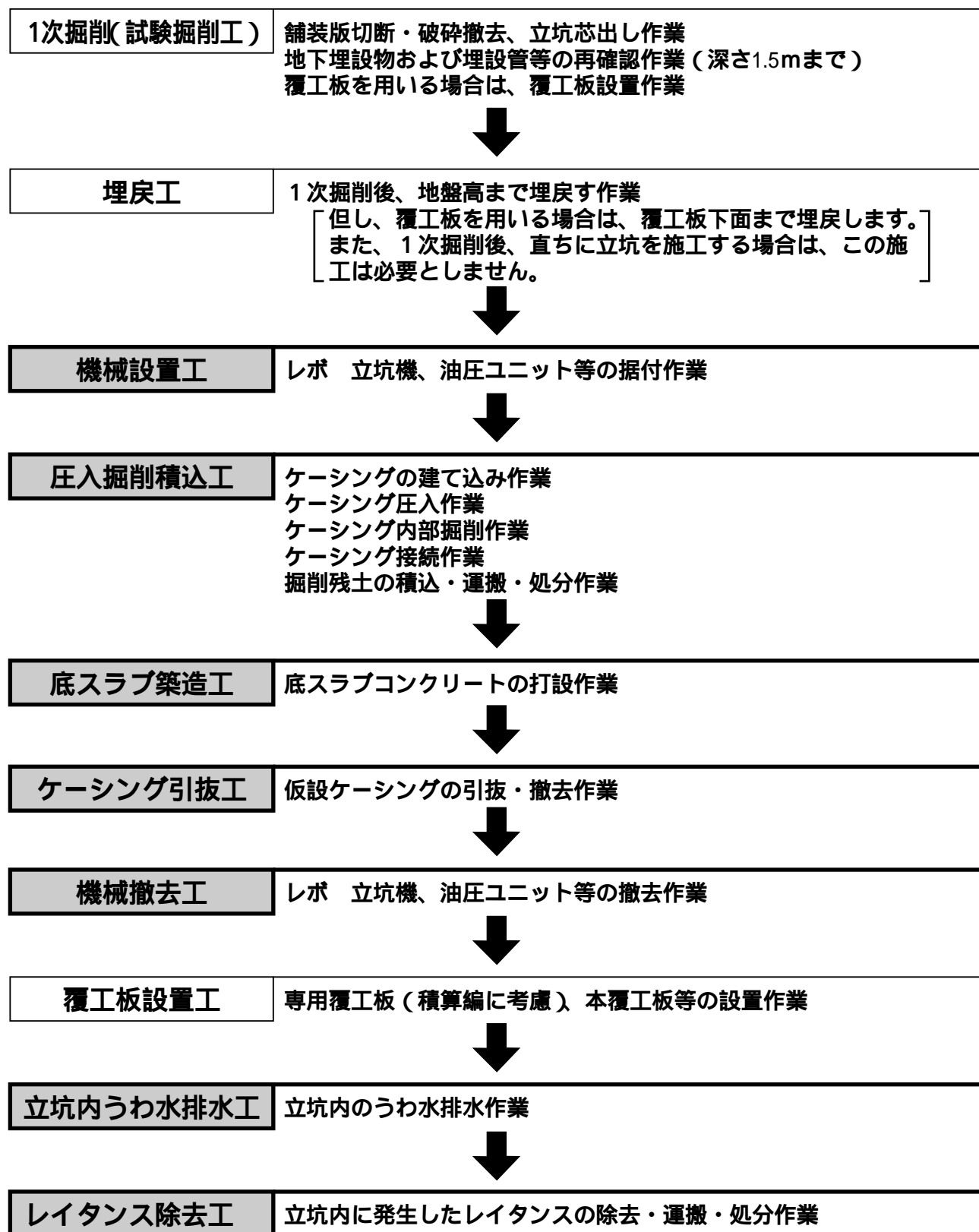
- (1)レボ立坑機をさらに小型化し、幅を1.7mに、重量を1.46tにした上、上下分離型（上部：0.74 t、下部：0.72 t）を実現したため、2 tユニック車（吊り上げ荷重2 tのクレーン）にて機械の搬入搬出、さらに設置撤去を可能にしました。そのため道路幅員が2 mあれば立坑を築造できます。これにより、道路占有面積をより小さくでき、かつレッカー車及び大型回送車が不要となったため、より低コストで施工する事が可能になりました。
- (2)立坑機の設置撤去が容易になったため、推進工事終了後にケーシングの回収が可能となり、工事費の大半を占めていたケーシング代を損料として計上できるため、さらなる低コストを実現しました。
- (3)機械がより簡便化したために、立坑築造工以外に組立人孔設置工において円形ケーシングを簡易土留として使用できるようになりました。
- (4)さらに、取付管を接続するにあたり、円形ケーシングを簡易土留として使用できるようになりました。

2. レボ 立坑機の仕様

レボ 立坑機	最大圧入力 8 ton 最大引抜力 56ton 本体重量 1.46ton（上部：0.74ton 下部：0.72ton） 主要寸法 2300 ^L × 1700 ^W × 822 ^H mm ケーシング呼び径 1500
カウンタウエイト	6 ton（0.5ton × 12）
油圧ユニット	180kg / cm ² 、5.5kw × 1（7Ps）
発動発電機	ディーゼルエンジン駆動 10KVA
掘削機	油圧クラムシェル 0.20cm ² （テレスコピック型） 油圧バックホウ 0.20cm ²
電機溶接機	交流アーク溶接機（手動） ディーゼルエンジン付 300A
クレーン付トラック	4 t積・2.9 t吊り、2 t積・2 t吊り
ダンプトラック	2 t、4 t
仮設ケーシング	1500 × 1.5m × 1本

