

# SEEEグラウンドアンカー工法 設計・施工マニュアル〔仮設アンカー〕

平成17年6月版



株式会社 エス イ ー



# SEEグラウンドアンカー工法 設計・施工マニュアル〔仮設アンカー〕

平成17年6月版



株式会社 エスイー



## まえがき

SEEE工法は、弊社が昭和43年にフランスのS.E.E.E社からプレストレストコンクリートの定着方法として導入し、その普及発展に努力してまいりました。

以来、皆様方のご支援とご指導を賜り、技術改良を加えながら、あらゆる分野に応用され、多数の実績を得ることができました。グラウンドアンカー工法の永久ならびに仮設アンカー材として利用されている他に、橋梁、沈埋トンネル、タンク、建築の構造物、さらに防食対応を施した鋼矢板工法の控索、吊屋根構造の吊材、斜張橋の斜材、耐震対策としての落橋防止装置などにおいてその汎用性と緊張定着の確実性をはじめとする製品の優秀性、および経済性にその特長をいかんなく発揮致しております。

さて近年グラウンドアンカー工法はその著しい施工技術の発展と信頼性にともない需要の増加と、利用目的も多様化の一途をたどってまいりました。

グラウンドアンカー工法としては「SEEEグラウンドアンカー工法」が最も多くの実績を残しており、平成16年8月にはタイプルアンカーA型・U型・M型が、（財）砂防・地すべり技術センターより技術審査証明を一括取得し、材料性能・構造性能・長期耐久性能において高い信頼を頂いております。

今回、本書ではSEEEグラウンドアンカーの中でも仮設アンカーに焦点を絞り、SEEE仮設アンカーがどのような場合に適用できるのか、また、計画・設計及び施工を行ううえで必要な調査項目・手法・注意点などについて言及しております。

本書を通じてSEEEグラウンドアンカーの特長について一層のご理解を頂き、関係各位のグラウンドアンカー設計・施工の検討にお役に立てれば幸いと考えております。

平成17年6月

株式会社 エスイー

# 目 次

|                     |    |
|---------------------|----|
| <b>第1章 総 則</b>      | 1  |
| 1-1 適用の範囲           | 1  |
| 1-2 用語              | 2  |
| 1-3 記 号             | 6  |
| 1-4 SEEE仮設アンカー工法の種類 | 7  |
| 1-5 グラウンドアンカー工の分類   | 12 |
| <b>第2章 材 料</b>      | 13 |
| 2-1 一 般             | 13 |
| 2-2 テンドンおよび定着具      | 13 |
| 2-3 グ ラ ウ ト         | 20 |
| 2-4 防 食 用 材 料       | 21 |
| 2-5 その他のアンカー用材料     | 22 |
| <b>第3章 防 食</b>      | 23 |
| 3-1 一 般             | 23 |
| <b>第4章 設 計</b>      | 26 |
| 4-1 設 計 手 順         | 26 |
| 4-2 調 査             | 27 |
| 4-3 アンカーの配置         | 30 |
| 4-4 設計アンカー力         | 33 |
| 4-5 テンドンの決定         | 36 |
| 4-6 テ ン ド ン 長       | 37 |
| 4-7 ア ン カ ー 長       | 38 |
| 4-8 許容付着応力度         | 42 |
| 4-9 削 孔 径           | 43 |
| 4-10 周面摩擦抵抗         | 45 |
| 4-11 構造物全体の安定       | 46 |
| 4-12 プレストレス力        | 47 |

|                  |    |
|------------------|----|
| <b>第5章 施 工</b>   | 51 |
| 5-1 施 工 計 画      | 51 |
| 5-2 削 孔 工        | 57 |
| 5-3 削 孔 機 械      | 58 |
| 5-4 テンドンの組立加工    | 60 |
| 5-5 テンドンの取り扱い    | 62 |
| 5-6 テンドンの挿入      | 63 |
| 5-7 注 入          | 64 |
| 5-8 緊 張 ・ 定 着    | 65 |
| 5-9 緊 張 機 器      | 66 |
| <b>第6章 試 験</b>   | 70 |
| 6-1 試 験 一 般      | 70 |
| <b>設計計算例〔参考〕</b> | 73 |
| <b>参 考 文 献</b>   | 80 |





# 第1章 総 則

## 1-1 適用の範囲

このマニュアルは、SEEE工法を用いてグラウンドアンカー工事を行う場合の計画・設計・施工・試験・維持管理に関しての一般事項を示すものである。

### 【解 説】

SEEEグラウンドアンカー工法は、SEEEケーブルを用いて地盤中にグラウトによって、アンカー体を造成し、構造物に引張り力を伝達させる仮設アンカーおよび永久アンカーをいう。（本書では仮設アンカーのみ取り扱う）

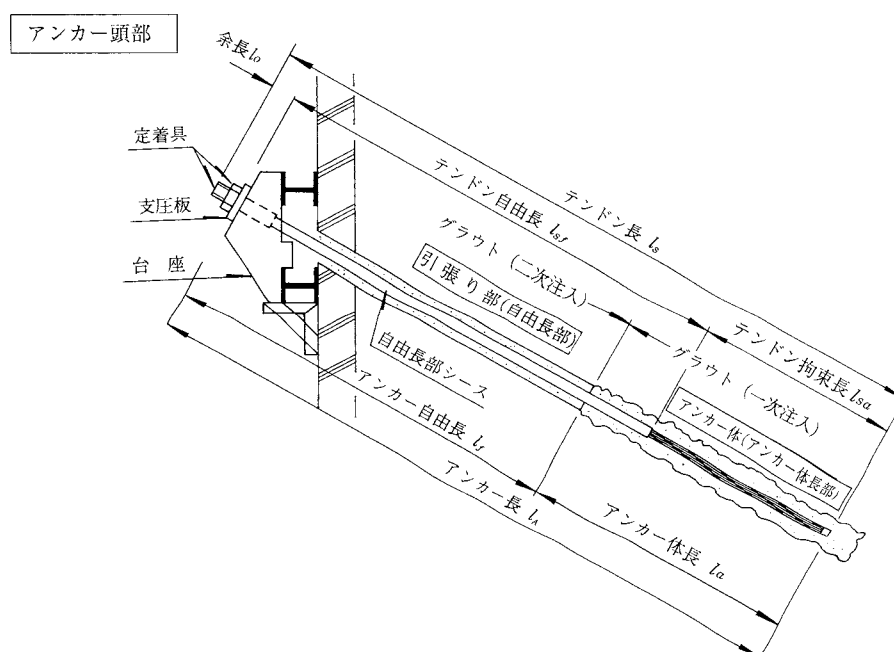
また、地盤の対象として、土砂に用いるアースアンカーおよび岩盤に用いるロックアンカーに適用できるものとする。

したがって、使用される用途は、山留工事・斜面安定工事・構造物の安定工事などに適用される。

グラウンドアンカー工事は、適用される構造物・地盤および周囲の状況によって、施工法や設計条件などを十分に検討し、また関係するところの示方書・基準・法規などにも注意を払い、実施することが必要である。

このマニュアルに示されていないものに関しては、巻末に示す資料を適用する。

解説図 1-1 仮設アンカーの一例(参考)



## 1-2 用 語

このマニュアルで用いるおもな用語を次のように定義する。

(1) グラウンドアンカー

グラウンドアンカーとは、作用する引張り力を適当地盤に伝達するためのシステムで、グラウトの注入によって造成されるアンカー体、引張り部、アンカー頭部によって構成されるものである。

(2) 仮設アンカー

仮設アンカーとは、工事中に仮設構造物などに加わる引張り力を地盤に伝えて、その変位・変形量を抑制するために用いるもので、簡易な防食・防錆を行ったもの、あるいはその必要がないものをいう。

(3) アンカー体

アンカー体とは、グラウトの注入により造成され、引張り部からの引張り力を、地盤との摩擦抵抗によって不動層に伝達するための抵抗部分をいう。

(4) 引張り部

引張り部とは、アンカー頭部からの引張り力をアンカー体に伝達するための部分をいう。

(5) アンカー頭部

アンカー頭部とは、構造物からの力を引張り力として引張り部に伝達させるための部分で、定着具と支圧板からなる。

(6) テンドン

テンドンとは、引張り力を伝達する部材をいう。SEE 仮設アンカー工法では、多重よりPC鋼より線およびPC鋼より線を用いる。

(7) アンカー自由長部シース

アンカー自由長部シースとは、テンドン自由長部の摩擦損失を防ぎ、かつ防食をはかるためのもので、フレキシブルなポリエチレン管などが用いられる。

(8) グラウト

グラウトとは、注入材、あるいは注入材が固化したものをいい、セメント系グラウトと合成樹脂系グラウトなどがある。

(9) アンカー体注入

アンカー体注入とは、アンカー体を地中で造成するために行うグラウトの注入をいう。

(10) 充填注入

充填注入とは、アンカー体の造成が終了した後行うグラウト注入をいう。

(11) 定着具

定着具とは、テンドンをアンカー頭部で定着させる部材をいい、SEE 仮設アンカー工法では、マンション・ナットを用いる。

(12) 支圧板（アンカープレート）

支圧板とは、定着具と台座あるいは構造物との間に設置される部材をいう。

(13) 台座

台座とは、テンドンの引張り力を無理なく伝達させるため、支圧板と構造物あるいは地山との間に設ける部材をいう。

(14) 拘束具

拘束具とは、テンドンの変位を拘束あるいは抑制し、テンドンに加わる引張り力をアンカー体のグラウトに伝達するために使用する部材をいう。

(15) アンカー長 ( $l_A$ )

アンカー長とは、アンカーの全長をいい、アンカー体長とアンカー自由長よりなる。

(16) アンカー体長 ( $l_a$ )

アンカー体長とは、地盤に対して力の伝達が行われているアンカー体の長さをいう。

(17) アンカー自由長 ( $l_f$ )

アンカー自由長とは、アンカー体からアンカー頭部のテンドン定着位置までの長さをいう。

(18) テンドン長 ( $l_s$ )

テンドン長とは、テンドンの全長をいい、テンドン拘束長、テンドン自由長および余長よりなる。

(19) テンドン拘束長 ( $l_{sa}$ )

テンドン拘束長とは、テンドンに加わる引張り力をアンカー体のグラウトに伝達させるために必要な部分のテンドンの長さをいう。

(20) テンドン自由長 ( $l_{sf}$ )

テンドン自由長とは、アンカー頭部に作用する引張り力を、アンカー体まで伝達させる部分のテンドンの長さをいう。

(21) 削孔長 ( $l_B$ )

削孔長とは、アンカー設置のために実際に削孔する全長をいう。

(22) 削孔径 ( $d_B$ )

削孔径とは、削孔ビットの公称径をいう。

(23) アンカー体径 ( $d_A$ )

アンカー体径とは、アンカー体の公称直径をいう。

(24) アンカー傾角 ( $\alpha$ )

アンカー傾角とは、アンカーの打設方向と水平面とのなす角をいう。

(25) アンカー水平角 ( $\theta$ )

アンカー水平角とは、構造物の基準とする鉛直面とアンカー打設方向の鉛直面とのなす角をいう。

(26) アンカーの耐久性

アンカーの耐久性とは、アンカーあるいはその一部が腐食あるいは劣化に耐えられる性能をいう。

(27) 防食用材料

防食用材料とは、アンカーに用いる鋼材の錆または腐食を防止するために用いる材料をいう。

(28) 頭部キャップ

頭部キャップとは、アンカー頭部定着具の保護と防食のために、これを覆うとともに防食用材料を充填でき、かつ管理点検時には取外しが可能なものをいう。

(29) アンカー試験

アンカー試験には、基本調査試験、品質保証試験およびその他の試験がある。

(30) 基本調査試験

基本調査試験とは、アンカー設計のために実施するもので、引抜き試験と長期試験がある。

(31) 品質保証試験

品質保証試験とは、実際に用いるアンカーの全部または一部に対して行うもので、多サイクル確認試験、1サイクル確認試験のほか、定着時緊張力確認試験などがある。

(32) アンカー力 ( $T$ )

アンカー力とは、アンカーから地盤に伝達されている力をいう。

(33) 極限アンカー力 ( $T_u$ )

極限アンカー力とは、アンカーに終局限界状態の破壊が生じる力をいい、テンドンの極限荷重、テンドンの極限拘束力およびアンカーの極限引抜き力のうち小さい方で決まる。

(34) テンドンの極限荷重 (引張り荷重) ( $T_{us}$ )

テンドンの極限荷重とは、テンドンに用いる鋼材のJISに定める引張り荷重をいう。

(35) テンドンの極限拘束力 ( $T_{ub}$ )

テンドンの極限拘束力とは、テンドンあるいはテンドンに取り付けた拘束具と、アンカー体のグラウトとの間に生じている付着に終局限界状態の破壊が生じる力をいう。

(36) アンカーの極限引抜き力 ( $T_{ug}$ )

アンカーの極限引抜き力とは、地盤とアンカー体との間に生じている摩擦に終局限界状態の破壊が生じる力をいう。

(37) テンドンの降伏点荷重 ( $T_{ys}$ )

テンドンの降伏点荷重点とは、テンドンに用いる鋼材のJISに定める降伏点から求められる荷重、または降伏点規格値を求めたときの荷重に相当するものをいう。

(38) 許容アンカー力 ( $T_a$ )

許容アンカー力とは、テンドンの許容引張り力、テンドンの許容拘束力およびアンカーの許容引抜き力のうち小さい方をいう。

(39) テンドンの許容引張り力 ( $T_{as}$ )

テンドンの許容引張り力とは、テンドンの極限荷重またはテンドンの降伏点荷重を、それぞれの安全率で除したもののうち小さい方をいう。

(40) テンドンの許容拘束力 ( $T_{ab}$ )

テンドンの許容拘束力とは、テンドンの極限拘束力を安全率で除したものをいう。

(41) アンカーの許容引抜き力 ( $T_{ag}$ )

アンカーの許容引抜き力とは、アンカーの極限引抜き力を安全率で除したものをいう。

(42) 設計アンカー力 ( $T_d$ )

設計アンカー力とは、許容アンカー力を超えない設計に用いるアンカー力をいう。

(43) セット量

セット量には、テンドンを定着具に定着するときに、テンドンが引き込まれる長さをいい、SEE 仮設アンカー工法では0mmである。

(44) 緊張力 ( $P$ )

緊張力とは、テンドンに引張り力として与える力をいう。

(45) 初期緊張力 ( $P_i$ )

初期緊張力とは、アンカー頭部の緊張・定着作業を行うときに与えるテンドンの引張り力の最大値をいう。

(46) 定着時緊張力 ( $P_t$ )

定着時緊張力とは、アンカー頭部の緊張・定着作業が終了したときにテンドンに作用している引張り力をいう。

(47) 残存引張り力 ( $P_e$ )

残存引張り力とは、アンカーの供用時に作用しているテンドンの引張り力をいう。

(48) プレストレス力 ( $P_r$ )

プレストレス力とは、構造物の安定を目的として、テンドンに与える引張り力をいう。

(49) リラクセーション

リラクセーションとは、テンドンのひずみを一定に保持したとき、応力または緊張力が時間とともに減少する現象をいう。

(50) クリープ

クリープとは、静的かつ一定の引張り力がテンドンに作用した場合、時間とともにアンカー体のグラウトとテンドンまたは地盤との接触面に生じる変位のことをいう。

(51) 責任技術者

責任技術者とは、構造物の所有者、発注者、設計者、施工者および維持管理者に所属するか、あるいは所定の手続によって業務を代行する技術者のうち、アンカーに関するそれぞれの段階の仕事における諸問題を、常時監理または監視する立場にある者をいう。責任技術者はアンカーに関する技術を理解するか、適切な専門家の助言を得て、諸問題を正しく判断して決定することが期待される。

### 1-3 記 号

このマニュアルで用いるおもな記号を次のように定める。

|                         |                             |
|-------------------------|-----------------------------|
| $A_s$ : テンドン断面積         | $a$ : アンカー体間隔               |
| $b$ : アンカー頭部間隔          | $d_A$ : アンカー体径              |
| $d_B$ : 削孔径             | $l_A$ : アンカー長               |
| $l_a$ : アンカー体長          | $l_B$ : 削孔長                 |
| $l_f$ : アンカー自由長         | $l_s$ : テンドン長               |
| $l_{sa}$ : テンドン拘束長      | $l_{sf}$ : テンドン自由長          |
| $P$ : 緊張力               | $P_e$ : 残存引張り力              |
| $P_i$ : 初期緊張力           | $P_r$ : プレストレス力             |
| $P_t$ : 定着時緊張力          | $R_f$ : 周面摩擦抵抗              |
| $T$ : アンカー力             | $T_a$ : 許容アンカー力             |
| $T_{ab}$ : テンドンの許容拘束力   | $T_{ag}$ : アンカーの許容引抜き力      |
| $T_{as}$ : テンドンの許容引張り力  | $T_d$ : 設計アンカー力             |
| $T_o$ : 初期荷重            | $T_p$ : 計画最大荷重              |
| $T_t$ : 最大試験荷重          | $T_u$ : 極限アンカー力             |
| $T_{ub}$ : テンドンの極限拘束力   | $T_{ug}$ : アンカーの極限引抜き力      |
| $T_{us}$ : テンドンの極限荷重    | $T_{ys}$ : テンドンの降伏点荷重       |
| $\alpha$ : アンカー傾角       | $\theta$ : アンカー水平角          |
| $\tau$ : 単位面積当たりの周面摩擦抵抗 | $\tau_b$ : テンドンとグラウトとの付着応力度 |