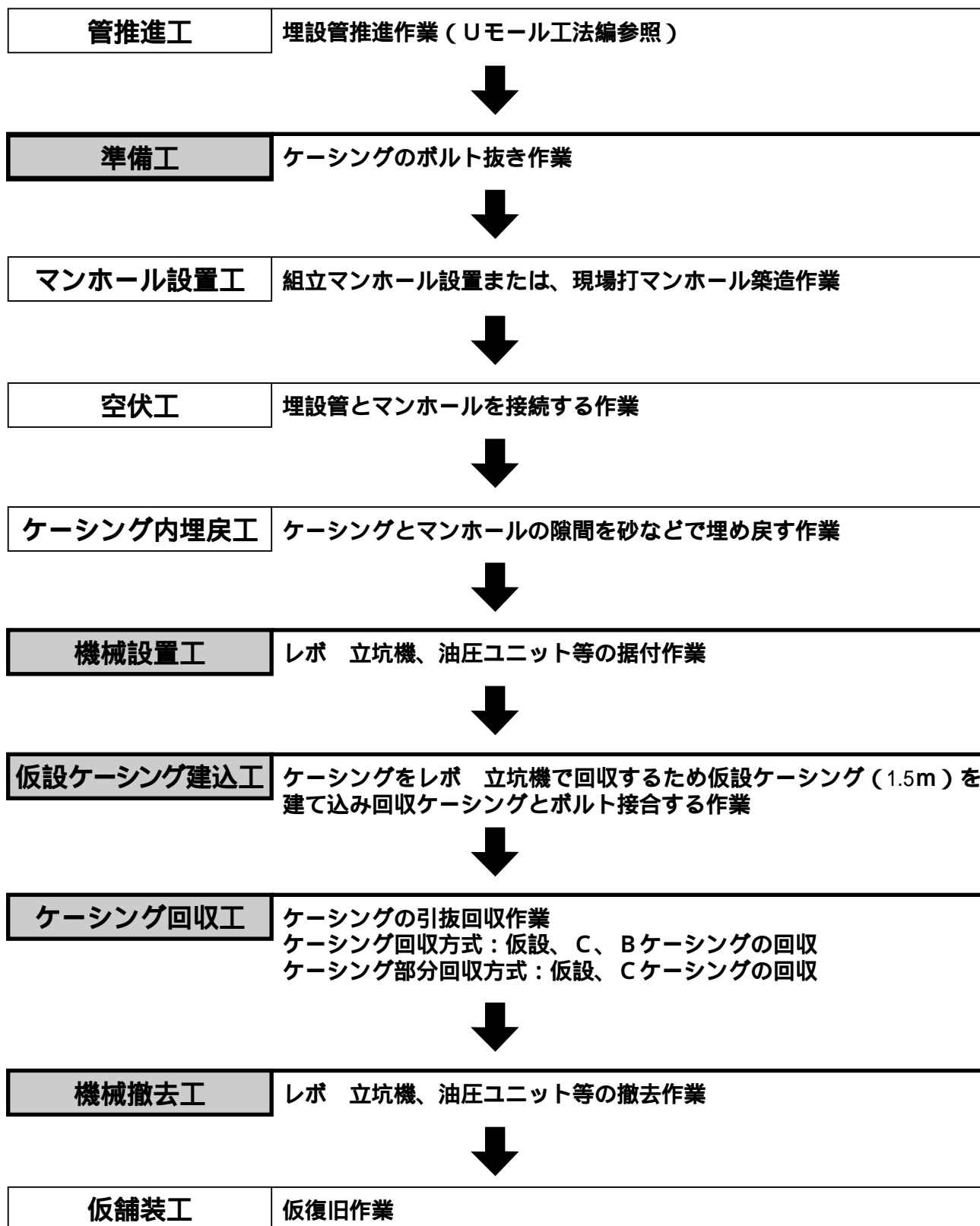
3. 施工手順

3 - 1 . 立坑築造工



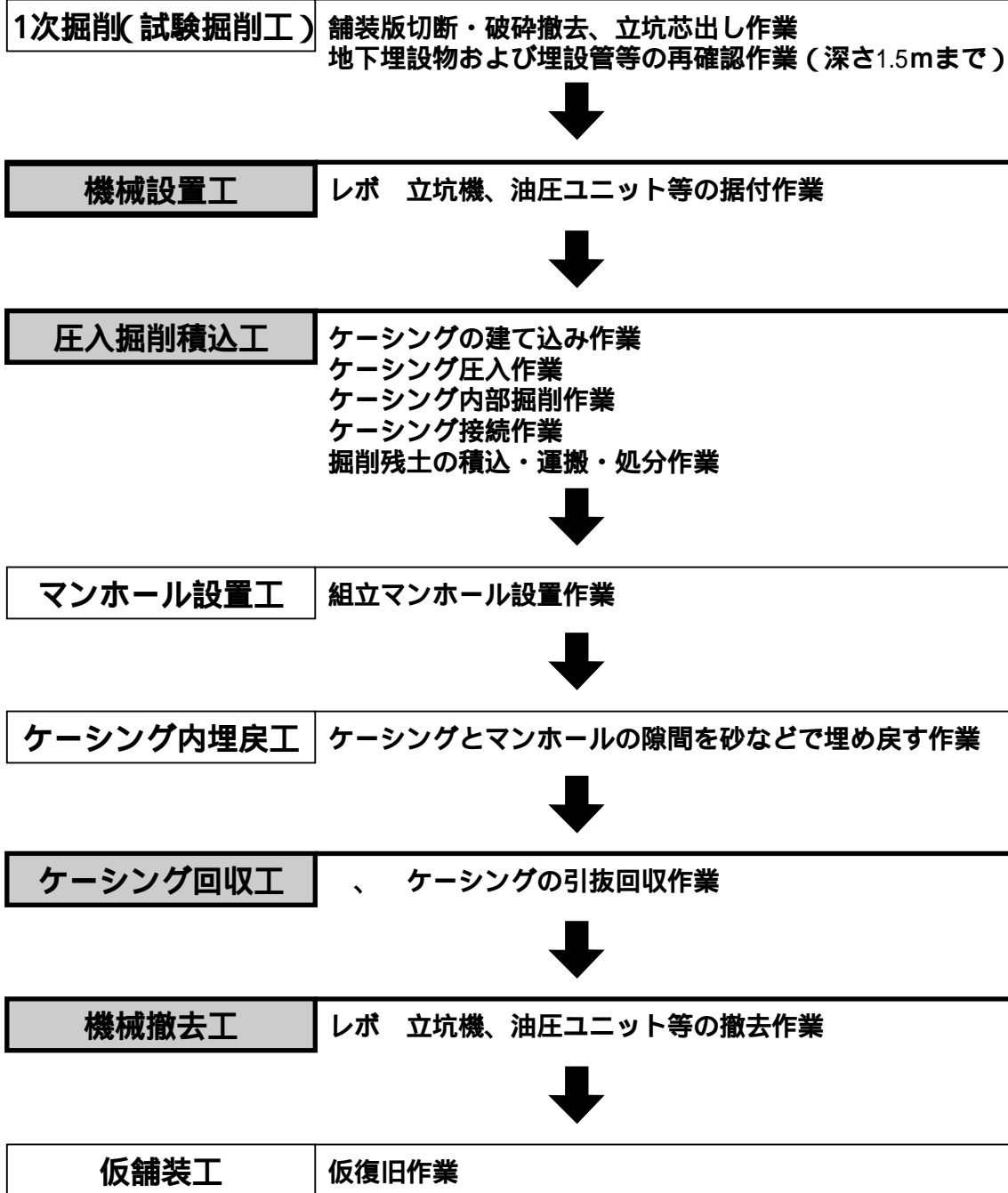
夜間開放する場合は施工日数分、機械移設工を行います。
太線内の工種については積算編に考慮しています。

3 - 2 . ケーシング回収工



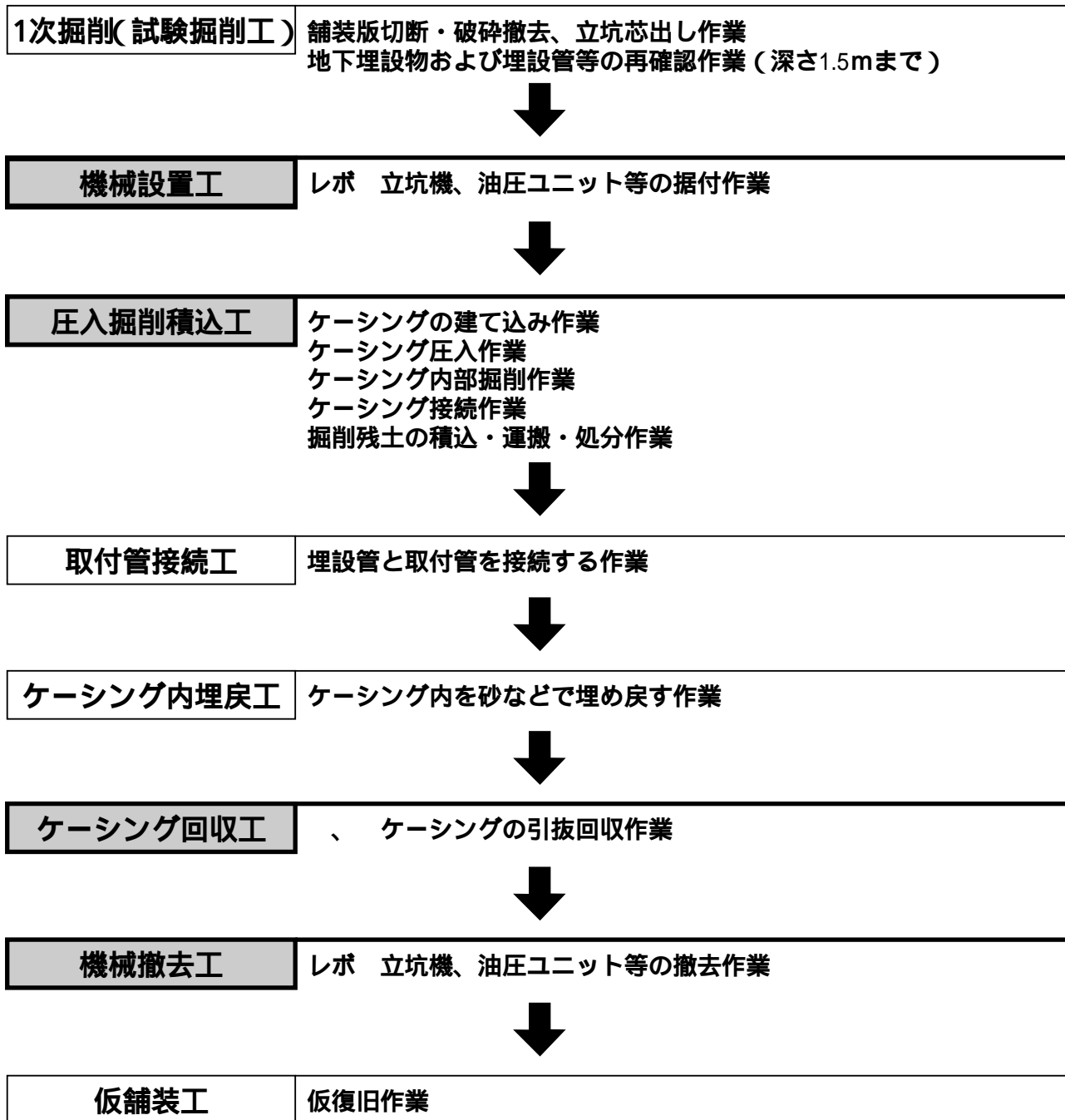
太線内の工種については積算編に考慮しています。

3 - 3 . 人孔設置用簡易土留め工



施工完了まで機械は撤去しません。
太線内の工種については積算編に考慮しています。

3 - 4 . 取付管接続用簡易土留め工



施工完了まで機械は撤去しません。
太線内の工種については積算編に考慮しています。

4 . 積算条件

4 - 1 . ケーシング要目

4 - 1 - 1 . ケーシング回収方式のケーシングの種類について

ケーシング回収型（B、Cケーシング回収型）立坑は次に示す4種類のケーシングの組み合わせで構成されます。

Aケーシング

最短寸法は0.5m、最長寸法は1.0mを標準とします。

端数処理は、このケーシングで、0.05m単位で行います。

Bケーシング（坑口窓付ケーシング）

1.7mを標準とします。

Cケーシング

0.5m、1.0m、1.5mを標準とし、深さに応じて本数を決定します。

仮設ケーシング

1.5mを標準とします。

4 - 1 - 2 . ケーシング部分回収方式のケーシングの種類について

ケーシング部分回収型（Cケーシング回収型）立坑は次に示す4種類のケーシングの組み合わせで構成されます。

先端ケーシング

最短寸法は1.0m、最長寸法は2.0mを標準とします。

端数処理は、このケーシングで、0.05m単位で行います。

中間ケーシング

1.0mを標準とし、最多本数は4本とします。

Cケーシング

1.5mを標準とします。

仮設ケーシング

1.5mを標準とします。

4 - 1 - 3 . ケーシング在置方式のケーシングの種類について

ケーシング在置型（ケーシング全損型）立坑は次に示す4種類のケーシングの組み合わせで構成されます。

先端ケーシング

最短寸法は1.0m、最長寸法は2.0mを標準とします。

端数処理は、このケーシングで、0.05m単位で行います。

中間ケーシング

1.0mを標準とし、最多本数は4本とします。

最終ケーシング

1.0mまたは1.5mを標準とします。

仮設ケーシング

1.5mを標準とします。

4 - 1 - 4 . 人孔設置用簡易土留方式のケーシングの種類について

人孔設置用簡易土留方式は次に示す2種類のケーシングの組み合わせで構成されます。

ケーシング

2.0mを標準とします。

ケーシング

1.0mを標準とし、最多本数は6本とします。

ケーシングの地上部残り高さを0.6m以上に設計し、端数は1.0m当りに切り上げ、このケーシングの本数にて調整します。

4 - 1 - 5 . 取付管接続用簡易土留方式のケーシングの種類について

取付管接続用簡易土留方式は次に示す2種類のケーシングの組み合わせで構成されます。

ケーシング

2.0mを標準とします。

ケーシング

1.0mを標準とし、最多本数は6本とします。

ケーシングの地上部残り高さを0.6m以上に設計し、端数は1.0m当りに切り上げ、このケーシングの本数にて調整します。

4 - 1 - 6 . ケーシング寸法について

埋設ケーシングの寸法は次の諸元を標準とします。

呼び径	1500
外径 (mm)	1,524
内径 (mm)	1,500
肉厚 (mm)	12
外周長 (mm)	4,788
1m当り重量 (kg)	447

4 - 1 - 7 . ケーシングの刃先について

N値20未満の普通土は、刃先加工は致しません。N値20以上の普通土及びN値20以下の礫混り土は、刃先加工を必要とします。ケーシングの刃先は直刃を標準とします。

ケーシングの刃先は、ケーシング全長に含みません。

4 - 2 . 立坑深の限界について

立坑深の限度は、7 mを標準とします。

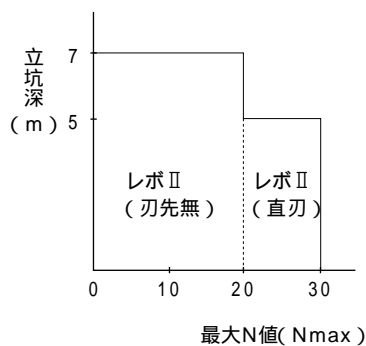
但し、20 N値<30の普通土部及びN値20以下の礫混り土部がある場合は5 mを標準とします。