#### 1-4 SEEE仮設アンカー工法の種類

- (1) SEEE仮設アンカー工法における型式は、F型、F-U型とする。
- (2) SEEE仮設アンカー工法に用いる材料および部材は、第2章に定めるものを用いなければならない

#### 【解説】

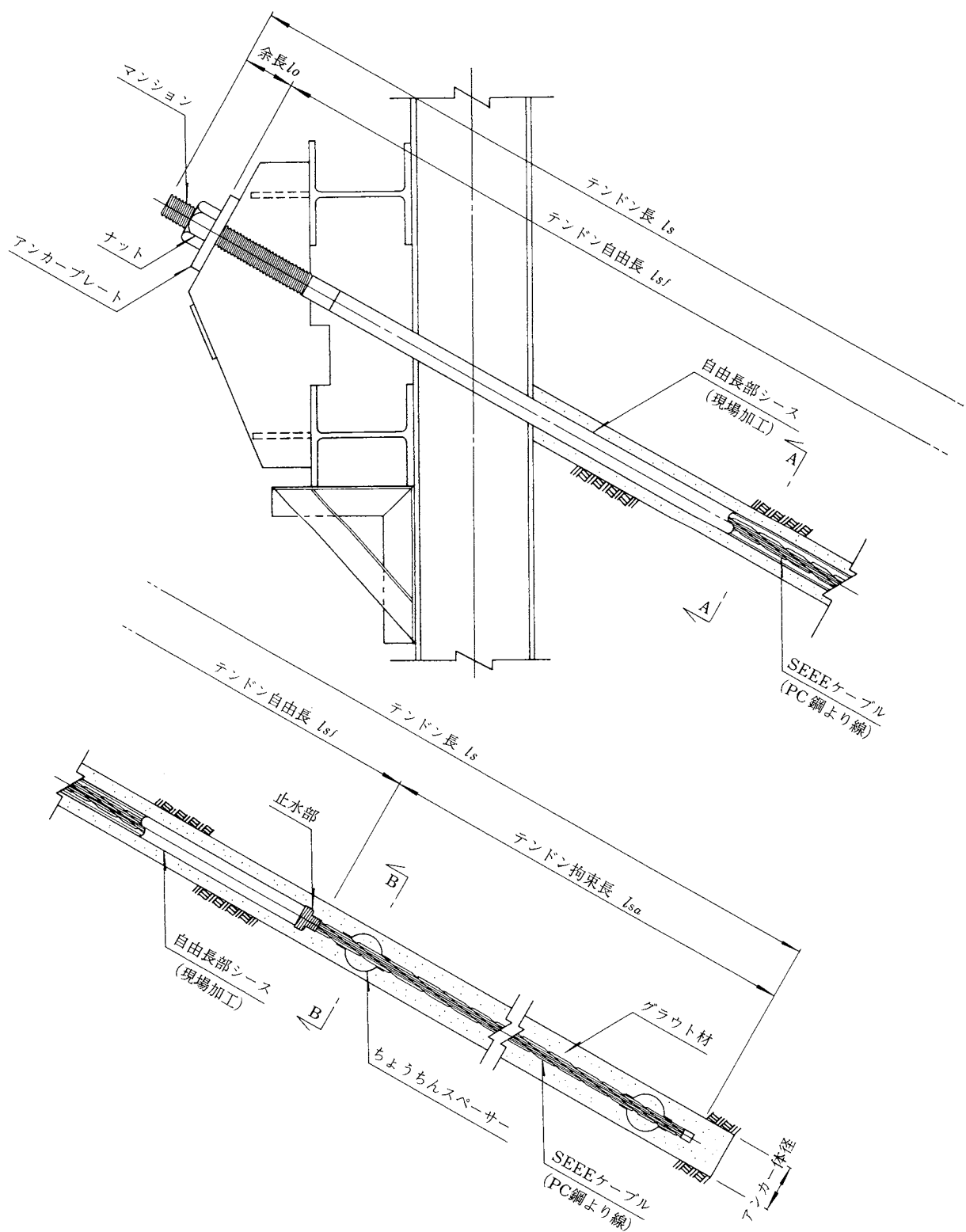
- (1) SEEE仮設アンカー工法の種類を次に示す。

解説表 1-1 SEEE仮設アンカー工法の種類

| SEEE仮設アンカー工法の種類                                                                                                                                                  | 特 長 ・ 用 途                                                                                                                                                                                                                        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <div data-bbox="212 1032 240 1330" data-label="Text"> <p>現<br/>場<br/>簡<br/>易<br/>防<br/>食</p> </div> <div data-bbox="284 931 815 1361" data-label="Image"> </div> | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 定着具がネジ式なので定着が確実で再緊張も容易</li> <li>・ 摩擦引張型</li> <li>・ 仮設構造物用</li> </ul> <p>ただし自由長部の防食処理は、現場で加工（加工ヤード要）</p>                                                                                 |
| <div data-bbox="212 1704 240 1890" data-label="Text"> <p>一<br/>重<br/>防<br/>食</p> </div> <div data-bbox="277 1543 831 1998" data-label="Image"> </div>            | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 定着具がネジ式なので定着が確実で再緊張も容易</li> <li>・ 防食は工場加工</li> <li>・ 自由長部はポリシース、防錆油を使用</li> <li>・ プレート背面は端部シース、防錆油を使用</li> <li>・ 摩擦引張型</li> <li>・ 仮設構造物用</li> <li>・ 地下水が比較的少なく加工ヤードが確保できない場所</li> </ul> |

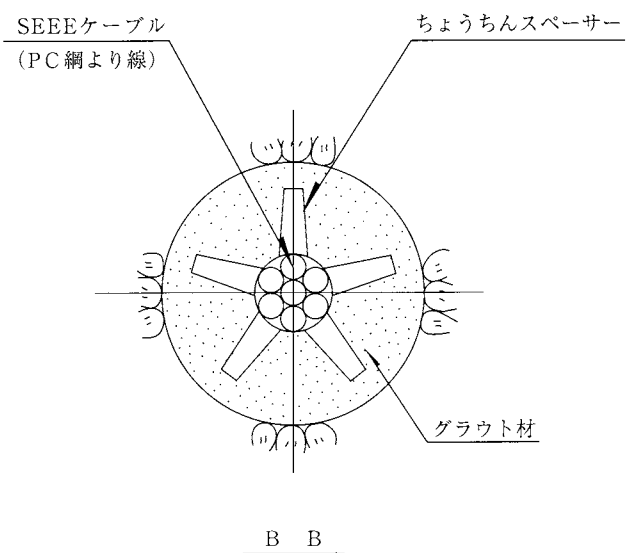
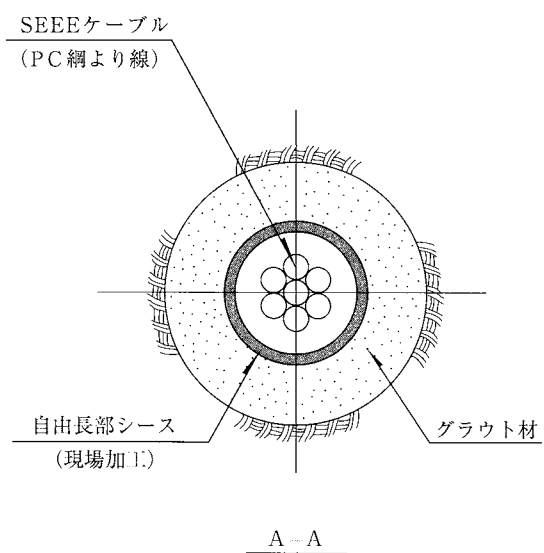
(2) SEEE仮設アンカー工法の構造を次に示す。

**SEEEアンカー (F型)** 仮設構造物用

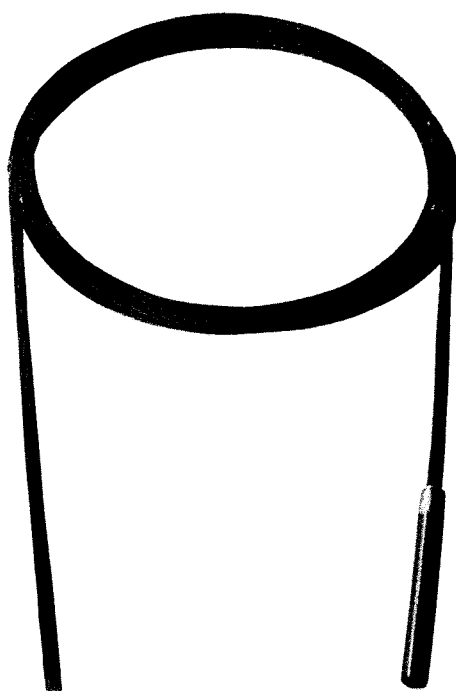
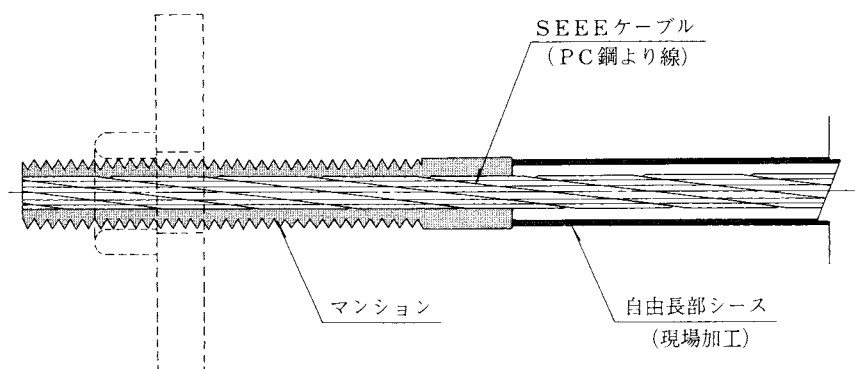


解説図1-2 SEEEアンカー (F型) の構造図

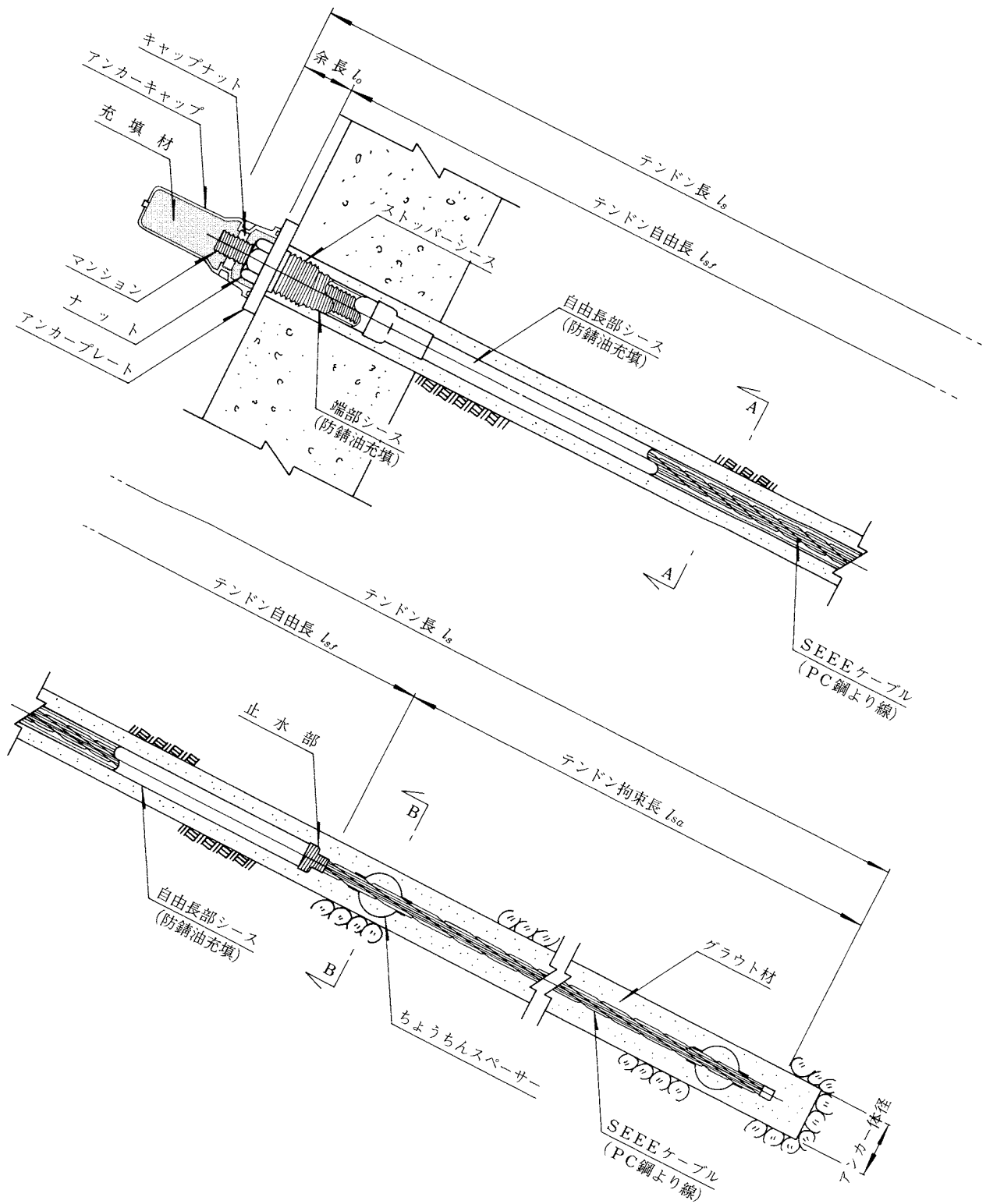




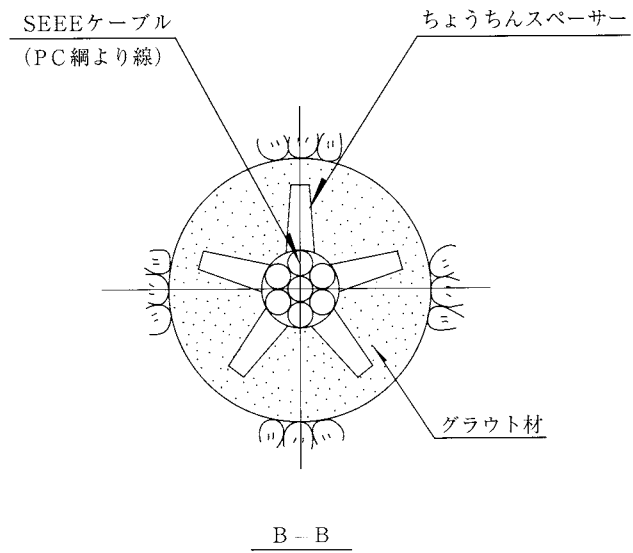
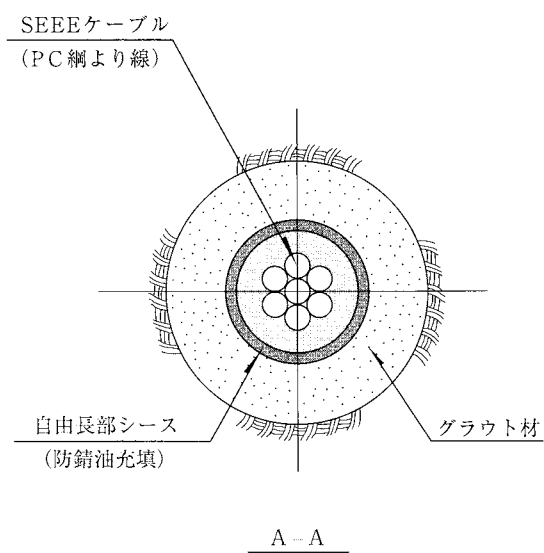
### マンション断面図



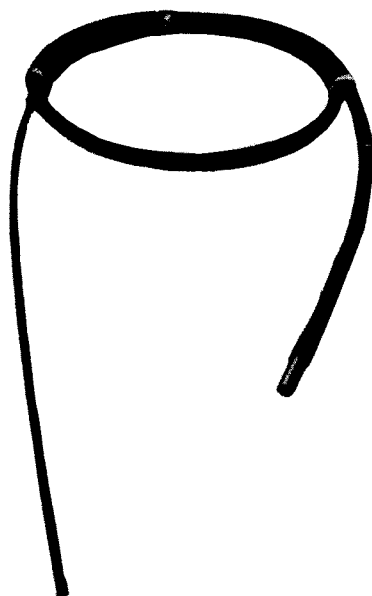
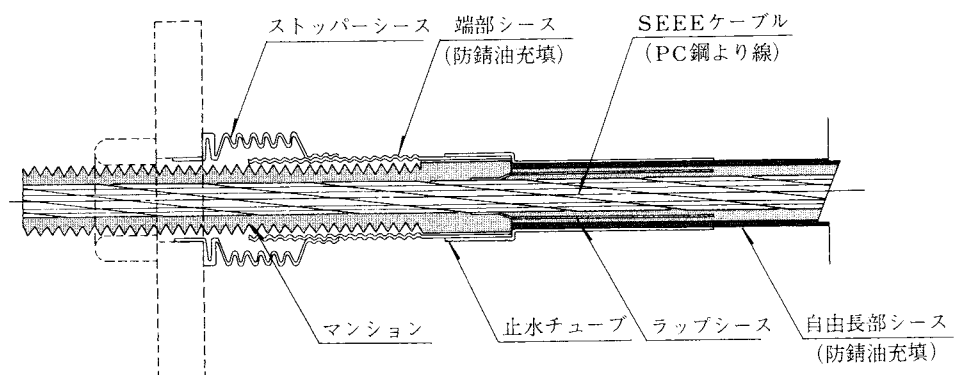
解説写真1-1 SEEアンカー (F型) の荷姿



解説図1-3 SEEEアンボンドアンカー（F-U型）の構造図



マンション断面図



解説写真1-2 SEEアンボンドアンカー (F-U型) の荷姿

## 1-5 グラウンドアンカー工の分類

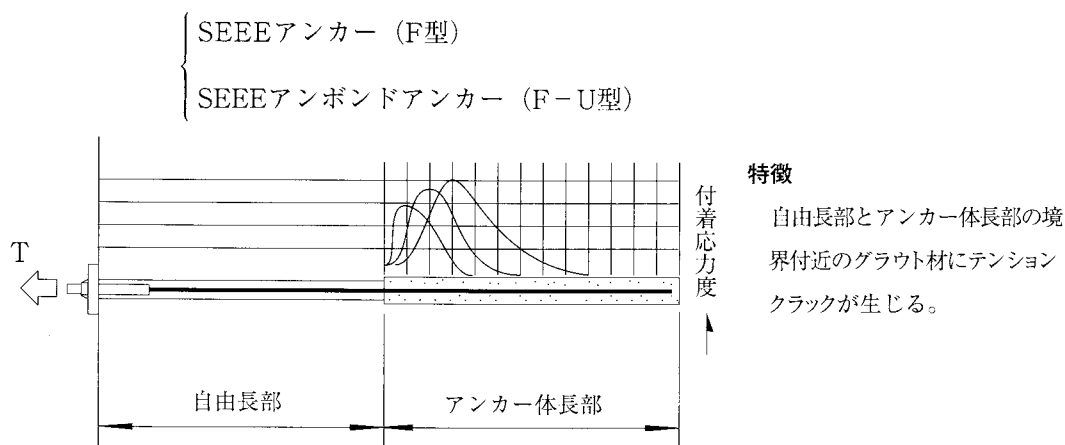
- (1) SEEE仮設アンカー工法のアンカー支持方式は、摩擦引張型である。
- (2) 頭部の定着方法は、マンション、ナットを用いネジ式とする。
- (3) テンドンは、多重よりPC鋼より線およびPC網より線を用いる。

### 【解 説】

#### (1) アンカーの支持方式

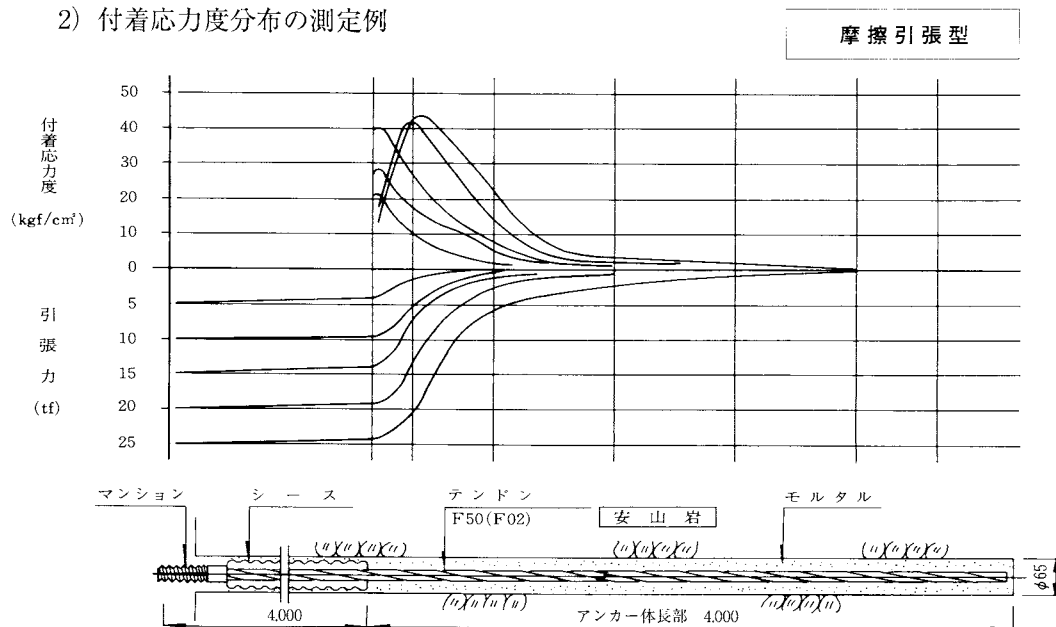
摩擦型支持方式は、アンカー体の周面摩擦抵抗によって、アンカーの引抜き力を地盤に伝達させ支持する方式で引張型と圧縮型の2種類がある。SEEE仮設アンカーの支持方式は、摩擦引張型である。

##### 1) 摩擦引張型



解説図 1-4 引張型の付着応力度分布図

##### 2) 付着応力度分布の測定例



## 第2章 材 料

### 2-1 一 般

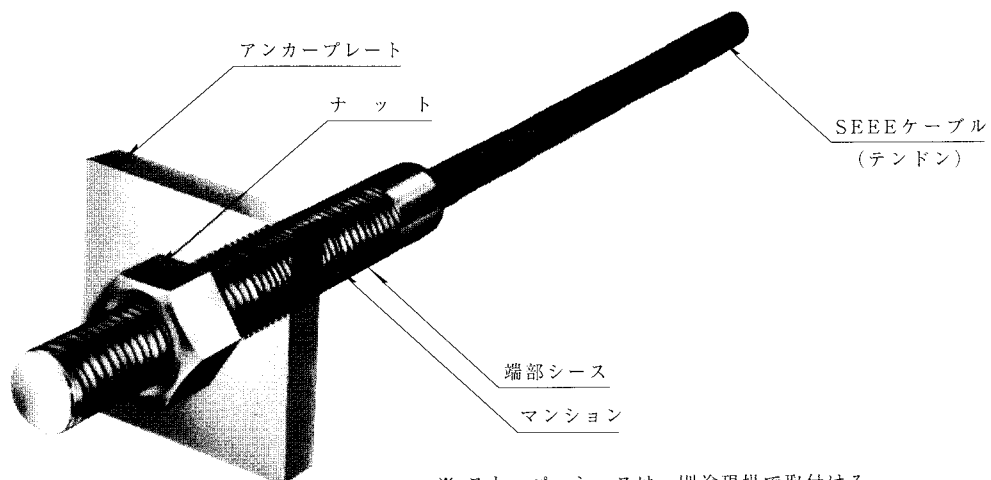
グラウンドアンカー工法に使用する材料および部材は、各規格、示方書、基準、指針、などに示す寸法、形状および強度を有し、それぞれの材料および部材がお互いに、悪影響を与えないものとする。

#### 【解 説】

グラウンドアンカー工法に使用する材料は、JIS規格、土木学会「コンクリート標準示方書(平成8年度)」、土木学会「SEEE工法設計施工指針」、日本建築学会「プレストレストコンクリート設計施工基準・同解説」、地盤工学会「グラウンドアンカー設計・施工基準、同解説」などに示されたものを用いる。それ以外の材料を用いる場合は、品質、経済性、施工性などを確認する。

### 2-2 テンドンおよび定着具

- (1) SEEEグラウンドアンカー工法のテンドンは、JIS G 3536に適合した7本よりおよび19本よりPC鋼より線を用いるものとする。
- (2) SEEEグラウンドアンカー工法の定着具は、土木学会「SEEE工法設計施工指針」などに示されたものを用い、必要に応じた強度を有し、再緊張・緊張力緩和の出来るものを用いるものとする。



※ ストッパーシースは、別途現場で取付ける。  
※ 写真はタイプルアンカーD型を示す。

解説図 2-1 SEEEグラウンドアンカー工法のテンドンおよび定着具

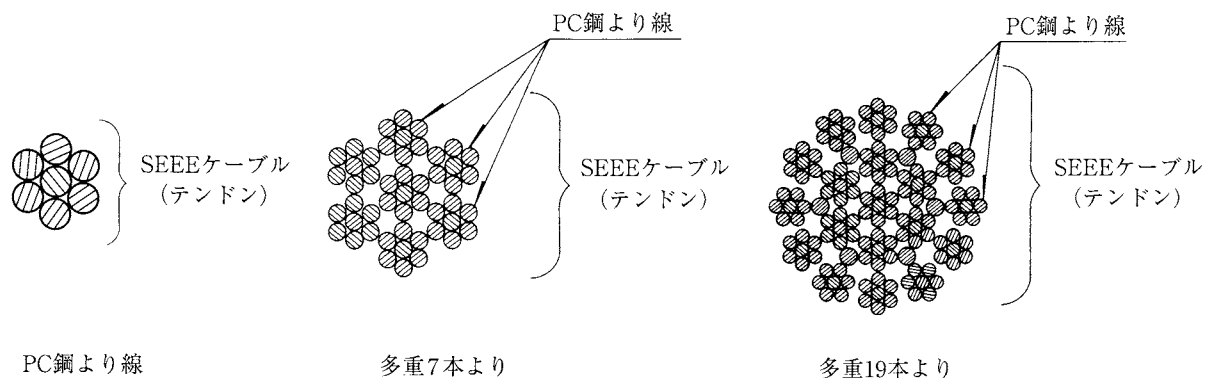
【解 説】

- (1) SSEEグラウンドアンカー工法のテンドンは、JIS G 3536 に示されている7本よりおよび19本よりPC鋼より線に適合したものをを用い、タイプによっては7本よりを、さらに7本または19本より合わせた多重よりPC鋼より線(SSEEケーブル)を用いる。

解説表 2-1 JIS G 3536 PC鋼より線の機械的性質 (参考)

| 項 目<br>記 号 |       | 引張強度<br>(N/mm <sup>2</sup> )<br>[kgf/mm <sup>2</sup> ] | 降伏点強度<br>(N/mm <sup>2</sup> )<br>[kgf/mm <sup>2</sup> ] | 伸 び<br>(%) | リラクセーション値<br>(%)   |
|------------|-------|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|------------|--------------------|
| SWPR7AL    |       | 1720以上<br>[175]                                        | 1470以上<br>[150]                                         | 3.5以上      | 2.5以下<br>(1000hr.) |
| SWPR7BL    |       | 1860以上<br>[190]                                        | 1570以上<br>[160]                                         | 3.5以上      | 2.5以下<br>(1000hr.) |
| SWPR19L    | φ17.8 | 1860以上                                                 | 1570以上                                                  | 3.5以上      | 2.5以下<br>(1000hr.) |
|            | φ19.3 | [190]                                                  | [160]                                                   |            |                    |
|            | φ20.3 | 1810以上                                                 | 1570以上                                                  |            |                    |
|            | φ21.8 | [185]                                                  | [160]                                                   |            |                    |

※注：〔 〕内は、従来単位を示す。



解説図 2-2 PC鋼より線および多重よりPC鋼より線

SSEEグラウンドアンカー工法のテンドンのヤング係数(弾性係数)は、出荷時に発行される試験成績表によるが、設計計算書に用いる値は、 $E_s = 186 \times 10^3 \text{ N/mm}^2$  [ $1.9 \times 10^4 \text{ kgf/mm}^2$ ] を標準とする。

また、リラクセーション値は、低リラクセーション材を用いているので、2.5%以下(1000hr.)を標準とする。

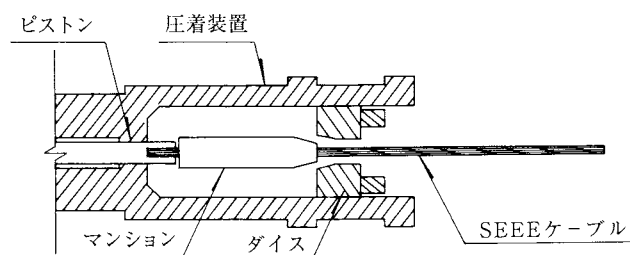
- (2) SSEEグラウンドアンカー工法の定着具は、マンション、ナット、およびアンカープレートで構成される。

1) マンションは、工場でSSEEケーブルに圧着加工されるものである。圧着の機構は、マンションSSEEケーブルの端部を挿入し、圧着装置により冷間(常温)で押し出し圧着加工を行うもので、マンションが塑性変型してSSEEケーブルと一体になるものである。

マンションの圧着は次の順序で行われる。

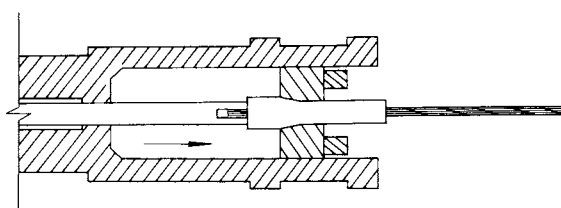
① マンションのセット

あらかじめマンションにSEEEケーブルを挿入して圧着装置にセットする。

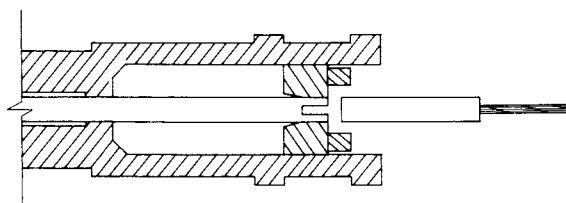


② 圧 着

マンションをピストンで押しダイスの孔に押込むと、マンションがダイスを通過する際に、塑性変形しながら押出される、このときSEEEケーブルにマンションが圧着され一体になる。



③ 圧着完了



解説図 2-3 マンションの圧着手順

- 2) アンカープレートは、プレストレスを与えて良いときのコンクリートの圧縮強度および設計基準強度を考慮して材質、形状寸法を決定し、必要に応じてコンクリートの補強をしなければならない。
- 3) テンドンを緊張定着する際のセット量は、0mmを標準とする。
- 4) 定着具の材質

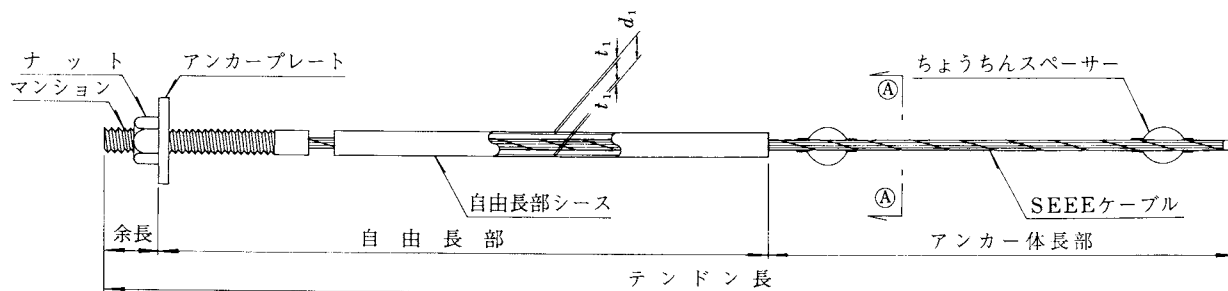
解説表 2-2 定着具の材質

| 部 品 名           | 材 質         | 記 号    |
|-----------------|-------------|--------|
| マ ン シ ョ ン       | クロムモリブデン綱鋼材 | SCM435 |
| ナ ッ ト           | 機械構造用炭素綱鋼材  | S45C   |
| ア ン カ ー プ レ ー ト | 一般構造用圧延鋼材   | SS400  |

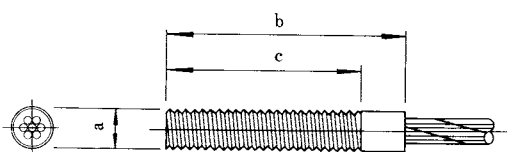
(3) テンドンおよび定着具の形状・寸法

SEEEグラウンドアンカー工法に用いられるテンドンおよび定着具の形状寸法は次のとおりである。

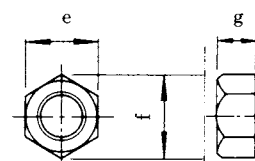
1) SEEE アンカー (F型)