4 - 3 . 適用土質について

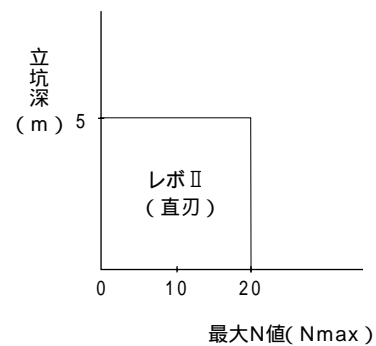
適用土質は、N値30未満の普通土及び最大礫径50mm以内でN値20以下の礫混り土とします。

判断の難しい土質については、当協会事務局にお問い合わせ下さい。

普通土（粘性土、砂質土）の場合



礫混り土の場合

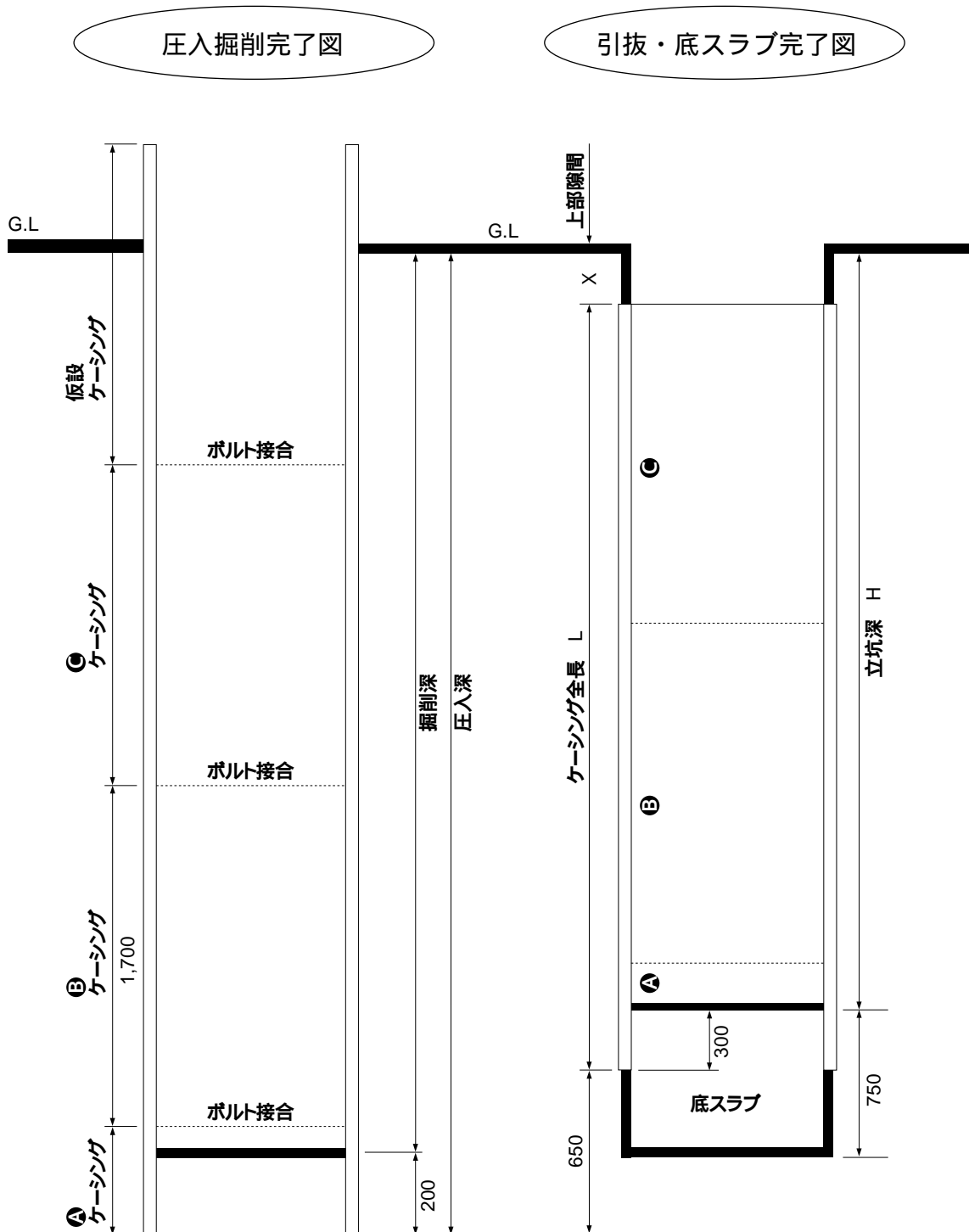


4 - 4 . 軟弱地盤への対応について

N値2以下の軟弱層（特に滞水砂層）への施工は、浮力等の検討をお願いします。対応策として、立坑築造時及び底スラブコンクリートの養生時は立坑内の水位を地下水位以上保つこと、且つ推進工の立坑に使用するのであれば、坑口に必ず薬液注入工を行うと思いますので、底スラブコンクリートの養生中に、その施工（坑口薬液注入工）を行い、その後、立坑内うわ水排水工及びレイタンス除去工を施工することを推奨します。