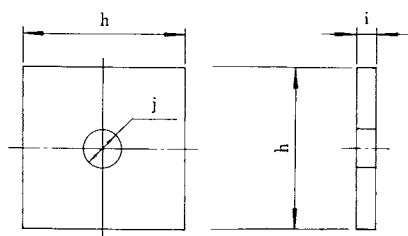
マンション (SCM435)



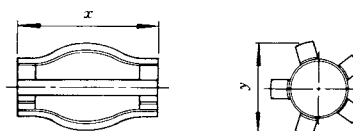
ナット (S45C)



アンカープレート (SS400)



ちょうちんスペーサー (SPCC)



① ケーブル構成表

[ ] 内は、従来単位を示す。

| 項 目                                       | 呼 名                  | F 20             | F 40             | F 50             | F 60             | F 70             | F 100            | F 110            | F 130            | F 170              | F 200              | F 230              | F 270              | F 310              | F 360              |
|-------------------------------------------|----------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| 構 成                                       |                      | 1×φ15.2          | 1×φ17.8          | 1×φ20.3          | 1×φ21.8          | 7×φ9.5           | 7×φ11.1          | 7×φ12.4          | 7×φ12.7          | 7×φ15.2            | 19×φ9.5            | 19×φ10.8           | 19×φ11.1           | 19×φ12.4           | 19×φ12.7           |
| 公 称 径 (mm)                                |                      | 15.2             | 17.8             | 20.3             | 21.8             | 28.5             | 33.3             | 37.2             | 38.1             | 45.6               | 47.5               | 54.0               | 55.5               | 62.0               | 63.5               |
| 断 面 積 (mm <sup>2</sup> )                  |                      | 138.7            | 208.4            | 270.9            | 312.9            | 383.9            | 519.3            | 650.3            | 691.0            | 970.9              | 1042.0             | 1323.9             | 1409.6             | 1765.1             | 1875.5             |
| 単 位 質 量 (kg/m)<br>(PC鋼より繰)                |                      | 1.10             | 1.65             | 2.15             | 2.48             | 3.04             | 4.09             | 5.13             | 5.45             | 7.75               | 8.77               | 11.10              | 11.78              | 14.80              | 15.70              |
| 引張荷重 T <sub>us</sub> (kN)<br>(tf)         |                      | 261<br>(26.6)    | 387<br>(39.5)    | 495<br>(50.5)    | 573<br>(58.4)    | 714<br>(72.8)    | 966<br>(98.7)    | 1120<br>(114.1)  | 1281<br>(130.9)  | 1680<br>(171.5)    | 1938<br>(197.6)    | 2280<br>(231.8)    | 2622<br>(267.9)    | 3040<br>(309.7)    | 3477<br>(355.3)    |
| 降伏点荷重 T <sub>ys</sub> (kN)<br>(tf)        |                      | 222<br>(22.6)    | 330<br>(33.6)    | 422<br>(43.0)    | 495<br>(50.5)    | 608<br>(60.2)    | 826<br>(84.0)    | 952<br>(97.3)    | 1092<br>(111.3)  | 1428<br>(145.6)    | 1649<br>(168.2)    | 1938<br>(197.6)    | 2242<br>(228.0)    | 2584<br>(264.1)    | 2964<br>(302.1)    |
| ※注:1<br>許容荷重 T <sub>as</sub> (kN)<br>(tf) | 0.65 T <sub>us</sub> | 169.7<br>(17.29) | 251.5<br>(25.68) | 321.7<br>(32.83) | 372.4<br>(37.96) | 464.1<br>(47.32) | 627.9<br>(64.15) | 728.0<br>(74.16) | 832.6<br>(85.08) | 1092.0<br>(111.47) | 1259.7<br>(128.44) | 1482.0<br>(150.67) | 1704.3<br>(174.13) | 1976.0<br>(201.30) | 2260.0<br>(230.94) |
| 断 面 図<br>①—①                              |                      | 15.2             | 17.8             | 20.3             | 21.8             | 28.5             | 33.3             | 37.2             | 38.1             | 45.6               | 47.5               | 54.0               | 55.5               | 62.0               | 63.5               |



② 定着具寸法表

(mm)

| 呼 名<br>項 目                     |                | F 20 | F 40 | F 50 | F 60 | F 70 | F100 | F110 | F130 | F170 | F200 | F230 | F270 | F310 | F360 |
|--------------------------------|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| マンション                          | a              | 36   | 40   | 42   | 48   | 48   | 55.4 | 62   | 62   | 72   | 82   | 90   | 94   | 103  | 110  |
|                                | b              | 260  | 260  | 260  | 300  | 300  | 370  | 490  | 490  | 550  | 550  | 600  | 610  | 655  | 680  |
|                                | c              | 200  | 200  | 200  | 240  | 240  | 300  | 410  | 410  | 460  | 460  | 510  | 520  | 545  | 570  |
|                                | 質量(kg)         | 1.8  | 2.1  | 2.2  | 3.2  | 3.2  | 5.4  | 8.5  | 8.5  | 12.6 | 17.3 | 21.6 | 24.7 | 31.0 | 37.1 |
| ナ ッ ト                          | e              | 55   | 63   | 63   | 75   | 75   | 82   | 93   | 93   | 110  | 120  | 130  | 135  | 150  | 155  |
|                                | f              | 63.5 | 73   | 73   | 86.5 | 86.5 | 94   | 107  | 107  | 127  | 139  | 150  | 156  | 173  | 179  |
|                                | g              | 34   | 34   | 34   | 45   | 45   | 45   | 60   | 60   | 63   | 66   | 69   | 75   | 80   | 92   |
|                                | 質量(kg)         | 0.5  | 0.6  | 0.6  | 1.1  | 1.1  | 1.2  | 1.9  | 1.9  | 3.1  | 3.5  | 4.7  | 5.2  | 7.3  | 8.0  |
| ※注：2<br>アンカー<br>プレート<br>(標準寸法) | h              | 130  | 130  | 130  | 150  | 150  | 180  | 230  | 230  | 240  | 250  | 270  | 300  | 310  | 330  |
|                                | i              | 22   | 25   | 25   | 25   | 28   | 30   | 30   | 36   | 38   | 38   | 40   | 45   | 50   | 55   |
|                                | j              | 46   | 51   | 51   | 58   | 58   | 65   | 71   | 71   | 83   | 94   | 100  | 105  | 113  | 120  |
|                                | 質量(kg)         | 2.6  | 2.9  | 2.9  | 3.9  | 4.4  | 6.9  | 11.5 | 13.8 | 15.6 | 16.6 | 20.4 | 28.7 | 33.8 | 42.1 |
| ※注：3<br>自由長部<br>シ ー ス          | d <sub>1</sub> | 34   | 34   | 42   | 42   | 42   | 48   | 60   | 60   | 60   | 60   | 76   | 76   | 89   | 89   |
|                                | t <sub>1</sub> | 3.0  | 3.0  | 3.5  | 3.5  | 3.5  | 3.5  | 4.0  | 4.0  | 4.0  | 4.0  | 5.0  | 5.0  | 5.5  | 5.5  |
| ちょうちん<br>スペーサー                 | x              | 100  | 100  | 153  | 153  | 153  | 153  | 153  | 153  | 153  | 153  | 153  | 153  | 153  | 153  |
|                                | y              | 43   | 43   | 73   | 73   | 73   | 73   | 73   | 73   | 75   | 75   | 95   | 95   | 95   | 95   |
| ※注：4<br>長マンション<br>(最大値)        | bmax           | 340  | 350  | 380  | 450  | 450  | 550  | 600  | 650  | 800  | 900  | 900  | 900  | 950  | 950  |
|                                | cmax           | 260  | 270  | 300  | 370  | 370  | 470  | 500  | 550  | 620  | 620  | 620  | 620  | 620  | 620  |

※注：1. 許容荷重は、地盤工学会「グラウンドアンカー設計・施工基準・同解説」(JGS4101-2000)

仮設アンカーにもとづく。

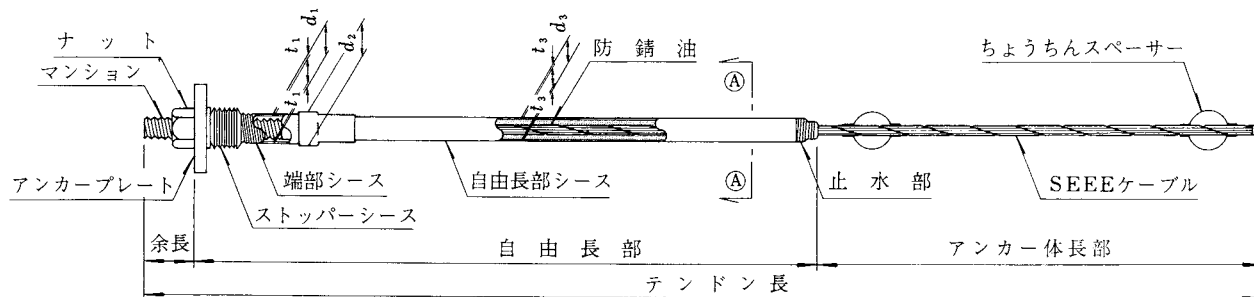
2. アンカープレートの寸法は、定着金物に取付ける場合を示す。

3. 自由長部シース (ポリエチレンパイプ) は、現場にて挿入し、止水処理を行う。

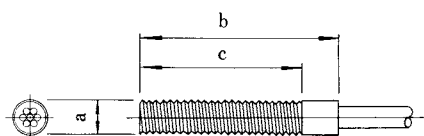
また、必要に応じて防食材を使用し、自由長部の防食処理加工を現場にて行う。

4. マンション製作最大長を示す。

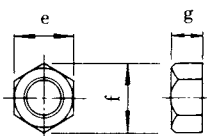
## 2) SEEEアンボンドアンカー (F-U型)



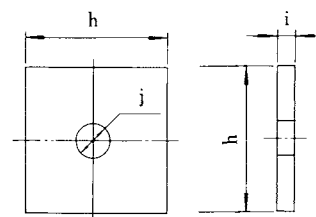
マンション (SCM435)



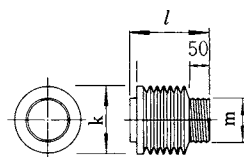
ナット (S45C)



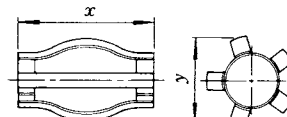
アンカープレート (SS400)



ストッパーシース (ポリエチレン)



ちょうちんスペーサー (SPCC)



### ① ケーブル構成表

( ) 内は、従来単位を示す。

| 項目 \ 呼名                              | F20U                     | F40U             | F50U             | F60U             | F70U             | F100U            | F110U            | F130U            | F170U              | F200U              | F230U              | F270U              | F310U              | F360U              |
|--------------------------------------|--------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| 構 成                                  | 1× $\phi$ 15.2           | 1× $\phi$ 17.8   | 1× $\phi$ 20.3   | 1× $\phi$ 21.8   | 7× $\phi$ 9.5    | 7× $\phi$ 11.1   | 7× $\phi$ 12.4   | 7× $\phi$ 12.7   | 7× $\phi$ 15.2     | 19× $\phi$ 9.5     | 19× $\phi$ 10.8    | 19× $\phi$ 11.1    | 19× $\phi$ 12.4    | 19× $\phi$ 12.7    |
| 公 称 径 (mm)                           | 15.2                     | 17.8             | 20.3             | 21.8             | 28.5             | 33.3             | 37.2             | 38.1             | 45.6               | 47.5               | 54.0               | 55.5               | 62.0               | 63.5               |
| 断 面 積 (mm <sup>2</sup> )             | 138.7                    | 208.4            | 270.9            | 312.9            | 383.9            | 519.3            | 650.3            | 691.0            | 970.9              | 1042.0             | 1323.9             | 1409.6             | 1765.1             | 1875.5             |
| 単位質量 (kg/m)<br>(PC鋼より線)              | 1.10                     | 1.65             | 2.15             | 2.48             | 3.04             | 4.09             | 5.13             | 5.45             | 7.75               | 8.77               | 11.10              | 11.78              | 14.80              | 15.70              |
| 引張荷重 $T_{us}$ (kN)<br>(tf)           | 261<br>(26.6)            | 387<br>(39.5)    | 495<br>(50.5)    | 573<br>(58.4)    | 714<br>(72.8)    | 966<br>(98.7)    | 1120<br>(114.1)  | 1281<br>(130.9)  | 1680<br>(171.5)    | 1938<br>(197.6)    | 2280<br>(231.8)    | 2622<br>(267.9)    | 3040<br>(309.7)    | 3477<br>(355.3)    |
| 降伏点荷重 $T_{ys}$ (kN)<br>(tf)          | 222<br>(22.6)            | 330<br>(33.6)    | 422<br>(43.0)    | 495<br>(50.5)    | 608<br>(62.0)    | 826<br>(84.0)    | 952<br>(97.3)    | 1092<br>(111.3)  | 1428<br>(145.6)    | 1649<br>(168.2)    | 1938<br>(197.6)    | 2242<br>(228.0)    | 2584<br>(264.1)    | 2964<br>(302.1)    |
| ※注1<br>許容荷重<br>$T_{as}$ (kN)<br>(tf) | 0.65 $T_{us}$<br>(17.29) | 251.5<br>(25.68) | 321.7<br>(32.83) | 372.4<br>(37.96) | 464.1<br>(47.32) | 627.9<br>(64.15) | 728.0<br>(74.16) | 832.6<br>(85.08) | 1092.0<br>(111.47) | 1259.7<br>(128.44) | 1482.0<br>(150.67) | 1704.3<br>(174.13) | 1976.0<br>(201.30) | 2260.0<br>(230.94) |
| 断 面 図<br>A—A                         |                          |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                    |                    |                    |                    |                    |                    |

② 定着具寸法表

(mm)

| 呼 名<br>項 目                     |                  | F20U | F40U | F50U | F60U | F70U | F100U | F110U | F130U | F170U | F200U | F230U | F270U | F310U | F360U |
|--------------------------------|------------------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| マンション                          | a                | 36   | 40   | 42   | 48   | 48   | 55.4  | 62    | 62    | 72    | 82    | 90    | 94    | 103   | 110   |
|                                | b                | 260  | 260  | 260  | 300  | 300  | 370   | 490   | 490   | 550   | 550   | 600   | 610   | 655   | 680   |
|                                | c                | 200  | 200  | 200  | 240  | 240  | 300   | 410   | 410   | 460   | 460   | 510   | 520   | 545   | 570   |
|                                | 質量(kg)           | 1.8  | 2.1  | 2.2  | 3.2  | 3.2  | 5.4   | 8.5   | 8.5   | 12.6  | 17.3  | 21.6  | 24.7  | 31.0  | 37.1  |
| ナ ッ ト                          | e                | 55   | 63   | 63   | 75   | 75   | 82    | 93    | 93    | 110   | 120   | 130   | 135   | 150   | 155   |
|                                | f                | 63.5 | 73   | 73   | 86.5 | 86.5 | 94    | 107   | 107   | 127   | 139   | 150   | 156   | 173   | 179   |
|                                | g                | 34   | 34   | 34   | 45   | 45   | 45    | 60    | 60    | 63    | 66    | 69    | 75    | 80    | 92    |
|                                | 質量(kg)           | 0.5  | 0.6  | 0.6  | 1.1  | 1.1  | 1.2   | 1.9   | 1.9   | 3.1   | 3.5   | 4.7   | 5.2   | 7.3   | 8.0   |
| ※注：2<br>アンカー<br>プレート<br>(標準寸法) | h                | 200  | 220  | 240  | 250  | 260  | 280   | 300   | 320   | 350   | 400   | 420   | 440   | 470   | 490   |
|                                | i                | 25   | 28   | 30   | 30   | 36   | 36    | 36    | 38    | 40    | 45    | 50    | 50    | 55    | 55    |
|                                | j                | 46   | 52   | 52   | 58   | 58   | 65    | 71    | 71    | 83    | 94    | 100   | 105   | 113   | 120   |
|                                | 質量(kg)           | 7.5  | 10.2 | 13.1 | 15.3 | 16.9 | 21.2  | 24.3  | 29.4  | 36.8  | 54.1  | 66.2  | 72.6  | 91.0  | 98.8  |
| ※注：3<br>ストッパー<br>シ ー ス         | k                | 64   | 70   | 70   | 75   | 75   | 85    | 95    | 95    | 100   | 110   | 120   | 125   | 130   | 140   |
|                                | l                | 165  | 165  | 165  | 165  | 165  | 170   | 210   | 210   | 265   | 270   | 295   | 295   | 320   | 320   |
|                                | m                | 47.4 | 54.4 | 54.4 | 61.4 | 61.4 | 68.8  | 75.4  | 75.4  | 85.4  | 95.4  | 103.4 | 107.4 | 116.4 | 123.4 |
| 端 部<br>シ ー ス                   | d <sub>1</sub>   | 40   | 47   | 47   | 54   | 54   | 61.4  | 68    | 68    | 78    | 88    | 96    | 100   | 109   | 116   |
|                                | t <sub>1</sub>   | 1.0  | 1.5  | 1.5  | 1.5  | 1.5  | 1.5   | 1.5   | 1.5   | 1.5   | 1.5   | 1.5   | 1.5   | 1.5   | 1.5   |
|                                | d <sub>2</sub>   | 42   | 50   | 50   | 57   | 57   | 64.4  | 71    | 71    | 81    | 91    | 99    | 103   | 112   | 119   |
| 自由長部<br>シ ー ス                  | d <sub>3</sub>   | 30   | 34   | 34   | 37   | 42   | 48    | 53    | 53    | 60    | 61    | 76    | 76    | 89    | 89    |
|                                | t <sub>3</sub>   | 3.0  | 3.0  | 3.0  | 3.0  | 3.5  | 3.5   | 3.5   | 3.5   | 4.0   | 4.0   | 5.0   | 5.0   | 5.5   | 5.5   |
| ちょうちん<br>スパーサー                 | x                | 100  | 100  | 153  | 153  | 153  | 153   | 153   | 153   | 153   | 153   | 153   | 153   | 153   | 153   |
|                                | y                | 43   | 43   | 73   | 73   | 73   | 73    | 73    | 73    | 75    | 75    | 95    | 95    | 95    | 95    |
| ※注：4<br>長マンション<br>(最大値)        | b <sub>max</sub> | 340  | 350  | 380  | 450  | 450  | 550   | 600   | 650   | 800   | 900   | 900   | 900   | 950   | 950   |
|                                | c <sub>max</sub> | 260  | 270  | 300  | 370  | 370  | 470   | 500   | 550   | 620   | 620   | 620   | 620   | 620   | 620   |

※注：1. 許容荷重は、地盤工学会「グラウンドアンカー設計・施工基準・同解説」(JGS4101-2000)にもとづく。

2. アンカープレートの寸法は、コンクリート設計基準強度が、 $f'_{CK}=210\text{kgf/cm}^2$  の場合の標準寸法を示す。

3. ストッパーシースは、現場にて取付ける。

4. マンション製作最大長を示す。

## 2-3 グラウト

アンカーに使用するグラウト（注入材）は、セメントペーストを標準とする。

### 【解 説】

アンカー体に使用するグラウトは、確実なアンカー体を形成し、テンドンを腐食から保護するものとする。したがって、まだ固まらないグラウトでは良好な流動性を有し、練り混ぜから注入終了までの間に流動性の低下がないこと、注入後の容積低下が小さいことなどがあり、固まったあとのグラウトについては十分な強度を有し、水密性に優れたものでなければならない。

アンカー工事に使用されるグラウト材は、下記のとおりである。

#### (1) セメント

セメントは一般にJIS R 5210に規定する普通ポルトランドセメントを使用するが、早期硬化を必要とする場合は早強ポルトランドセメントを使用する。

#### (2) 水

練り混ぜに用いる水は油、酸、塩類、有機物、その他グラウトおよびテンドンに悪影響をおよぼす物質を含んではならない。

#### (3) 混和剤

混和剤は必要に応じて使用する。混和剤は流動性の増加、ブリージングの防止、早期強度用のものがある。

#### (4) 骨材

セメントモルタルに使用する骨材は、品質、施工性などの関係から2mm以下の砂を使用する。また、グラウトの品質に悪影響をおよぼす物質を有害量含んではならない。

#### (5) モルタルを使用する場合には以下の点に注意する。

- 1) プラントの仮設が大規模となる。
- 2) 注入パイプが目づまりするため、注入パイプ径が大となり、施工性が悪く削孔径も大きくなる。
- 3) 孔内に挿入したテンドンには、注入パイプ、スペーサーなどがあり、小空隙が多いので十分に充填できない可能性がある。

このためグラウトは、原則としてセメントペーストを使用するものとし、モルタルはグラウトの逸走の多い地盤（亀裂の多い岩盤、逸走の著しいレキ層など）のみに適用するものとする。

## 2-4 防食用材料

防食用材料は、防食の機能が所要の長期にわたって十分発揮でき、耐水性のものとする。  
また、テンドンの材料特性、自由長部の変形に、悪影響を及ぼすものであってはならない。

### 【解 説】

グラウンドアンカーに用いられる防食材料には、充填材と被覆材およびシース材などがある。

#### (1) 充填材

充填材には、一般にペトロラタム類、及びグリース類系の防錆油を用いる。ただし、アンカー頭部には、前記防錆油を含浸させたテープ或いはセメント系を用いても良い。

解説表 2-3 にその試験方法と物性値を示す。

解説表 2-3 防錆油の試験方法と物性値

| 試験項目      | 試験法                | 物性値                    | 適用           |
|-----------|--------------------|------------------------|--------------|
| ちょう度未混和   | JIS K 2235         | 25℃ で200～325           | ペトロラタム       |
| 〃 混和      | JIS K 2220         | 〃 240～340              | グリース類        |
| 針入度1/10mm | JIS K 2207         | 〃 10～ 20               | アスファルト       |
| 滴 点 ℃     | JIS K 2220         | 85 以上                  | グリース類        |
| 融 点 ℃     | JIS K 2235         | 55 以上                  | ペトロラタム       |
| 軟化点 ℃     | JIS K 2207         | 90 以上                  | アスファルト       |
| 湿潤試験      | JIS K 2246         | @49±1℃ 湿度95% 720時間 A 級 | ペトロラタム・グリース類 |
| 塩水噴霧      | JIS K 2246(Z 2371) | @35℃ 5%塩水 120時間 A 級    | ペトロラタム・グリース類 |
| 銅板腐食      | JIS K 2220         | @100℃ 24時間 1 以下        | グリース類        |

#### (2) 被覆材

被覆材は、耐食性、強度などの面から、ポリエチレン樹脂を用いる。被覆材は、テンドンを連続的に被覆し、ピンホールなどを有してはならない。

#### (3) シース材

シース材は、耐食性、強度などの面から、ポリエチレン樹脂を用いる。シース材は、充填材が漏出するものであってはならない。

## 2-5 その他のアンカー用材料

その他のアンカー用材料は、アンカーの種類、使用目的に応じ、そのアンカーの機能に支障のない形状と材質のものを使用しなければならない。

### 【解 説】

その他のアンカー用材料とは、アンカーの機能を発揮するため補助的な役割をする材料をいう。解説表2-4に、一般に使用されているその他のアンカー用材料の名称および材質を示し、解説表2-5に、ポリエチレン管(注入パイプ、シース)の寸法表を示す。

解説表2-4 その他のアンカー用材料例

| 目 的         | 名 称                   | 材 質                      |
|-------------|-----------------------|--------------------------|
| 頭 部 保 護     | アンカーキャップ              | ポリエチレン樹脂、アルミ鋳鉄、一般構造用圧延鋼材 |
|             | 端部シース、ソケットシース、ストッパシース | ポリエチレン樹脂                 |
| 角 度 補 正     | N A K 台 座             | 一般構造用圧延鋼材、球状黒鉛鋳鉄         |
| 形 状 保 持     | スペーサー                 | 一般構造用圧延鋼材、機械構造用炭素鋼鋼材     |
| 止 水         | パ ッ キ ン グ 材           | 樹脂、ゴム                    |
|             | シ ー ル 材               | アスファルト                   |
| 注 入         | グラウト注入ホース             | ポリエチレン樹脂、あるいはビニールホース     |
|             | 排 気 ホ ー ス             |                          |
| ケ ー ブ ル 挿 入 | パイロットキャップ             | 合成樹脂、配管用炭素鋼鋼材、一般構造用圧延鋼材  |
| そ の 他       | 結 束 材、 テ ー プ 類        | 鋼材、合成樹脂                  |

解説表2-5 ポリエチレン管(注入パイプ、シース)寸法表

| 呼び径   | 外 径<br>mm | 1 種 (軟質)  |            |               |
|-------|-----------|-----------|------------|---------------|
|       |           | 厚 さ<br>mm | 近似内径<br>mm | 参 考<br>質量kg/m |
| 3/8   | 17.0      | 2.0       | 13.0       | 0.088         |
| 1/2   | 21.5      | 2.7       | 16.1       | 0.148         |
| 3/4   | 27.0      | 3.0       | 21.0       | 0.210         |
| 1     | 34.0      | 3.0       | 28.0       | 0.272         |
| 1 1/4 | 42.0      | 3.5       | 35.0       | 0.394         |
| 1 1/2 | 48.0      | 3.5       | 41.0       | 0.455         |
| 2     | 60.0      | 4.0       | 52.0       | 0.654         |
| 2 1/2 | 76.0      | 5.0       | 66.0       | 1.040         |
| 3     | 89.0      | 5.5       | 78.0       | 1.340         |

## 第3章 防 食

### 3-1 一 般

- (1) 腐食のおそれのある材料を用いるアンカーに対しては、アンカーの防食の方法を選定するために、アンカーの腐食環境条件の調査を行う。
- (2) 仮設アンカーでは簡易な防食を行う。ただし、腐食環境条件、供用期間に応じて、永久アンカーと同様な防食が必要な場合、あるいは、防食を省略してよい場合もある。

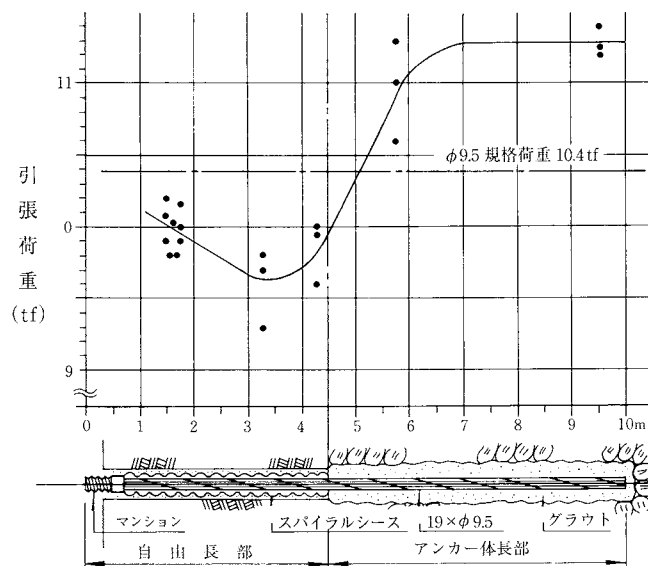
#### 【解 説】

- (1) 仮設アンカーは、一般には供用期間が短いことから、簡易な防食でよいが、供用条件によっては、厳しい腐食環境が作り出されることがあるので、供用期間、環境条件、供用方法等を十分考慮して防食の方法を決めるものとする。

さらに供用期間が短くても、テンドンの機能が低下することが予想されるような腐食環境条件の場合は、永久アンカーと同様の防食を講じるものとする。

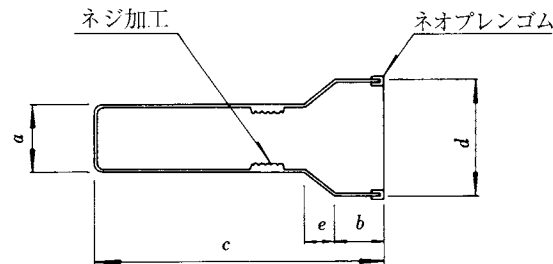
また、供用期間が非常に短いとか、腐食環境にほとんどさらされないような時には、防食を省略してもよい。

- (2) 防食方法は、アンカーの使用目的に応じて、アンカー体、引張り部、およびアンカー頭部に対し適切な防食を施さなければならない。また頭部背面およびアンカー体（定着長部）と引張り部（自由長部）の境界付近部の防食について、特に注意が必要である。
- (3) アンカー体（定着長部）をグラウトのみ、引張り部（自由長部）をスパイラルシース（グラウト無し）のみで、15年間使用した場合のテンドンの腐食による引張荷重の低下を解説図3-1に示す。



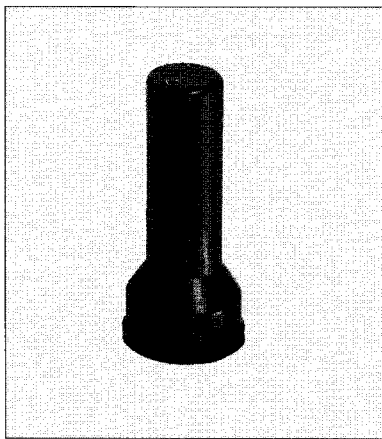
解説図3-1 テンドンの腐食による引張荷重の低下例

ポリエチレンキャップの寸法 (Pタイプ)

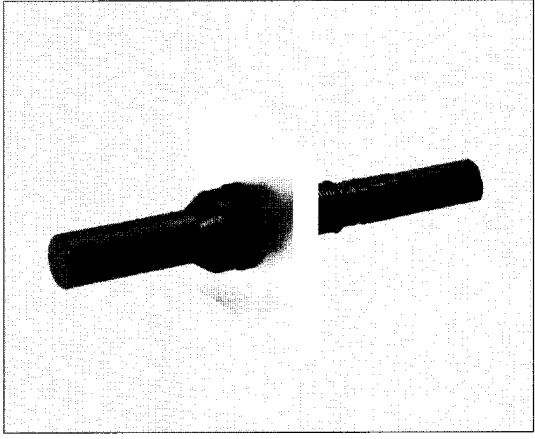


(単位：mm)

| 材        | 料             | 寸 法 |     |     |     |     | 標準充填量<br>(kg) |
|----------|---------------|-----|-----|-----|-----|-----|---------------|
|          |               | $a$ | $b$ | $c$ | $d$ | $e$ |               |
| SEEEアンカー | SEEEアンボンドアンカー |     |     |     |     |     |               |
| F 20     | F 20U         | 51  | 34  | 210 | 86  | 22  | 0.35          |
| F 40     | F 40U         |     |     |     |     |     | 0.31          |
| F 50     | F 50U         |     |     |     |     |     |               |
| F 60     | F 60U         | 61  | 45  | 250 | 100 | 28  | 0.54          |
| F 70     | F 70U         |     |     |     |     |     | 0.56          |
| —        | —             | 63  | 45  | 250 | 100 | 28  |               |
| F100     | F100U         | 69  | 45  | 250 | 107 | 28  | 0.67          |
| F110     | F110U         | 75  | 62  | 280 | 120 | 35  | 0.90          |
| F130     | F130U         |     |     |     |     |     |               |
| —        | —             | 81  | 62  | 300 | 125 | 35  | 1.10          |
| F170     | F170U         | 85  | 70  | 330 | 141 | 45  | 1.47          |
| —        | —             | 91  | 70  | 330 | 147 | 45  | 1.64          |
| F200     | F200U         | 95  | 73  | 400 | 164 | 45  | 2.41          |
| F230     | F230U         | 103 | 76  | 400 | 164 | 45  | 2.57          |
| F270     | F270U         | 107 | 82  | 450 | 170 | 50  | 3.13          |
| F310     | F310U         | 116 | 87  | 450 | 190 | 50  | 3.67          |
| F360     | F360U         | 123 | 99  | 450 | 196 | 50  | 3.94          |



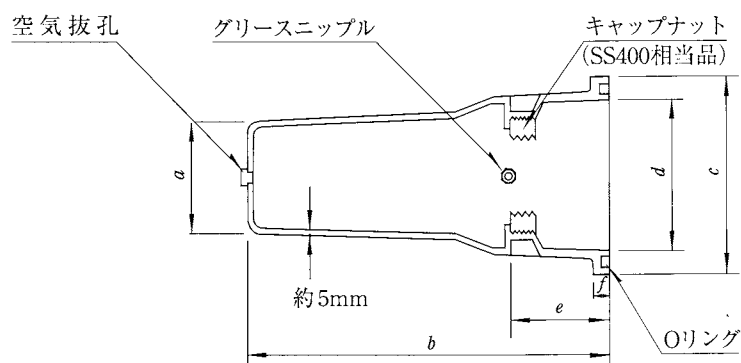
解説写真 3-1 外 観



解説写真 3-2 取 付 姿

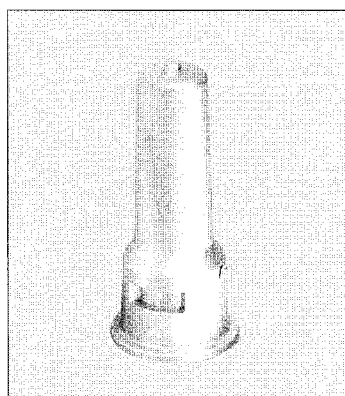


# アルミキャップの寸法(Nタイプ)

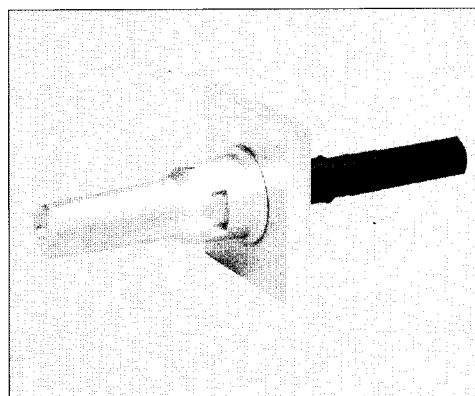


(単位：mm)

| 材        | 料             | 寸 法 |     |     |     |     |    | 標準充填量<br>(kg) | 防錆テープ長<br>(cm) |
|----------|---------------|-----|-----|-----|-----|-----|----|---------------|----------------|
|          |               | a   | b   | c   | d   | e   | f  |               |                |
| SEEEアンカー | SEEEアンボンドアンカー |     |     |     |     |     |    |               |                |
| F 20     | F 20U         | 81  | 205 | 145 | 110 | 75  | 10 | 0.90          | 50             |
| F 40     | F 40U         |     |     |     |     |     |    | 0.86          |                |
| F 50     | F 50U         |     |     |     |     |     |    |               |                |
| F 60     | F 60U         | 75  | 305 | 145 | 110 | 75  | 10 | 0.96          | 100            |
| F 70     | F 70U         |     |     |     |     |     |    | 0.95          |                |
| —        | —             |     |     |     |     |     |    | 0.89          |                |
| F100     | F100U         | 110 | 355 | 190 | 150 | 93  | 15 | 2.58          | 150            |
| F110     | F110U         |     |     |     |     |     |    |               |                |
| F130     | F130U         |     |     |     |     |     |    | 2.50          |                |
| —        | —             | 140 | 405 | 240 | 200 | 137 | 15 | 2.29          | 200            |
| F170     | F170U         |     |     |     |     |     |    | 2.18          |                |
| —        | —             |     |     |     |     |     |    | 5.43          |                |
| F200     | F200U         | 140 | 405 | 240 | 200 | 137 | 15 | 5.21          | 250            |
| F230     | F230U         |     |     |     |     |     |    | 4.99          |                |
| F270     | F270U         |     |     |     |     |     |    | 4.45          |                |
| F310     | F310U         | 140 | 405 | 240 | 200 | 137 | 15 | 3.95          | 300            |
| F360     | F360U         |     |     |     |     |     |    |               | 350            |