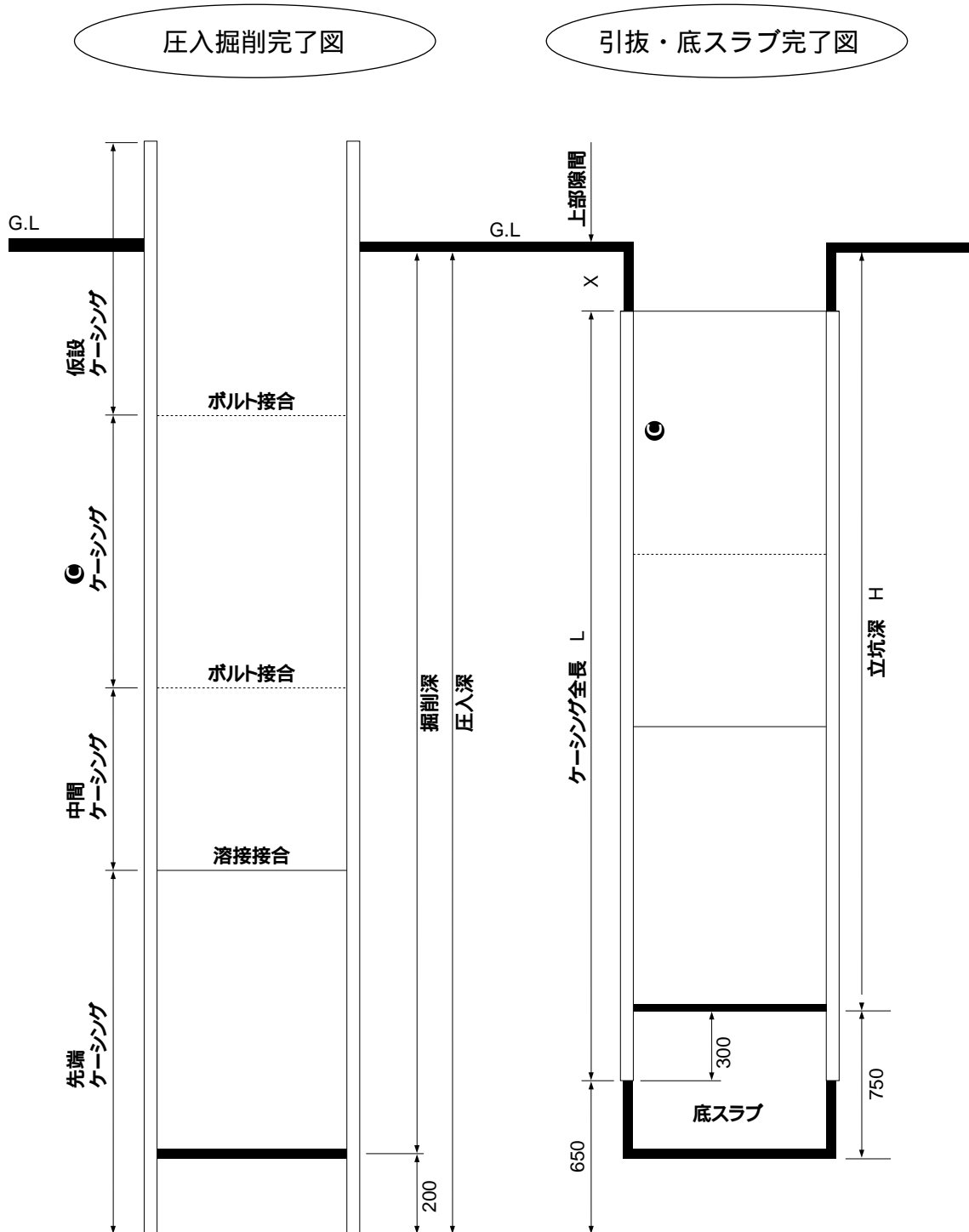
4 - 5 . 標準施工図

4 - 5 - 1 . ケーシング回収方式



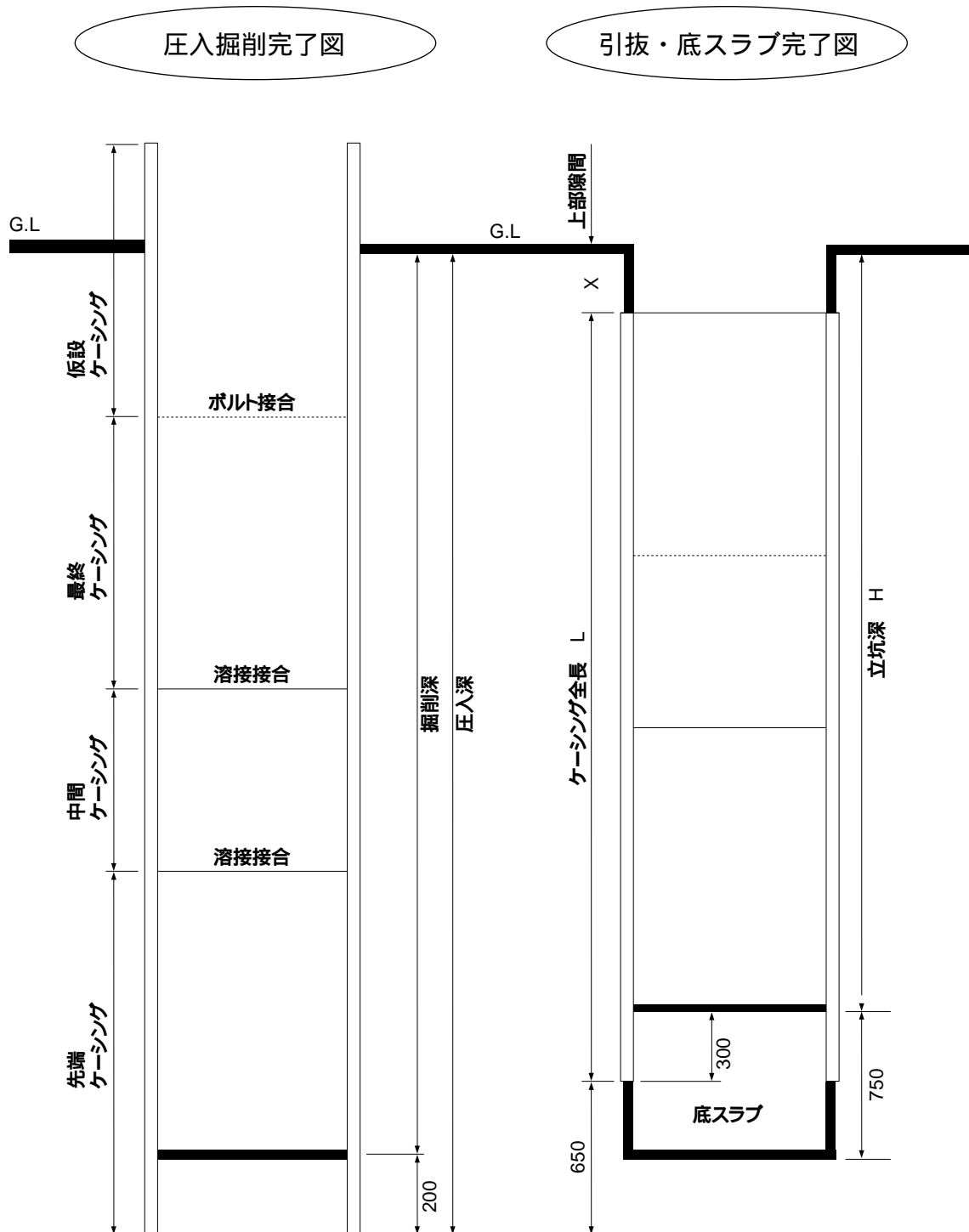
地下埋設物確認のため、一次掘削（試験掘削）を行う場合は、掘削深と圧入深をその分考慮することができます。

4 - 5 - 2 . ケーシング部分回収方式



地下埋設物確認のため、一次掘削（試験掘削）を行う場合は、掘削深と圧入深をその分考慮することができます。

4 - 5 - 3 . ケーシング在置方式



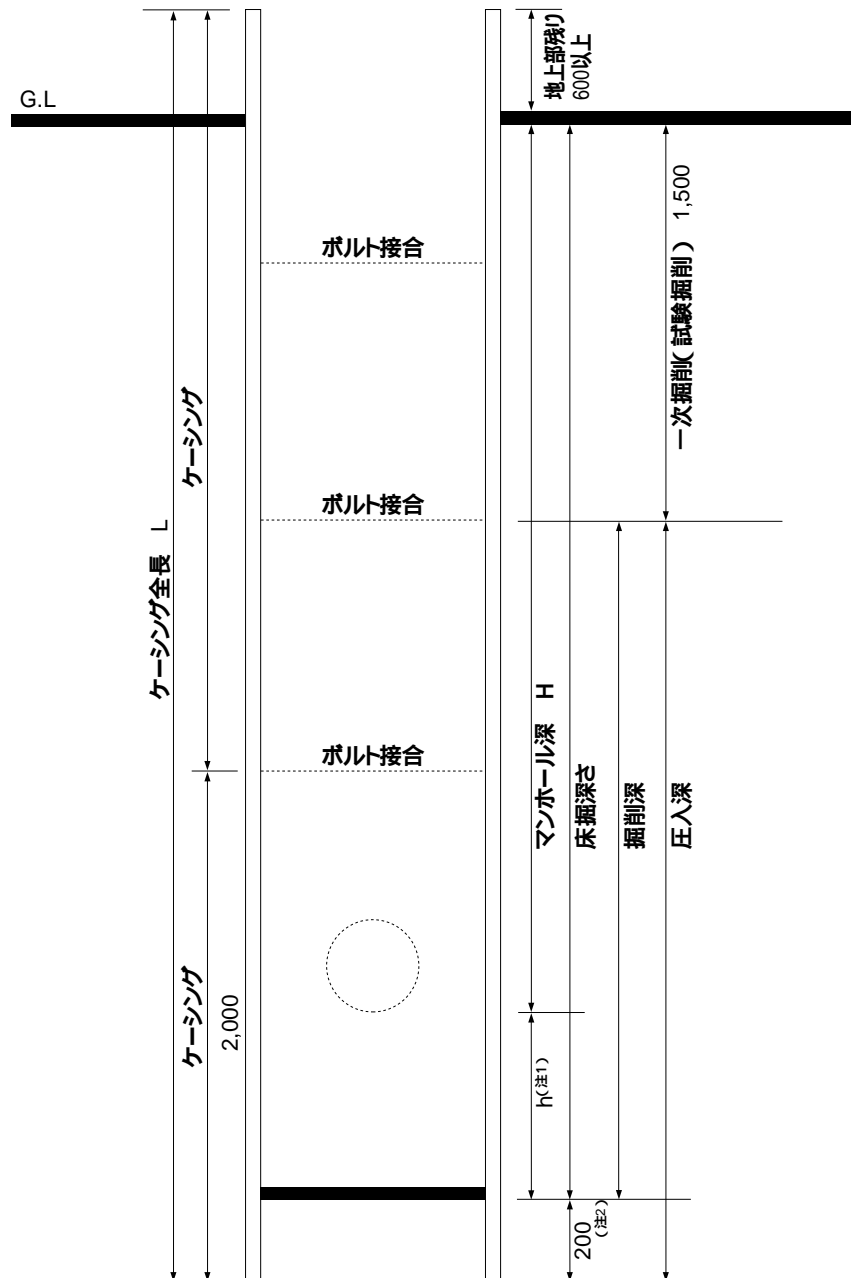
地下埋設物確認のため、一次掘削（試験掘削）を行う場合は、掘削深と圧入深をその分考慮することができます。

レボ協会ホームページにて無料でCADデータをダウンロードできます。

URL <http://www.revokyoukai.co.jp>

4 - 5 - 4 . 人孔設置用簡易土留方式

圧入掘削完了図

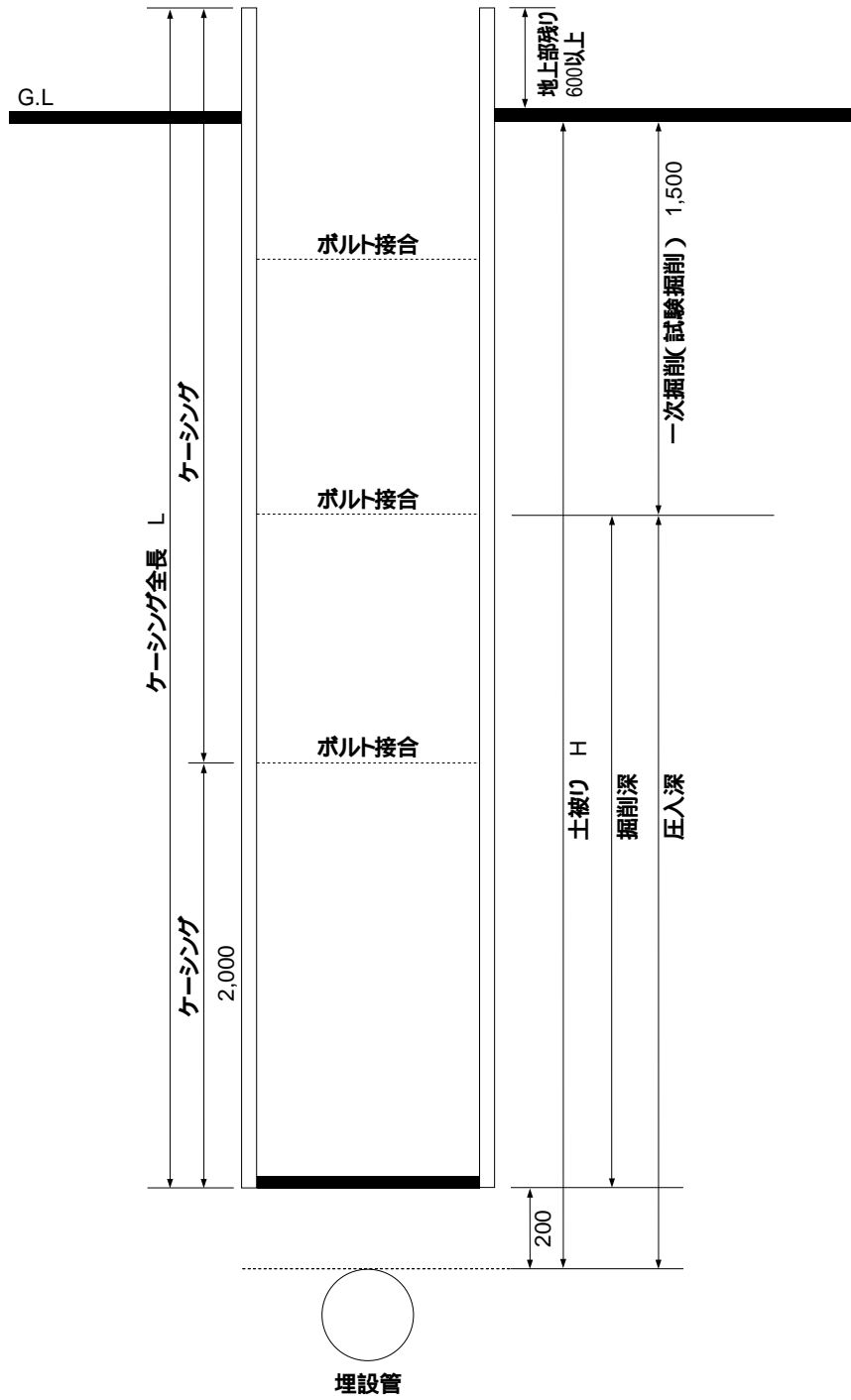


注1) hは管底より床付までの寸法。

注2) 根入れ長は200mmを標準とします。現場状況に応じて変更することもできます。

4 - 5 - 5 . 取付管接続用簡易土留方式

圧入掘削完了図



4 - 6 . 各寸法の求め方

4 - 6 - 1 . 立坑築造工の各寸法について

4 - 6 - 1 - 1 . 立坑の各寸法について

立坑寸法は、次のように算出します。

$$\text{立坑深} = H$$

$$\text{圧入深} = H + 0.95 \text{ (m)}^{(\text{注}1)}$$

$$\text{掘削深} = H + 0.75 \text{ (m)}^{(\text{注}1)}$$

$$\text{ケーシング全長} \quad L = H - x + 0.3 \text{ (m)}^{(\text{注}2)}$$

x : 地盤から引き抜き後のケーシング最上端までの深さ (m)^(注3)

注1) 地下埋設物確認のため、1次掘削(試験掘削)を行う場合は、掘削深と圧入深をその分考慮することができます。

注2) 刃先の長さはケーシング全長に含みません。

注3) 覆工板とケーシングが接触しケーシングに荷重がかかるとケーシングが沈下し、管底高などに影響がでます。従って、覆工板とケーシングが接触しないよう、覆工板の下面とケーシング最上端との隙間は、50mm以上100mm以下になるよう設計して下さい。このxの値で、0.05m未満の端数を処理し、ケーシング全長を0.05m単位にして下さい。

【各寸法の計算例】

立坑深H = 4.633mで1次掘削を考慮しない場合

レボ用円形簡易覆工板使用時

$$\text{圧入深} = 4.633 + 0.95 = 5.583\text{m}$$

$$\text{掘削深} = 4.633 + 0.75 = 5.383\text{m}$$

$$\text{上部隙間} x = 0.083\text{m} \text{ (50mm} \times 100\text{mm)}$$

ここで、0.05m未満の端数0.033を処理します。

$$\text{ケーシング全長} = 4.633 - 0.083 + 0.3 = 4.850\text{m} \text{ となります。}$$

本覆工板(厚さ0.2m)使用時

$$\text{圧入深} = 4.633 + 0.95 = 5.583\text{m}$$

$$\text{掘削深} = 4.633 + 0.75 = 5.383\text{m}$$

$$\text{上部隙間} x = 0.283\text{m} \text{ (本覆工板の厚さ0.2m、50mm} \times 100\text{mm)}$$

ここで、0.05m未満の端数0.033を処理します。

$$\text{ケーシング全長} = 4.633 - 0.283 + 0.3 = 4.650\text{m} \text{ となります。}$$

4 - 6 - 1 - 2 . ケーシングの回収長について

ケーシングの回収長は、次のように算出します。

ケーシング回収方式

ケーシング回収長 = B ケーシング長 (1.7m) + C ケーシング + x

ケーシング部分回収方式

ケーシング回収長 = C ケーシング長 (1.5m) + x

4 - 6 - 1 - 3 . ケーシングの割り振りにについて

ケーシング回収方式

ケーシング全長 L より A ケーシングの最短寸法 0.5m と B ケーシング (1.7m) を引き、残りを C ケーシングにて割り付けます。0.5m 未満の長さは、A ケーシングに加算します。

ケーシング部分回収方式

ケーシング全長 L より C ケーシング (1.5m) を引き、残り長さのうち小数点以下の長さに 1.0m を加算した長さを先端ケーシングに割り付け、残りの正数は中間ケーシングに割り振ります。

ケーシング在置方式

標準的な割り振りについては、まず先端ケーシングを 1.5m と仮定し、ケーシング全長 L より引き、残りを中間、最終ケーシングに割り付けます。0.5m 未満の端数は先端ケーシングの 1.5m に加算します。できるだけ先端ケーシング長が 1.5m 以上になるように割り付けて下さい。

【ケーシング割付の計算例】

ケーシング全長が 4.85m の場合で割り付けしてみます。

ケーシング回収方式の場合

A ケーシングを 0.5m と仮定すると、残りは $4.85 - 0.5 = 4.35\text{m}$ となります。次に B ケーシングの 1.7m を引くと、残りは $4.35 - 1.7 = 2.65\text{m}$ となります。それを最も効率の良いように C ケーシングに割り付けます。この場合は、1.0m と 1.5m を各々 1 本ずつ用いれば、0.15m 余りますので、それを A ケーシングに加算し、A ケーシングは 0.65m となります。

ケーシング部分回収方式の場合

C ケーシングの 1.5m を引くと、残りは $4.85 - 1.5 = 3.35\text{m}$ となります。次に小数点以下の 0.35m に 1.0m を加算した長さ 1.35m を先端ケーシングに割り付けます。残りの長さは $3.35 - 1.35 = 2.0\text{m}$ なので中間ケーシングは 2 本ということになります。

ケーシング在置方式の場合

先端ケーシングを 1.5m と仮定すると、残りは $4.85 - 1.5 = 3.35\text{m}$ となります。中間ケーシング 1.0m を 2 本と最終ケーシングを 1.0m とすれば 0.35m 余りますので、それを先端ケーシングに加算し、先端ケーシングは 1.85m となります。

4 - 6 - 2 . 人孔設置用簡易土留工の各寸法について

4 - 6 - 2 - 1 . 人孔設置用簡易土留工の各寸法について

人孔設置用簡易土留工の寸法は、次のように算出します。

$$\text{マンホール深} = H$$

$$\text{床堀深さ} = H + h$$

$$\text{掘削深} = H + h - 1.50$$

$$\text{圧入深} = H + h + 0.20^{(注)} - 1.50$$

$$\text{地上部残り高さ} = 0.60$$

h : 管底より床付までの寸法

$$\text{ケーシング全長 } L = H + h + 0.2 + 0.6^{(注)} \text{ (m)}$$

上記式の和の1.0m以下を切り上げ、1.0m単位にします。

注) 根入れ長を変更する場合はその数値を代入して下さい。

4 - 6 - 2 - 2 . ケーシングの回収長について

ケーシングの回収長は、次のように算出します。

$$\text{ケーシング回収長} = H + h + 0.20^{(注)}$$

注) 根入れ長を変更する場合はその数値を代入して下さい。

4 - 6 - 2 - 3 . ケーシングの割り振りにについて

ケーシング全長Lより ケーシング(2.0m)を引き、残りを ケーシングに割り振ります。このとき、小数点以下は切り上げ1.0m単位にしますので、小数点以下の端数が生じた場合は、ケーシングの本数が1本増えることとなります。

【ケーシング割付の計算例】

マンホール深が4.85m、床堀深さが0.49m、根入れ長が0.2mの場合で割り付けしてみます。

ケーシング全長L $4.85 + 0.49 + 0.2 + 0.6$ となりますので、L 6.14m となります。小数点以下を1.0m単位に切り上げますので、L $= 7.0\text{m}$ となります。これより ケーシング2.0mを引くと、 $7.0 - 2.0 = 5.0\text{m}$ となります。残りを ケーシング1.0mに割り振りますので ケーシングが5本ということになります。

4 - 6 - 3 . 取付管接続用簡易土留工の各寸法について

4 - 6 - 3 - 1 . 取付管接続用簡易土留工の各寸法について

取付管接続用簡易土留工の寸法は、次のように算出します。

$$\begin{aligned} \text{土被り} &= H \\ \text{掘削深} &= H - 0.20 - 1.50 \\ \text{圧入深} &= H - 0.20 - 1.50 \\ \text{地上部残り高さ} &0.60 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ケーシング全長 } L &= H - 0.2 + 0.6 \text{ (m)} \\ &\text{上記式の和の1.0m以下を切り上げ、1.0m単位にします。} \end{aligned}$$

4 - 6 - 3 - 2 . ケーシングの回収長について

ケーシングの回収長は、次のように算出します。

$$\text{ケーシング回収長} = H - 0.20$$

4 - 6 - 3 - 3 . ケーシングの割り振りにについて

ケーシング全長Lより ケーシング(2.0m)を引き、残りを ケーシングに割り振ります。このとき、小数点以下は切り上げ1.0m単位にしますので、小数点以下の端数が生じた場合は、ケーシングの本数が1本増えることとなります。

【ケーシング割付の計算例】

土被りが4.85mの場合で割り付けしてみます。

ケーシング全長L $4.85 - 0.2 + 0.6$ となりますので、L 5.25m となります。小数点以下を1.0m単位に切り上げますので、L $= 6.0\text{m}$ となります。これより ケーシング2.0mを引くと、 $6.0 - 2.0 = 4.0\text{m}$ となります。残りを ケーシング1.0mに割り振りますので ケーシングが4本ということになります。

4 - 7 . 作業時間の算定

4 - 7 - 1 . 圧入掘削積込時間 T_{C1}

(1)準備時間： T_1 (ケーシングを置場で積み込んで現場に搬入し建て込む時間)

$$T_1 = t_1 \times n_1 \text{ (分)}$$

(2)圧入掘削積込時間： T_2 (ケーシングを圧入する時間)

$$T_2 = T_{2A} + T_{2B} \text{ (分)}$$

A) N値<20、普通土の場合

$$T_{2A} = \frac{V \times h_1}{q_0 \times 0.98} \times t_2 \times 1.0 \text{ (分)}$$

B) 20 N値<30の普通土及びN値 20の礫混り土の場合

$$T_{2B} = \frac{V \times h_2}{q_0 \times 0.98} \times t_2 \times 1.5 \text{ (分)}$$