解説写真 3-3 外 観

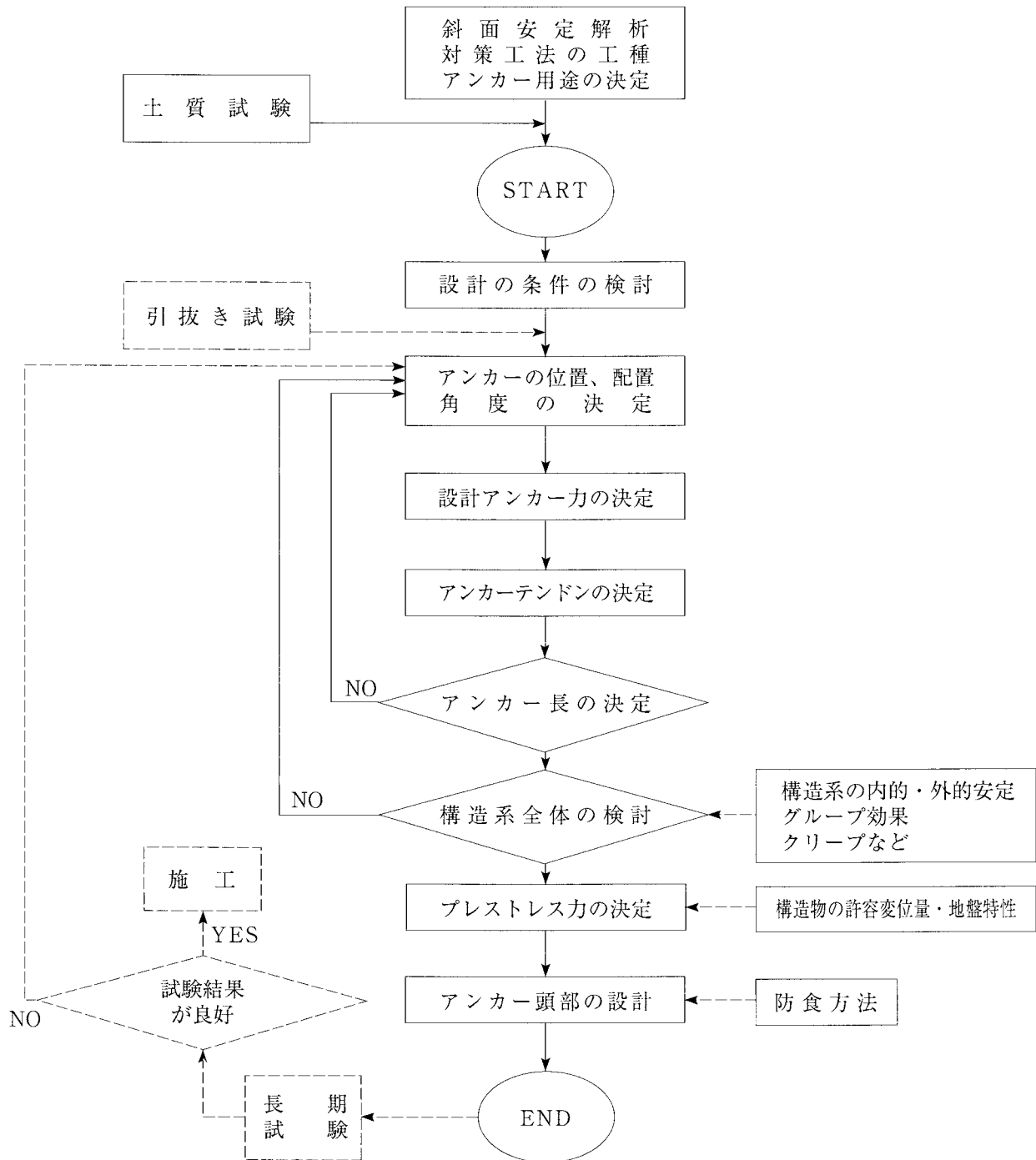


解説写真 3-4 取 付 姿

## 第4章 設 計

### 4-1 設計手順

アンカーの標準的な設計手順を次のフローに示す。



## 4-2 調 査

### (1) 一般調査

一般調査は、主に地形、土地利用の状況、近接する構造物、埋設物、気象条件、施工に関連する事項などについて行う。

### (2) 地盤調査

地盤調査は、アンカーおよびアンカーされる構造物によって影響を受ける範囲について、地盤の地質学的構成および工学的特性、地下水の状況などについて行う。

## 【解 説】

### (1) 一般調査

アンカーの実施にあたって行う調査のうち地盤調査以外の調査を一般調査という。

アンカーの計画や設計にあたっては、地形、埋設物や近接する構造物の位置、交通振動の影響、温泉地帯などの腐食環境条件を調査する。

また、施工にあたっては、上記のほかに、周辺の土地利用状況、電力や用水の調達、機械や資材の搬入、廃棄物の処理、排水状況、削孔時の騒音・振動、グラウト時の地下水汚染・地盤持ち上げなどによる周辺への影響などについて調査し、適切な施工計画を立て、確実な施工を行う。

さらに、維持管理にあたっては、埋設物や近接する構造物とアンカー設置位置との関係、腐食環境の状況と変化の見通しなどを調査する。

アンカーの設計・施工には、近隣での施工例や、設計・施工条件の類似した実施例は極めて有益であるので、調査によって資料を得るとよい。

一般調査の内容を整理して以下に示す。

- 1) 文献による調査(過去の切土、盛土などの施工記録、斜面崩壊などの履歴)
- 2) 隣接構造物の状況とそれに対する影響度調査(構造物の変位、定着部との関係)
- 3) 地下埋設物調査(水道・ガス・電線などの位置および影響)
- 4) 周辺環境調査(削孔や車両運行による騒音・振動の影響、温泉地・地中迷走電流などの腐食環境)
- 5) 施工条件の調査(資機材の搬入搬出条件、用排水・電力などの調達条件、他工事との工程調整)

### (2) 地盤調査

アンカーの設置地盤に関する調査を地盤調査という。地盤調査は、アンカーの施工規模や地質の変化の程度に応じて、調査の密度を高める。

地盤調査は、地表踏査、リモートセンシング、サウンディング、調査ボーリング、原位置調査、室内試験などにより行うが、必要に応じて試験施工やアンカーの試験を行う。

地盤調査の結果は、施工時に調査内容と実施結果とが参照できるように、整理・保

存しておく。特にアンカー体設置位置の地質の変化については、施工時に確認しやすい形で表示しておくことが望ましい。

アンカーの計画、設計、施工、維持管理にあたって必要な主な地盤調査の内容を以下に示す。

#### 1) 腐食に関する調査

周辺環境調査や地質調査によって、テンドンやグラウトの腐食を促進すると判断される環境の場合は、必要に応じて腐食に関する調査を行い、アンカーの採否とアンカーに使用されるそれぞれの材料ごとに必要な防食対策を検討する場合の資料とする。

腐食を促進させる環境としては、温泉地、鉱山廃滓捨て場、石炭殻捨て場、工場廃棄物捨て場、鉄道沿線などの迷走電流の存在する所などがある。

このような環境においては、一般に地盤や地下水のpH、酸度、比抵抗値、嫌気性硫酸塩還元バクテリアの繁殖度などが通常の環境に比べて異常な値を示していることが多く、腐食作用の程度は、これらの諸数値を測定することにより推定することができる。これらの地盤以外にも鋼材やセメント系グラウトの品質を損なう可能性のあるものとして、遊離炭酸、アンモニアなどを多く含有する地盤がある。

#### 2) 設計アンカー力を求める調査

設計アンカー力の対象となる外力としては、土圧、地すべり力、地下水の揚圧力、地震力、風荷重などがある。これらのうち土圧や地すべり力を求めるためには、地盤の構造とそれを構成する各地層の強度定数や地下水位、間隙水圧、透水性など地下水に関する情報を用いる。

調査の方法としては、地表踏査や調査ボーリングがあり、各種物理探査、ボーリング孔を利用した物理検層なども有効である。

その際、堆積環境や地質年代区分等にも留意した地質構造的判断も加えて、地盤全体の性状を判断する。また、アンカーを斜面安定に用いる場合には、斜面の移動の履歴や斜面に対するアンカーの設置位置などが設計アンカー力に影響を及ぼすので、滑落崖など概括的な地形にも十分注意する。

#### 3) アンカー体の設置位置を求める調査

アンカー体の設置位置は、アンカー供用期間中安定している地盤とするが、地盤の性状については、一般に文献調査とともにボーリング調査などから求めている。我が国の地質は一般に複雑であり、数点のボーリングによって、広い範囲の地盤の状態を推定することは、高度な技術力を必要とする。したがって、地盤性状に応じて密度の高い調査を行って設置位置を決定するとともに、施工において、スライムやトルクなどの削孔データと地盤調査結果とを対照して、アンカー体設置地盤として適切であることを確認することが重要である。

また、アンカー体の設置位置は、単に個々の地層の強度に着目するだけでなく、地盤全体の構造上からも十分信頼のおける位置とする。

設置位置はすべり面ないし崩壊面より深い位置で、かつ所要の設計アンカー

力が得られる地盤とし、群アンカーの場合はさらに一連のアンカー群を包含する地盤全体の安定が得られる位置とする。

#### 4) アンカーの極限引抜き力を求める調査

極限引抜き力は、本工事の条件にできる限り近い条件のもとで引抜き試験を行って求めることが望ましい。また、極限引抜き力の算定に用いる周面摩擦抵抗については、標準貫入試験、室内土質試験、孔内水平載荷試験などの数値をもとに、過去の引抜き試験結果を用いて概略値を推定することもできる。このような調査の試験値から周面摩擦抵抗を推定する場合には、施工方法、地下水ならびにアンカー体位置における地中応力の影響などの検討を行う。

#### 5) 施工性に関する調査

アンカーの施工性は、地盤の地質や地下水の状況、地形、作業空間、騒音振動等の環境上の制約のほか、削孔深度と孔径、工期等の条件が影響する。特に地質と地下水の状況はアンカーの品質にも関連することから十分な調査を行う。

また、以下に示す施工条件の厳しいアンカーでは、削孔やグラウトの注入が困難になることもありうるので、類似の施工例を十分調査するとともに、必要に応じて試験施工等を行い、使用機器の選定や、その施工方法の適否を確認することが極めて有効である。

- ① アンカー長の長いアンカー
- ② 非常に硬い巨礫や岩盤を貫通するアンカー
- ③ 厚い礫層を貫通するアンカー
- ④ 亀裂の多い岩盤に設置するアンカー
- ⑤ 粘土化したり、風化の著しい岩盤に設置するアンカー
- ⑥ 高被圧地下水下に設置するアンカー

#### 6) 地下水の調査

計画で記述したように地下水位が高い場合、被圧地下水がある場合、あるいは逆に透水性が大きく逸水があるような地盤の場合は、グラウトの充填が不十分になったり、予想外の注入量を要したりする場合があります、事前注入や特殊なグラウトを使用するなどの対応が必要となることがある。

また、これらの地盤では、被圧地下水の湧出や地盤の緩みなどが原因となって、削孔において孔壁の保持が困難な場合やアンカー体の造成が不確実となる場合がある。

したがって、透水性が大きいと予想される場合や、湧水がある場合には、ボーリング孔を利用して、透水性、地下水位、孔壁の強度などに関する調査を行う。

なお、地下水はアンカーの施工性や極限引抜き力などに影響するだけでなく、設計アンカー力の算定にとっても重要な要素であるので、水圧の分布、透水性ならびに動水勾配等の調査について十分留意する。

さらに、被圧地下水が存在し、孔口まで湧出している場合は、施工のみならず、アンカー頭部付近に地下水が浸入するなど、防食にも影響を与えることがある。

### 4-3 アンカーの配置

#### (1) アンカー配置上の原則

アンカーの間隔および長さは、アンカーで固定される構造物の周辺地盤を含めた全体的な安定を考慮して決定する。

#### (2) 近接構造物への影響

アンカーの配置は、近接構造物への影響を考慮して決定する。

#### (3) アンカー傾角

アンカー傾角は、水平面より $-5^{\circ} \sim +5^{\circ}$ の範囲内は避ける。

#### (4) アンカー体の設置間隔

アンカー体の設置間隔は、アンカーの相互作用を考慮して決定する。

#### (5) アンカー体の土被り

アンカー体の土被り厚は、5m以上を標準とする。

### 【解 説】

#### (1) アンカー配置上の原則

アンカーは、アンカーされる構造物、アンカーする地盤について、「**4-11 構造物全体の安定**」を確認し配置する。アンカー体設置位置およびアンカーの方向や間隔は設計段階の初期にあらかじめ想定する必要がある。この計画が不適切な場合には不経済な設計になったり、施工段階で問題が生じたりすることがある。

#### (2) 近接構造物の影響

アンカーの配置に際しては、アンカー設置対象地盤中の埋設物、構造物、杭などについてアンカーの計画前に事前に十分調査する必要がある。また、アンカーの設計に際して、構造物、地中埋設物などの障害物がある場合は、孔曲がりなど削孔精度を考慮して、アンカー傾角、アンカー水平角について十分検討して設計する必要がある。さらに、既設構造物の施工時の地盤の乱れ、埋戻し不良などに伴うアンカー体設置部の緩み等、アンカー自身への影響についても十分検討する必要がある。

BSではアンカーと隣接する基礎、地下構造物とは、水平距離で3.0m以上とされている。

#### (3) アンカー傾角について

アンカーに加わる力の作用線の方向は、アンカーの軸方向と一致させるのが最も有利であるが必ず一致するとは限らない。

また、アンカー傾角( $\alpha$ )、アンカー水平角( $\theta$ )が大きくなるに従い、アンカー分力が発生するので分力に対する検討も必要となる。

したがって、アンカーを計画する場合、その設置角度は力学的有利性だけから決定されるのではなく種々の条件を考慮して決定する必要がある。一般的に $\alpha \leq 45^{\circ}$ で設計される。

一方、アンカー傾角を $-5^{\circ} \sim +5^{\circ}$ の範囲にすると施工時、グラウト硬化時に生じる残留スライムおよびグラウトブリージングがアンカーの耐力に大きく影響する可能性があるためこの範囲は避ける。

PTIでは加圧注入タイプや樹脂注入タイプで、注入対象地盤が粗粒土( $74\mu$ 以上の材料が50%以上)の場合は、 $\pm 5^{\circ}$ 以内のアンカーも許容している。

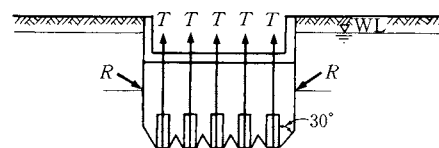
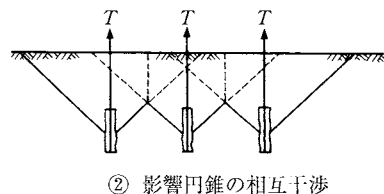
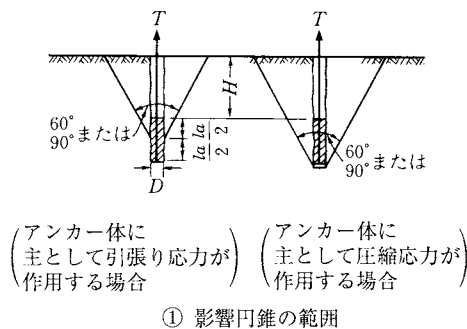
#### (4) アンカー体設置間隔