(3)バンド盛替時間： T_3

(締め付けバンドを緩めて引き上げ更に垂直度を調整する時間)

$$T_3 = \frac{h_3}{S} \times t_3 \text{ (分)}$$

圧入掘削積込作業時間： T_c

$$T_{C1} \left\{ T_1 + \frac{T_2}{F} + \frac{T_3}{F} \right\} 60 \text{ (時間)}$$

ここで、

n_1 : ケーシング本数

注1) A、Bケーシングは接合状態で現場着とし、1本扱いとします。

注2) 仮設ケーシング(1.5m×1本)も含まれます。

注3) 、ケーシングを使用するときも使用本数分含まれます。

h_1 : N値20未満の普通土(粘性土及び砂質土)部の掘削深さ(m)

h_2 : 20 N値<30の普通土部または、N値20以下の礫混り土部の掘削深さ(m)

h_3 : 圧入深(m)

S : ストローク(0.20m)

F : 作業係数(0.6)

4 - 7 - 2 . ケーシング引き抜き時間 T_{P1}

底スラブ築造時におけるケーシングの引き抜き ($L = 0.65m$) 時間です。

(1)準備時間 : T_4 (ケーシングを吊上げ、置場まで運搬し荷卸をする時間)

$$T_4 = t_4 \times n_2 \text{ (分)}$$

(2)ケーシング引き抜き時間 : T_5

$$T_5 = \frac{h_4}{S} \times t_5 \text{ (分)}$$

(3)バンド盛替時間 : T_6

$$T_6 = \frac{h_4}{S} \times t_6 \text{ (分)}$$

ケーシング引き抜き作業時間 : T_{P1}

$$T_{P1} \left\{ T_4 + \frac{T_5}{F} + \frac{T_6}{F} \right\} \times 60 \text{ (時間)}$$

ここで、

n_2 : 仮設ケーシング本数 ($1.5m \times 1$ 本)

h_4 : 引抜き長 ($0.65m$)

S : ストローク ($0.20m$)

F : 作業係数 (0.6)

4 - 7 - 3 . ケーシング回収作業時間 T_{P2}

(1)搬入時間： T_7

(仮設ケーシング1本を置場で積み込んで現場に搬入し建て込む時間)

$$T_7 = t_1 \times n_3 \text{ (分)}$$

(2)搬出時間： T_8

(仮設、C、B、
、ケーシングを吊上げ、置場まで運搬し荷卸をする時間)

$$T_8 = t_4 \times n_4 \text{ (分)}$$

(3)ケーシング回収時間： T_9

$$T_9 = \frac{h_5}{S} \times t_5 \text{ (分)}$$

(4)バンド盛替時間： T_{10}

$$T_{10} = \frac{h_5}{S} \times t_6 \text{ (分)}$$

ケーシング回収作業時間： T_{P2}

$$T_{P2} \left\{ T_7 + T_8 + \frac{T_9}{F} + \frac{T_{10}}{F} \right\} \times 60 \text{ (時間)}$$

ここで、

n_3 : 仮設ケーシング本数 (1.5m × 1本)

n_4 : 仮設、C、B、
、ケーシング本数

h_5 : ケーシング回収長

注) レボ 工法、技術編 P28 ~ P31 『4 - 6 . 各寸法の求め方』を参照

S : ストローク (0.20m)

F : 作業係数 (0.6)

呼び径 \ サイクルタイム	t_1 分/本	t_2 分/サイクル	t_3 分/サイクル	t_4 分/本	t_5 分/サイクル	t_6 分/サイクル
1500	30	7	2	30	2	2

呼び径	掘削機	掘削1m当り土量 V	最大バケット容量 q_0
1500	油圧クラムシェル (テレスコピック型) 油圧バックホウ	1.83m ³	0.20m ³

注) 現場状況、掘削深に応じた掘削機を用います。

4 - 8 . 立坑工 編成人員

土木一般世話役 総指揮
特殊作業員 圧入機運転
特殊運転手 掘削機運転
とび工 ケーシング据付・接続
普通作業員 誘導・溶接工手元
特殊運転手 トラッククレーン運転
一般運転手 掘削土処分
溶接工 ケーシング溶接

5 . レボ 工法用円形簡易覆工板について

レボ 工法用円形簡易覆工板は、意匠第1019820号をもって意匠登録が認められました。
この覆工板の大きな特徴を下記に挙げます。（詳細形状は参考資料P139参照）

荷重T - 25に対応しています。

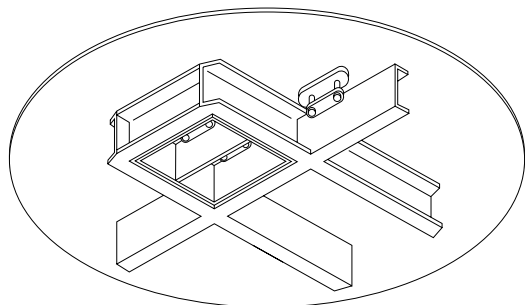
覆工板裏側のリブ構造を井桁にすることにより、従来の円形覆工板と比較して、覆工板の自重を軽減することができました。

覆工板の表面を黄色と白色のストライプとすることにより、覆工板の存在を強調できるようにしたため、車などが走行する際に注意を促すようになっています。

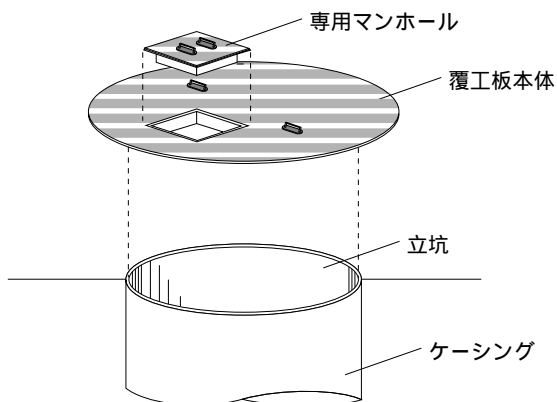
覆工板の上面に500mm角の専用マンホールを設置している構造のため、クレーンを持ち込まなくても立坑内に人間が入ることができ、水替え作業や推進工の到達作業が容易に行えるようになっています。

次項のレボ工法用円形簡易覆工板用受桁を使用することにより、さらなる小型化及び軽量化を実現しました。

[1500用]



下方斜視図



立坑ケーシングを覆工する状態を示す参考図

6. レボ 工法用円形簡易覆工板用受桁について

レボⅡ工法用円形簡易覆工板をより小さく、より安全に、より適用範囲を広げるためにレボⅡ工法用円形簡易覆工板用受桁を開発致しました。この受桁の大きな特徴を下記に挙げます。（詳細形状は参考資料P142参照）

荷重T-25に対応しています。従来、円形簡易覆工板は路面に直に置いていたため路面側の強度が保証できませんでしたが、円形簡易覆工板にかかる荷重を強度的に証明できる専用受桁が支えるため、安全性の向上に繋がります。

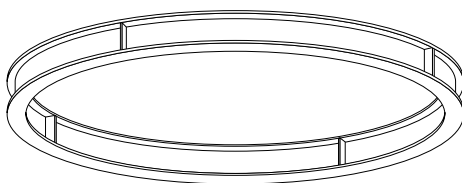
円形簡易覆工板の外径を小さくすること（占有面積を小さくすること）が出来ます。従来、円形簡易覆工板は路面に直に置いていたため、安全性を高めるため、立坑径に比較してかなり大径の覆工板を使用して路面への設置面積を広くとっていましたが、専用受桁を使用することにより円形覆工板の外径を受桁の外径に合わせることが出来るため、路面の占有面積が小さくて済みます。

土砂等のケーシング立坑内への崩落を防ぐことができます。円形簡易覆工板にかかった荷重がケーシングに伝わらないよう、覆工板とケーシングの隙間を5cm～10cm設けているため、その隙間からケーシング立坑内に多少の土砂等の崩落が生じることもありましたが、専用受桁をケーシング立坑の周囲に掘り下げて設置するため、土砂等のケーシング立坑内への崩落を防ぐことができます。

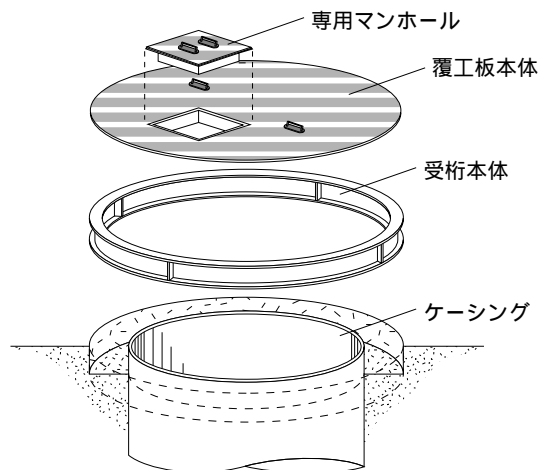
設置撤去作業が容易に出来ます。従来の四角形覆工板用受桁は、H形鋼やC形鋼を現場で溶接して設置していたため、設置及び撤去に時間がかかっていましたが、円形簡易覆工板は、ユニットされた専用受桁であるため設置撤去作業が容易に出来ます。

2t車にて搬入が可能です。円形簡易覆工板の外径が小さくなったため、重量をさらに軽くすることができました。

[1500用]



下方斜視図



立坑ケーシングを覆工する状態を示す参考図

低耐荷力方式
鋼製さや管方式

REVO推進機

Uモール工法

技術編

1. Uモール工法

1 - 1 . 特徴

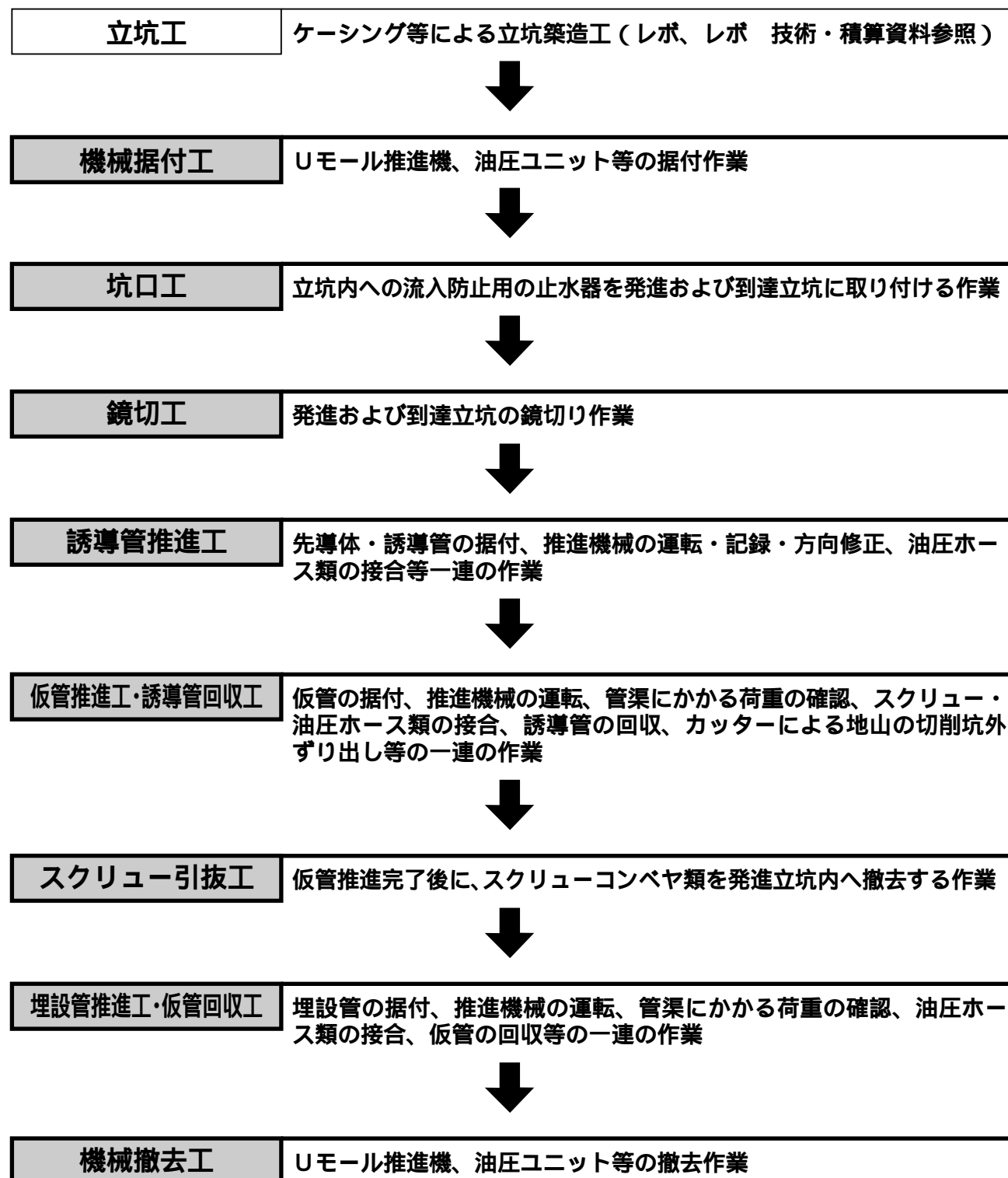
- (1)Uモールは塩ビ管推進と鋼管削進の両機能を装備しています。
- (2)小型であるため、省スペースのレボ立坑（ 1500 ）より発進が可能です。
- (3)塩ビ管推進において、従来にない仮管併用圧入2工程（管置換方式）を採用した新発想の推進工法であるため、お客様に傷ひとつない製品を提供できます。さらにこの工法での人孔到達も可能です。
- (4)レボ立坑機のケーシング回収方式により築造した立坑を発進立坑とし、人孔設置用簡易土留方式により築造した組立人孔を到達人孔にすれば、作業効率の向上はもちろんのこと、より経済的に、より省スペースに施工可能です。

1 - 2 . Uモール推進機の仕様

機 種	Uモール1500	Uモール1500RV	Uモール2000
方 式	低耐荷力方式 鋼製さや管方式	低耐荷力方式	鋼製さや管方式
工 程	仮管併用圧入2工程 （管置換方式） 水平ボーリング1工程	仮管併用圧入2工程 （管置換方式）	水平ボーリング1工程
工 法	硬質塩ビ管推進工法 鋼管削進工法	硬質塩ビ管推進工法	鋼管削進工法
適用管種	硬質塩ビ管 150 ~ 300 鋼 管 150 ~ 300	硬質塩ビ管 150 ~ 300 鋼 管 150 ~ 300	鋼管 300 ~ 600
発進立坑	1500以上	1500以上	2000以上
到達立坑	900以上	900以上	900以上

2 . 硬質塩ビ管推進工法

2 - 1 . 標準施工手順（硬質塩ビ管推進工法）



太線内の工種については積算編に考慮しています。

2 - 2 . 積算条件

2 - 2 - 1 . 適応土質と最大推進距離（硬質塩ビ管推進工法）

基本的には、1スパン30mを標準とし、最長は50mとします。標準的な適応土質と最大推進距離は下表を参考にして下さい。下表以外の場合で判断しにくい場合は、協会へご相談下さい。

土 質	N 値	含水比(%)	推進距離(m)
有機質土	0 ~ 2	150以上	30 ~ 40
シルト・粘土	0 ~ 5	100 ~ 150	30 ~ 40
砂質シルト・粘土	0 ~ 5	80以上	30 ~ 40
砂質シルト・粘土	5 ~ 10	50以上	40 ~ 50
ローム・粘土	10 ~ 20	50以上	40 ~ 50
砂質・ローム・粘土	15 ~ 25	50以上	40 ~ 50
砂質・ローム・粘土	20以上	20以上	40 ~ 50
ルーズな砂	10 ~ 20	20以下	30 ~ 40
締まった砂	20 ~ 30		25 ~ 35
砂礫	10 ~ 20		25 ~ 35
滞水砂層	0 ~ 10	150以上	25 ~ 35

2 - 2 - 2 . 日進量 (硬質塩ビ管推進工法)

2 - 2 - 2 - 1 . 誘導管日進量

単位：m / 日

土質	0 N 5	5 < N 15	15 < N 25	25 < N 40
日進量	17.0	15.0	14.0	12.0

2 - 2 - 2 - 2 . 仮管日進量

単位：m / 日

呼び径	150	200	250	300
日進量	10.1	9.0	8.1	7.4

2 - 2 - 2 - 3 . 埋設管 (管置換工) 日進量

単位：m / 日

呼び径	150	200	250	300
日進量	22.3	20.0	17.9	16.1

2 - 3 . 推進工 編成人員 (硬質塩ビ管推進工法)

2 - 3 - 1 . 誘導管推進工

単位：人

世話役	特殊作業員	普通作業員	計
1	2	2	5

2 - 3 - 2 . 仮管推進工

単位：人

世話役	特殊作業員	普通作業員	計
1	2	2	5

2 - 3 - 3 . 埋設管推進工 (管置換工)

単位：人

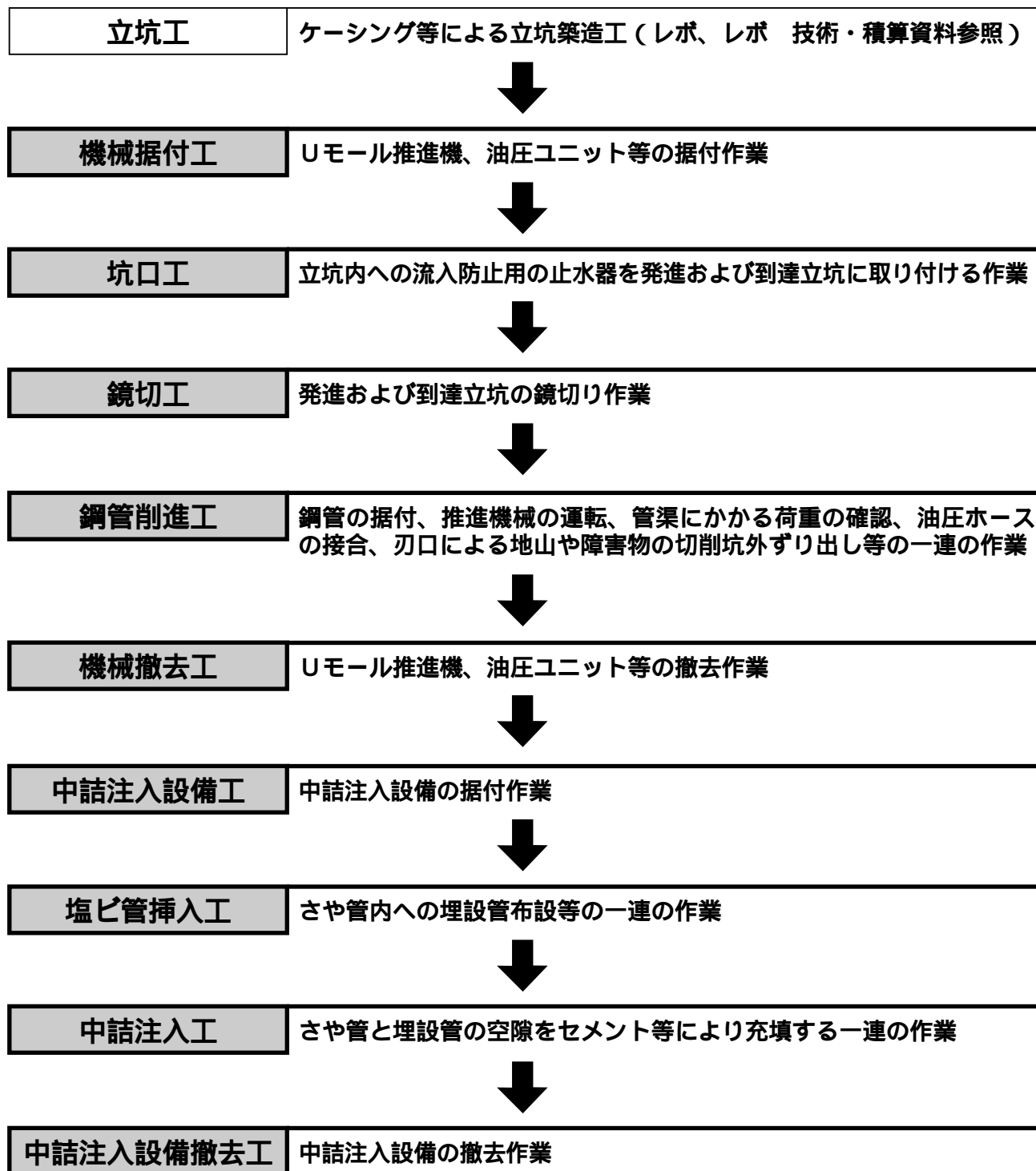
世話役	特殊作業員	普通作業員	計
1	2	2	5

2 - 4 . 工程（硬質塩ビ管推進工法）

第 1 スパン	
推進準備～推進機据付	1日
誘導管推進工 仮管推進工 スクリー引抜工 埋設管推進工（管置換工）	推進距離 ÷ 日進量
推進機撤去～片付け （次スパンが同一立坑内方向転換工の場合）	1日 （0.5日）
第 2 スパン 以降	
移設推進準備～推進機据付 （同一立坑内方向転換工の場合）	1日 （0.5日）
誘導管推進工 仮管推進工 スクリー引抜工 埋設管推進工（管置換工）	推進距離 ÷ 日進量
推進機撤去～片付け （次スパンが同一立坑内方向転換工の場合）	1日 （0.5日）