アンカー体設置間隔は、設計アンカー力、アンカー体径、アンカー体長などアンカー諸元によって決定される。その場合注意しなければならないことは、グループ効果によりアンカーの極限引抜き力が減少することである。

グループ効果の影響はアンカー体設置間隔、アンカー体長、アンカー体径、地盤との関係により求まる。通常は実績から、アンカー体設置間隔をアンカー体の直径の4倍以上かつ、1.5m確保すればグループ効果は考慮しなくてよい。もし、間隔をそれより狭くして設置する場合には、アンカー傾角をずらした千鳥配置によりアンカー体相互の離隔を所定の値以上確保する方法もある。

解説図4-1にアンカー体設置間隔を設定するための影響円錐の考え方を例示した。解説図①に影響円錐の範囲を、また、②に影響円錐の相互干渉を示す。

例えば浮力に対する考え方を、解説図4-2に示す。この考え方は、アンカー体を設置している一つの土塊の自重と地盤の物理的な抵抗の関係から安定を検討するものである。



安全率は次式で与えられる。

$$S_f = \frac{\text{土塊重量} + \text{コンクリート重量}}{\text{浮力}}$$

解説図 4-2 浮力に対する考え方  
(Ostermayer)

解説図 4-1 アンカー体設置間隔設定のための影響円錐の考え方  
(Little John and Bruce)

グループ効果を考慮した設計には、現在、決まったものがないが、単独のアンカー極限引抜き力を  $T$  とすれば、低減されたアンカー力  $T'$  は、 $T' = \psi T$  として解説図 4-3 より求める方法もある。

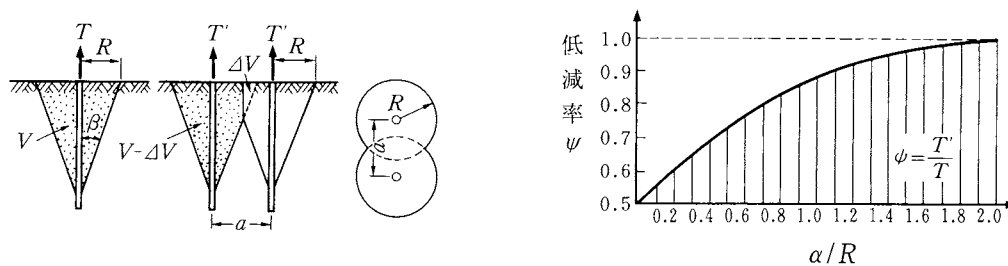
$\alpha$  : アンカーのピッチ (m)

$R$  : 影響円錐の半径 (アンカー長と  $\beta$  より求める) (m)

土砂の場合  $\beta = 2/3\phi$

岩盤の場合  $\beta = 45^\circ$

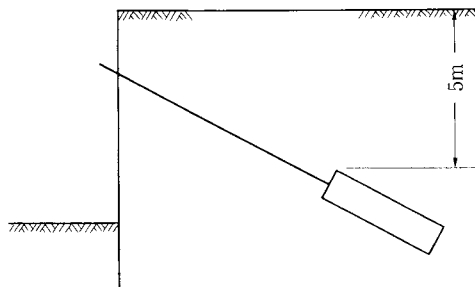
$\phi$  : 内部摩擦角 ( $^\circ$ )



解説図 4-3 グループ効果を考慮したアンカー力の低減率 (Habib)

#### (5) アンカー体の土被り

アンカー体の土被り厚については、構造系全体の安定も考慮して決定しなければならないが、グラウト注入中のグラウト材の漏れの防止および、アンカーの許容耐力を得るために上載圧を確保する必要があるので、アンカー体の最小土被り厚は5mを標準とした。(解説図 4-4 参照)



解説図 4-4 アンカー体の最小土被り厚



## 4-4 設計アンカー力

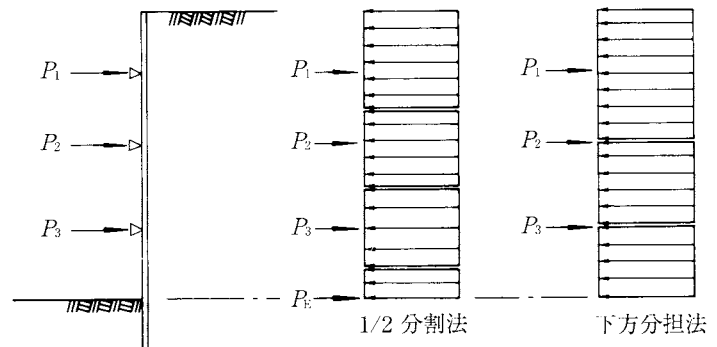
設計アンカー力( $T_d$ )は、以下に示す荷重に対し計画されたアンカーの配置や設置角度を考慮して決定する。

### 【解 説】

#### (1) 山留めにおける設計アンカー力

アンカー位置における水平荷重の算定方法を以下に示す。

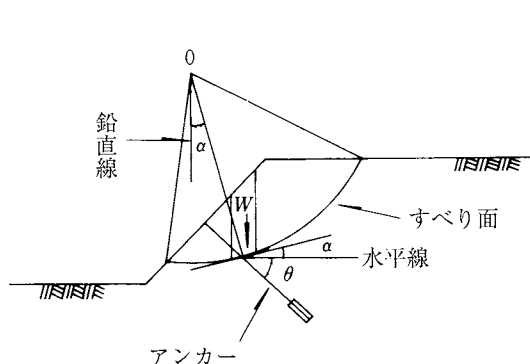
- 1) 1/2分割法
- 2) 下方分担法
- 3) 連続梁法
- 4) 単純梁法
- 5) 弾性法、弾塑性法



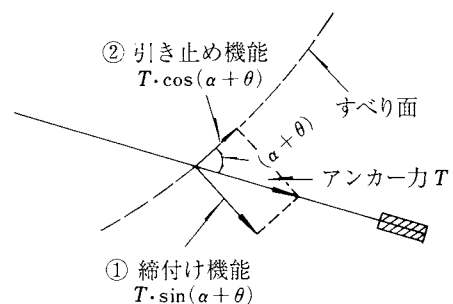
#### (2) 地すべり抑止工における設計アンカー力

斜面崩壊防止の抑止工として永久構造物にアンカーを用いる場合の設計アンカー力の算定方法としては、一般に斜面の安定解析を行い、計画安全率に対して不足抵抗力(アンカー抑止力)を求める形で計画されている。安定計算は、有効応力法により円形のすべり面を仮定し単位幅当たりで想定すべり土塊をいくつかのスライスに分割し、各スライスにおけるアンカー張力( $T$ )による締付け機能および引き止め機能を解説図4-5、4-6より算定する。一方、岩盤すべりのように岩(土)塊が一体となって滑動するような場合は、計画安全率とアンカー抑止力との関係は解説図4-7より算定する。

##### 1) 円弧すべり



解説図 4-5  
アンカー工を用いる場合の安定計算法



解説図 4-6  
アンカー工の2つの機能

① 締付け(押え込み)機能  $T \cdot \sin(\alpha + \theta) \cdot \tan \phi$  を期待した場合

[すべり面の垂直力・せん断抵抗力の増大]

$$P_r = \frac{F_{sp} \Sigma W \cdot \sin \alpha - \Sigma c \cdot l - \Sigma (W - u \cdot b) \cos \alpha \cdot \tan \phi}{\Sigma \sin(\alpha + \theta) \cdot \tan \phi} \quad (4.1)$$

② 引き止め(待ち受け)機能  $T \cdot \cos(\alpha + \theta)$  を期待した場合

[すべり面の滑動力の減殺]

$$P_r = \frac{F_{sp} \Sigma W \cdot \sin \alpha - \Sigma c \cdot l - \Sigma (W - u \cdot b) \cos \alpha \cdot \tan \phi}{\Sigma \cos(\alpha + \theta)} \quad (4.2)$$

③ 締付け・引き止め機能  $\{T \cdot \sin(\alpha + \theta) \cdot \tan \phi + T \cdot \cos(\alpha + \theta)\}$  の両方を期待した場合

$$P_r = \frac{F_{sp} \Sigma W \cdot \sin \alpha - \Sigma c \cdot l - \Sigma (W - u \cdot b) \cos \alpha \cdot \tan \phi}{\Sigma \{\sin(\alpha + \theta) \tan \phi + \cos(\alpha + \theta)\}} \quad (4.3)$$

ここに

$c$  : 粘着力 (kN/m<sup>2</sup>)

$l$  : 分割片で切られたすべり面の弧長 (m)

$W$  : 分割片の全質量 (kN/m)

$u$  : 間げき水圧 (kN/m<sup>2</sup>)

$b$  : 分割片の幅 (m)

$\alpha$  : 分割片で切られたすべり面の midpoint とすべり円の中心を結ぶ直線と鉛直線のなす角度 (度)

$\phi$  : 内部摩擦角 (度)

$T$  : アンカー張力 (kN/m)

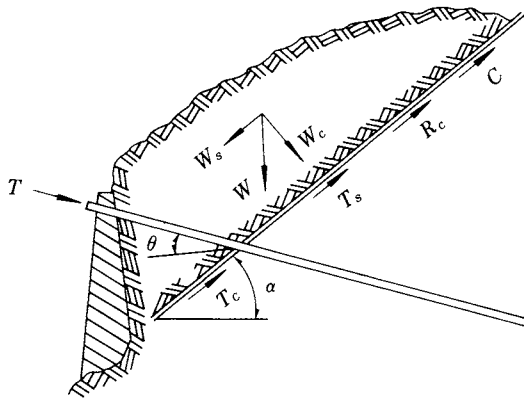
$\theta$  : アンカーと水平線のなす角 (度)

$P_r$  : 単位幅当たりの必要アンカー力 (kN/m)

$F_{sp}$  : 計画安全率

※注：上式 (4.1)、(4.2)、(4.3) の分母の  $\Sigma$  は、アンカー設置段数、分子の  $\Sigma$  は分割片の数を示す。

2) 直線すべり



解説図 4-7 アンカーを用いる場合の安定計算法

$$F_{sp} = \frac{C + R_c + T_s + T_c}{W_s} \quad (4.4)$$

$W$ : 滑動体の質量 (kN/m)

$T$ : アンカー張力 (kN/m)

$\alpha$ : 滑動面の勾配 (度)

$\theta$ : テンドンと水平線のなす角 (度)

$F_{sp}$ : 計画安全率

$c$ : 粘着力 (kN/m<sup>2</sup>)

$l$ : すべり面長 (m)

$\phi$ : 内部摩擦角 (度)

$W_s = W \cdot \sin \alpha$  (kN/m)

$C = c \cdot l$  (kN/m)

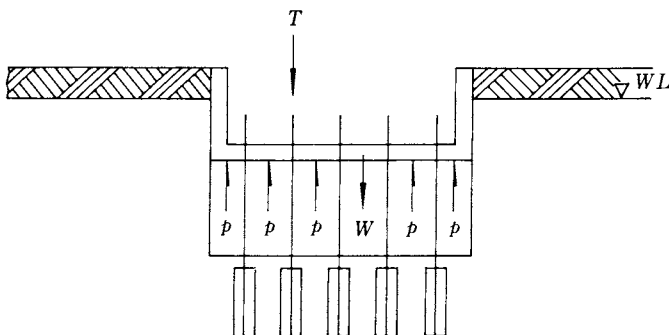
$\mu = \tan \phi$

$R_c = \mu \cdot W \cdot \cos \alpha$  (kN/m)

$T_s = \mu \cdot T \cdot \sin(\alpha + \theta)$  (kN/m)

$T_c = T \cdot \cos(\alpha + \theta)$  (kN/m)

(3) 浮上り防止工における設計アンカー力



計画安全率は次式で与えられる。

$$F_{sp} = \frac{\text{躯体質量} + \text{設計アンカー力}}{\text{浮力}} = \frac{W + \sum T}{p \cdot A} \quad (4.5)$$

解説図 4-8 浮上り防止の安定計算法

$T$ : アンカー張力 (kN/m)

$p$ : 揚圧力 (kN/m<sup>2</sup>)

$A$ : 底版面積 (m<sup>2</sup>)

$F_{sp}$ : 計画安全率

$W$ : 躯体の質量 (kN/m)

計画安全率  $F_{sp}$  は、土塊側面の摩擦を無視して、1.2~1.5の値を採用する。

## 4-5 テンドンの決定

SEEEグラウンドアンカー用のテンドンは、アンカーの用途・施工性およびアンカーされる構造物の特性・重要度・安全性・耐久性を考慮し、テンドンを選ぶものとする。

### 【解 説】

#### (1) テンドンの種類

SEEEグラウンドアンカー用のテンドンの種類を解説表4-1に示す。

解説表4-1 テンドンの極限荷重および降伏点荷重

(kN/本)

| 材 料        | テンドン極限荷重<br>(テンドン引張荷重)<br>$T_{us}$ | テンドン降伏点荷重<br>$T_{ys}$ |
|------------|------------------------------------|-----------------------|
| F 20 ( U ) | 261                                | 222                   |
| F 40 ( ヌ ) | 387                                | 330                   |
| F 50 ( ヌ ) | 495                                | 422                   |
| F 60 ( ヌ ) | 573                                | 495                   |
| F 70 ( ヌ ) | 714                                | 608                   |
| F100 ( ヌ ) | 966                                | 826                   |
| F110 ( ヌ ) | 1120                               | 952                   |
| F130 ( ヌ ) | 1281                               | 1092                  |
| F170 ( ヌ ) | 1680                               | 1428                  |
| F200 ( ヌ ) | 1938                               | 1649                  |
| F230 ( ヌ ) | 2280                               | 1938                  |
| F270 ( ヌ ) | 2622                               | 2242                  |
| F310 ( ヌ ) | 3040                               | 2584                  |
| F360 ( ヌ ) | 3477                               | 2964                  |

#### (2) 許容引張り力

許容引張り力( $T_{as}$ )は、テンドン極限荷重( $T_{us}$ )、テンドン降伏点荷重( $T_{ys}$ )に対し解説表4-2のどちらか小さい値を用いる。

解説表4-2 許容引張り力

|     |             | テンドン極限荷重<br>( $T_{us}$ )に対して | テンドン降伏点荷重<br>( $T_{ys}$ )に対して |
|-----|-------------|------------------------------|-------------------------------|
| 一 般 | 仮 設 ア ン カ ー | $0.65 \cdot T_{us}$          | $0.80 \cdot T_{ys}$           |

一般アンカーは、「グラウンドアンカー設計・施工基準、同解説」(JGS4101-2000)に準じた値とした。

#### 4-6 テンドン長

テンドン長は、緊張の余長、テンドン自由長、テンドン拘束長を含む長さとする。

(1) 緊張の余長

緊張の余長は、緊張ジャッキが取り付けられるよう十分な長さとする。

(2) テンドン自由長

テンドン自由長は、変形を考慮し、かつ所要の緊張力を確保できるような長さとする。

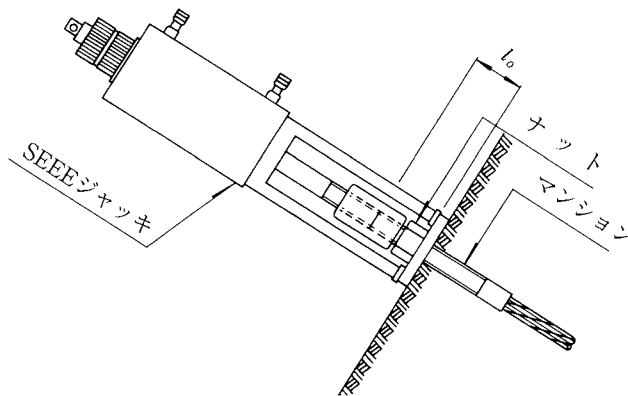
(3) テンドン拘束長

テンドン拘束長は、引張力をアンカー体へ伝達させられるように十分な長さとする。

#### 【解 説】

(1) 緊張の余長 ( $l_o$ )

各タイプの緊張の余長は解説表 4-3 を標準値とする。



解説表 4-3 緊張の余長一覧表

(mm)

| 呼 名                             | 緊張余長 |
|---------------------------------|------|
| F20, F20U, F40, F40U, F50, F50U | 80   |
| F60, F60U, F70, F70U            | 100  |
| F100, F100U                     | 100  |
| F110, F110U, F130, F130U        | 125  |
| F170, F170U                     | 135  |
| F200, F200U                     | 140  |
| F230, F230U                     | 140  |
| F270, F270U                     | 150  |
| F310, F310U                     | 170  |
| F360, F360U                     | 190  |

(2) テンドン自由長 ( $l_{sf}$ )

テンドン自由長は、テンドンに導入されたプレストレス力が構造物の変位により大幅な変化を生じないようにしたり、あるいは、定着部地盤のクリープ変位に伴って減少することを緩和して、設計プレストレス力をできるだけ変化なく確保するものである。