3 . 鋼管削進工法

3 - 1 . 標準施工手順（鋼管削進工法）



太線内の工種については積算編に考慮しています。

3 - 2 . 積算条件

3 - 2 - 1 . 適応土質と最大推進距離（鋼管削進工法）

基本的には、1スパン10mを標準とし、最長は20mとします。標準的な適応土質と最大推進距離は下表を参考にして下さい。下表以外の場合で判断しにくい場合は、当協会事務局へご相談下さい。

単位：m

鋼管呼び径	N < 30 普通土	N 30 固結土	礫混入土	礫・玉石混入土	岩盤
150	6	10	8	6	4
200	7	10	9	7	4
250	7	15	9	7	4
300	10	15	9	7	6
350	10	15	9	7	6
400	10	15	13	9	7
450	10	15	13	9	7
500	10	15	14	10	8
550	10	15	14	10	8
600	10	15	14	10	8

N < 30の普通土：粘性土、砂質土

N 30の固結土：粘性土、砂質土

礫 混 入 土：最大礫径70mm未満、混入率30%未満（混入率30%以上の場合は岩盤評価とします。）

礫・玉石混入土：最大礫径70mm以上150mm未満、混入率30%未満（最大礫径150mm以上又は混入率30%以上の場合は岩盤評価とします。）

岩 盤：一軸圧縮強度800kg/cm²未満（Uモール2000は、一軸圧縮強度1200kg/cm²未満）

3 - 2 - 2 . 日進量 (鋼管削進工法)

3 - 2 - 2 - 1 . 地盤と鋼管径における標準日進量

単位：m / 日

鋼管呼び径	N < 30 普通土	N 30 固結土	礫混入土	礫・玉石混入土	岩盤
150	3.3	3.0	2.8	1.4	0.8
200	3.2	2.8	2.7	1.4	0.8
250	3.0	2.7	2.6	1.3	0.7
300	2.9	2.6	2.5	1.2	0.7
350	2.8	2.5	2.3	1.1	0.7
400	2.6	2.3	2.1	1.0	0.6
450	2.5	2.2	1.9	0.9	0.6
500	2.3	2.0	1.8	0.8	0.6
550	2.1	1.9	1.6	0.7	0.5
600	1.9	1.8	1.5	0.7	0.5

N < 30の普通土：粘性土、砂質土

N 30の固結土：粘性土、砂質土

礫 混 入 土：最大礫径70mm未満、混入率30%未満（混入率30%以上の場合は岩盤評価とします。）

礫・玉石混入土：最大礫径70mm以上150mm未満、混入率30%未満（最大礫径150mm以上又は混入率30%以上の場合は岩盤評価とします。）

岩 盤：一軸圧縮強度800kg / cm²未満（Uモール2000は、一軸圧縮強度1200kg / cm²未満）

3 - 2 - 2 - 2 . 互層地盤における日進量の計算

土質が互層の場合、障害物を切断する場合は下式により日進量を補正して下さい。

L : 削進延長

A、B、C : 土質の割合

a、b、c : 上記土質における日進量

$$\text{日進量} = \frac{L}{\left(A \times \frac{L}{a}\right) + \left(B \times \frac{L}{b}\right) + \left(C \times \frac{L}{c}\right)}$$

3 - 2 - 2 - 3 . 障害物による日進量の補正

削進区間に障害物が存在する場合は、その障害物を切断するために要する日進量の補正を行って下さい。障害物の切断は岩盤土質の日進量を採用し、下記の要領に従って日進量の補正を行って下さい。下表以外の場合は、当協会事務局へご相談下さい。

(1) 鋼管削進により、障害物を切断する場合は、下記表に従い日進量を補正して下さい。

障害物項目 松杭・P C杭 100未満、ライナープレート、軽量鋼矢板
 松杭・P C杭 100以上 200未満
 松杭・P C杭 200以上 300未満、鋼矢板、H鋼

筒所 項目	1 筒所	2 筒所	3 筒所
	0.05	0.10	0.15
	0.10	0.15	0.20
	0.15	0.20	0.25

(2) 鋼管削進により、コンクリートを切断する場合は、下記表に従い日進量を補正して下さい。

種類 \ 厚さ	300mm未満	400mm未満	500mm未満
無筋コンクリート	0.10	0.15	0.20
鉄筋コンクリート	0.15	0.20	0.25

【日進量の計算例】

削進条件 削進距離：L = 10m
 鋼管径：300mm
 地盤：普通土 推進区間の70%
 礫混入土 推進区間の30%
 障害物：松杭 100mm 1箇所
 コンクリート切断：鉄筋コンクリート 300mm

まず、削進距離における普通土質の日進量に等しい割合を計算します。障害物の松杭 100mmが1箇所あることより、削進区間の10%が岩盤土質の日進量に等しいと判断でき、鉄筋コンクリートを300mm切断することより、削進区間の20%が岩盤土質の日進量に等しいと判断できます。次に削進区間における礫混入土層は30%あることより、削進区間の30%が礫混入土質の日進量に等しいと判断できます。以上より削進距離における普通土質の日進量に等しい割合は40%であると判断できます。これらの条件を互層地盤における日進量の計算に代入すると、

$$\begin{aligned} \text{日進量} &= \frac{10}{\left(0.4 \times \frac{10}{2.9}\right) + \left(0.3 \times \frac{10}{2.5}\right) + \left(0.1 \times \frac{10}{0.7}\right) + \left(0.2 \times \frac{10}{0.7}\right)} \\ &= 1.4566\cdots \\ &1.46 \end{aligned}$$

従って日進量は1.46 (m / 日) と計算できます。

3 - 3 . 削進工 編成人員（鋼管削進工法）

単位：人

世話役	特殊作業員	普通作業員	溶接工	計
1	2	1	1	5

3 - 4 . 工程（鋼管削進工法）

第 1 スパン	
推進準備～推進機据付	1日
鋼管削進工 塩ビ管挿入工	推進距離 ÷ 日進量
推進機撤去～片付け (次スパンが同一立坑内方向転換工の場合)	1日 (0.5日)
第 2 スパン以降	
移設推進準備～推進機据付 (同一立坑内方向転換工の場合)	1日 (0.5日)
鋼管削進工 塩ビ管挿入工	推進距離 ÷ 日進量
推進機撤去～片付け (次スパンが同一立坑内方向転換工の場合)	1日 (0.5日)

3 - 5 . 立坑径と塩ビ管長さとスパーサーについて

さや管内に挿入される塩ビ管は、一般的にV U直管の4 mものを切断し、塩ビ管継ぎ手により接続を行います。従って、発進立坑径により挿入する塩ビ管長さが決定されます。立坑径と塩ビ管長さの関係を下表にまとめますので参考にしてください。

スパーサーについては、2 m毎に1個取り付けて下さい。

機 種	発進立坑径	塩ビ管長 (mm)	備 考
Uモール1500	1500	1,000	1 / 4に切断
Uモール2000	2000	1,300	1 / 3に切断

3 - 6 . 塩ビ管挿入日進量

単位 : m / 日

塩ビ管呼び径	100	150	200	250	300	350	400	450
挿入日進量	13.6	12.7	12.0	11.4	10.8	10.1	9.6	9.0

3 - 7 . 削進用鋼管径の選定

3 - 7 - 1 . 推進距離により決定する場合

塩ビ管挿入時、鋼管内で埋設管の高さ調整を行うため、その精度から鋼管径を決定します。Uモールの削進精度を $a = 3 \text{ mm / m}$ とし、削進距離を $L \text{ (m)}$ とすると、
最大調整範囲 (mm) = $L \text{ (m)} \times a$

$$\text{鋼管内径} = \frac{2(L \times a)}{0.5} + \text{塩ビ管外径}$$

3 - 7 - 2 . 地盤土質の礫・玉石により選定する場合

礫・玉石層では削進精度が低下するため、削進する礫・玉石の最大径の3倍以上の鋼管径を選択します。

3 - 8 . 最小鋼管径について

上記に関わらず最小鋼管径は下表を標準とします。但し、土質により下表以外の組み合わせを計画する場合は、当協会事務局へご相談下さい。

塩ビ管呼び径	100	150	200	250	300	350	400	450
鋼管呼び径	200	250	300	350	400	500	550	600

3 - 9 . 鋼管の厚みについて

Uモールで使用する鋼管の厚みは、下表を標準とします。但し、土質または推進延長により下表以外の鋼管を使用する場合は、当協会事務局へご相談下さい。

単位：mm

鋼管呼び径 (外径)	150 (165.2)	200 (216.3)	250 (267.4)	300 (318.5)	350 (355.6)
鋼管厚	5.0	5.8	6.6	6.9	7.9
鋼管呼び径 (外径)	400 (406.4)	450 (457.2)	500 (508.0)	550 (558.8)	600 (609.6)
鋼管厚	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9

3 - 10 . 既設管への取付管推進について

3 - 10 - 1 . 取付管推進において到達できる既設管径について

取付管推進において到達可能な最小既設管径呼び径 800以上の高耐荷力管を標準とします。
呼び径 800未満の既設管への到達については、当協会事務局へご相談下さい。

3 - 10 - 2 . 取付管推進における推進延長について

既設管への到達時の推進精度を保つため1スパン8mを標準とします。8m以上の推進になる場合は、当協会事務局へご相談下さい。

3 - 10 - 3 . 取付管推進における推進角度について

取付管推進における推進角度は30度未満を標準とします。30度以上の推進角度になる場合は、当協会事務局へご相談下さい。

3 - 10 - 4 . 取付管に対する鞘管及びコア抜き用鋼管径について

既設管への取付管推進において、鞘管用鋼管及びコア抜き用鋼管の最小径は下表を標準とします。

取付管用塩ビ管呼び径	100	150	200	250	300	350	400	450	500
鞘管用鋼管呼び径	200	250	300	350	400	450	500	550	600
コア抜き用鋼管呼び径	150	200	250	300	350	400	450	500	550