また、自由長は、構造物の変位によって急激に大きな荷重がアンカーにかかるような現象に対しアンカー頭部、アンカー体長部の保護のための緩和材となる。

(3) テンドン拘束長 ( $l_{sa}$ )

アンカーテンドンとグラウト材の付着によるテンドン拘束長は、以下の式に求める。

$$l_{sa} = \frac{T_d}{\pi \cdot d_s \cdot \tau_a} \quad (4.6)$$

$l_{sa}$ : テンドン拘束長  
 $T_d$ : 設計アンカー力  
 $d_s$ : テンドンの外径  
 $\tau_a$ : テンドンとグラウトとの許容付着応力度  
 (解説表 4-5 許容付着応力度) 参照

#### 4-7 アンカー長

##### (1) アンカー自由長

アンカー自由長は、4m以上を標準とする。

##### (2) アンカー体長

アンカー体長は、3m以上、10m以下を標準とする。

#### 【解 説】

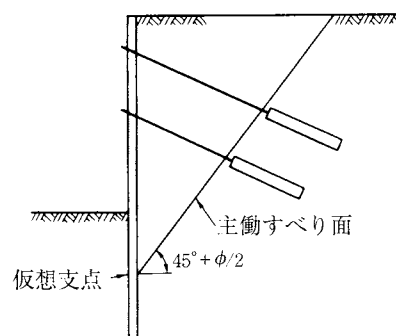
##### (1) アンカー自由長( $l_f$ )

アンカー自由長部は、アンカー頭部からテンドンに導入された緊張力を減少させずにアンカー体に伝達する部分であり、アンカー体から地盤を通してアンカーされる構造物に影響しないような間隔を確保する役目もある。このため、自由長部は周辺の地盤等との摩擦抵抗を極力小さくする構造とし、アンカー自由長は、アンカーされる構造物とアンカー体設置地盤の間の地盤が破壊したり、変形が大きくなるように4m以上を標準とする。

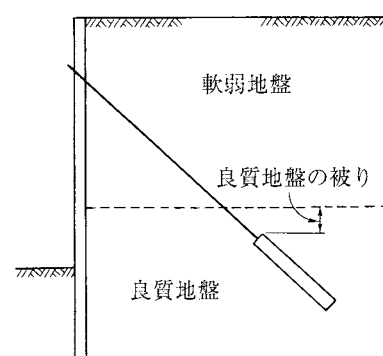
また、アンカー自由長は、「4-11 構造物全体の安定」で述べる構造物、アンカーおよび地盤を含めた全体系の安定に対しても十分に安全となるように設定する。

一般に土留め、擁壁などのように土圧を受ける構造物では、解説図4-9に示すように少なくとも主働すべり面以深にアンカーがくるように自由長を決定しなければならない。また地すべり抑止のためにアンカーを用いる場合、すべり面より深部の地盤にアンカー体が設置されるようにつ、アンカー体の外側を通るすべりに対して所定の安全率が得られるように自由長を設定しなければならない。土留め壁にアンカーを使用する場合、アンカー体は、主働すべり面の外側にあっても壁の変形に伴い周辺地盤とともに変位することがある。良質地盤でアンカー自由長が短くなるような場合には注意が必要である。

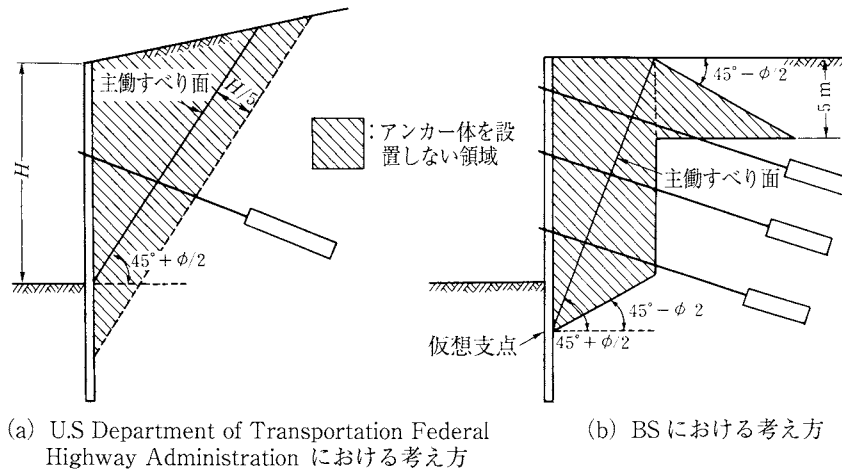
また、アンカーの土被り厚が十分であっても、解説図4-10に示すように良質地盤での被りが小さくならないようなアンカー自由長とする。このように、アンカー自由長は、構造物全体の安定を考慮したうえで決定しなければならない。構造物全体の安定からアンカー体を設置しない領域を考える場合の考え方の例を解説図4-11に示す。



解説図 4-9 アンカー体設置位置



解説図 4-10 良質地盤の被り

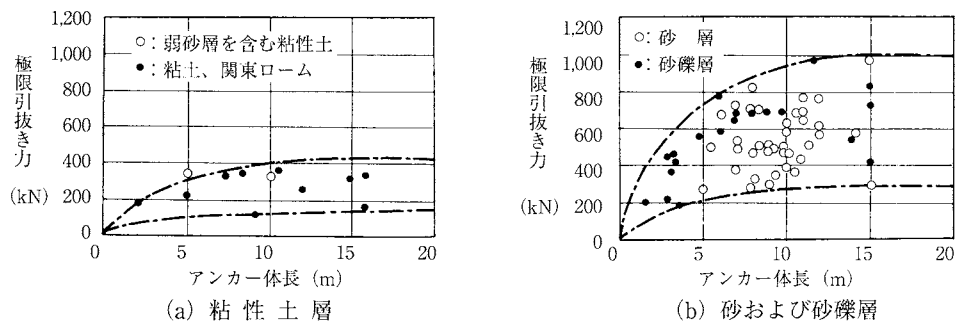


解説図 4-11 アンカー体を設置しない領域

## (2) アンカー体長 ( $l_a$ )

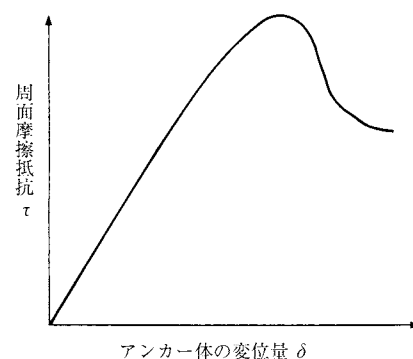
アンカー体長は、アンカー体と設置地盤との摩擦抵抗あるいは支圧抵抗に対して十分に安全であるように設計する。摩擦方式のアンカーでは、次に述べる理由によりアンカー体長は3m以上、10m以下を標準とする。

設計アンカー力が小さい場合には、アンカー体長を短くすることも可能であるが、極端に短い場合には、わずかな地層の傾斜や層厚の変化などにより極限引抜き力が大きく変化する可能性がある。このような影響を小さくするため、経験的にアンカー体長の最小値を3mとした。国内における主に摩擦により抵抗する方式のアンカーの極限引抜き力とアンカー体長の関係を解説図 4-12 に示す。設計アンカー力が大きい場合のアンカー 1 本当りの極限引抜き力は、アンカー体長を長くしても比例して大きくならず、10mを超えるとほとんど増加しなくなる。



解説図 4-12 アンカー体長と極限引抜き力

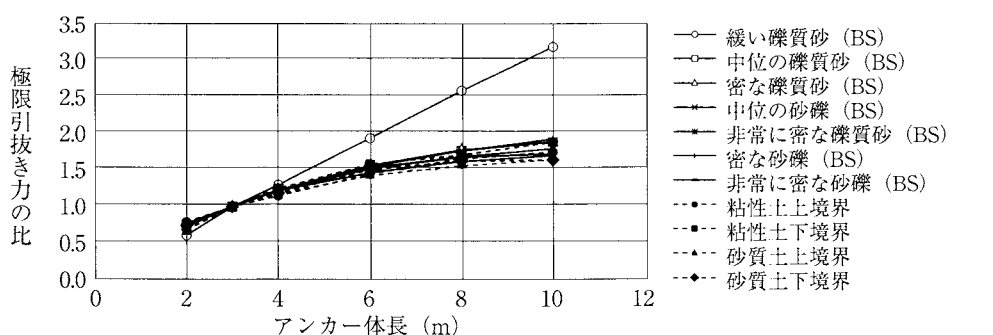
これは、アンカー体各部位における地盤の摩擦抵抗が、解説図 4-13 に示すように変位が大きくなるに従い増加するが、ある変位量を超えると減少するためと考えられる。アンカー体が長くなるとその変位量も部位により異なり、摩擦抵抗が均等に分布しなくなる。BSにも掲載されている Ostermayer (オスターマイヤー) らの実験をもとに各種地盤における極限アンカー力を、アンカー体長 3m を基準に比で表わしたの



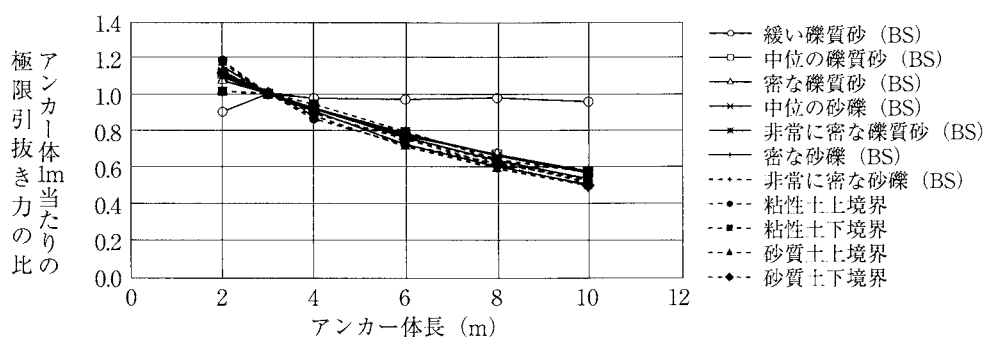
解説図 4-13  
アンカー変位量と周面摩擦抵抗の概念

が解説図 4-14 (a) である。緩い砂地盤を除き、アンカー体長が長くなっても極限アンカー力は比例して大きくならず、アンカー体長10mでもおおむね3mの場合の1.6～2.0倍程度である。解説図 4-14 (a) をアンカー体長1m当たりの極限引抜き力の平均値の比で表わしたのが解説図 4-14 (b) である。アンカー体長10mでは、3mの場合の約半分の値となっている。なお、解説図 4-14の(a) (b) には、国内の実験結果から求めた解説図 4-12の粘性土、砂質土における上下の包絡線の値も重ねて示すが、ほぼ同じ傾向が見うけられる。

以上のことから、アンカー体長が長くなると、極限引抜き力の低減についての配慮が必要になることから、本基準におけるアンカー体長は、10m以下を標準とすることとした。なお、引抜き力に対して主に支圧により抵抗する方式のアンカーや、アンカー体長が3m未満あるいは10mを超える主に摩擦により抵抗する方式のアンカーを用いる場合には、供用アンカーと同規模の試験アンカー等により安全性を確認する必要がある。



(a) 極限引抜き力の比



(b) アンカー体長1m当たりの極限引抜き力の比

解説図 4-14 極限引抜き力の比



アンカー体長は、グラウトと地盤との摩擦により以下の式に求める。

$$l_a = \frac{T_d \cdot F_s}{\pi \cdot d_A \cdot \tau} \quad (4.7)$$

$l_a$  : アンカー体長  
 $T_d$  : 設計アンカー力  
 $F_s$  : 安全率 (解説表 4-4)  
 $d_A$  : アンカー体径 (削孔径)  
 $\tau$  : 単位面積当たりの周面摩擦抵抗  
 (解説表 4-9 アンカーの極限周面摩擦抵抗 参照)

解説表 4-4 極限引抜き力 ( $T_{ug}$ ) に対する安全率 ( $F_s$ )

|             | 安全率 |
|-------------|-----|
| 仮 設 ア ン カ ー | 1.5 |

「グラウンドアンカー設計・施工基準、同解説」に準じた値とした。

アンカー体の定着は、想定破壊面よりも深部の堅固な地盤を選んで行う。定着地盤は、アンカー引張力に対して長期的に安定しているばかりではなく、防食など化学的にも安定していることが必要である。

アンカー体の定着が可能な地盤は、想定したすべり面よりも深部の堅固な層とする。強度の弱い地盤を定着層として採用する場合は、各種試験を行い、責任技術者の承認を得なければならない。

特に粘性土系地盤を定着層として採用する場合は、地盤の強度試験以外に、スレーキングや膨張性鉱物の有無、圧縮変形や引張変形に関する各種試験を実施する事が望ましい。

#### 4－8 許容付着応力度

仮設グラウンドアンカーに用いるグラウトの設計基準強度は $18\text{N/mm}^2$ 〔 $180\text{kgf/cm}^2$ 〕以上とし、許容付着応力度は解説表 4－5 を用いる。

#### 【解 説】

##### (1) グラウトの強度

アンカー体に用いられるモルタル、セメントペーストの緊張時および設計荷重作用時の圧縮強度は、仮設アンカーで $18\text{N/mm}^2$ 〔 $180\text{kgf/cm}^2$ 〕以上を用いる。

##### (2) テンドンとグラウトの許容付着応力度( $\tau_a$ )

テンドンとグラウトの許容付着応力度は解説表 4－5 を用いる。

解説表 4－5 仮設アンカーの許容付着応力度( $\tau_a$ )

( $\text{N/mm}^2$ )

| グラウトの設計基準強度 |              | 18  | 24  | 30   | 40以上 |
|-------------|--------------|-----|-----|------|------|
| 仮 設         | F 型<br>F-U 型 | 1.0 | 1.2 | 1.35 | 1.5  |

## 4-9 削 孔 径

削孔径の選定は、設計アンカー力、対象地盤の性状、テンドン、削孔機、かぶり厚などを考慮し決定しなければならない。

### 【解 説】

#### (1) 削孔径とテンドンの相対関係

自由長部のケーシング最小内径とテンドン外径の余裕を直径5mm以上、定着長部のかぶり厚を20mm以上を標準とする。ロータリーパーカッション式における一般的に使用される削孔径とテンドンのタイプを、参考として解説表4-6、4-7、に示す。

SEEEグラウンドアンカー工法では、注入パイプ（無）を標準とする。また、注入パイプを取付ける場合は、 $\phi 21.5$ （解説表2-5）を標準とするが、状況により変更する場合は削孔径等の検討を行う。

解説表4-6 SEEEアンカー（F型）

(mm)

| 種 類                  | F20 | F40 | F50 | F60 | F70 | F100 | F110 | F130 | F170 | F200 | F230 | F270 | F310 | F360 |
|----------------------|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 注入パイプ(無)             | 90  | 90  | 90  | 90  | 90  | 115  | 115  | 115  | 115  | 135  | 135  | 135  | 146  | 146  |
| 注入パイプ( $\phi 21.5$ ) | 90  | 90  | 90  | 115 | 115 | 115  | 115  | 115  | 135  | 146  | 146  | 146  | 165  | 216  |
| 注入パイプ( $\phi 27.0$ ) | 90  | 115 | 115 | 115 | 115 | 135  | 135  | 135  | 135  | 146  | 146  | 165  | 216  | 216  |

解説表4-7 SEEEアンボンドアンカー（F-U型）

(mm)

| 種 類                  | F20U | F40U | F50U | F60U | F70U | F100U | F110U | F130U | F170U | F200U | F230U | F270U | F310U | F360U |
|----------------------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 注入パイプ(無)             | 90   | 90   | 90   | 90   | 90   | 115   | 115   | 115   | 115   | 135   | 135   | 146   | 146   | 165   |
| 注入パイプ( $\phi 21.5$ ) | 90   | 115  | 115  | 115  | 115  | 135   | 135   | 135   | 146   | 146   | 165   | 165   | 216   | 216   |
| 注入パイプ( $\phi 27.0$ ) | 115  | 115  | 115  | 135  | 135  | 135   | 135   | 135   | 146   | 146   | 165   | 216   | 216   | 216   |

(2) 削孔ツールス

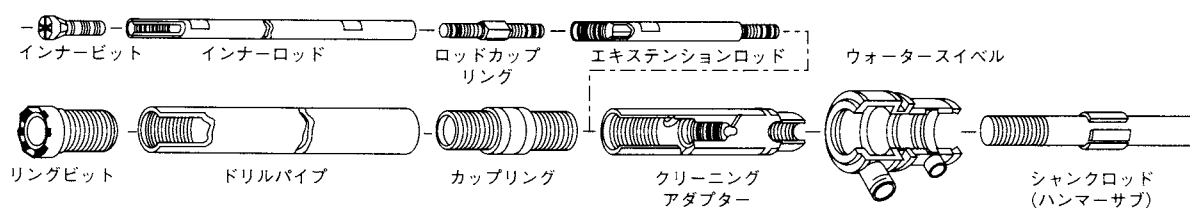
ロータリーパーカッション式における削孔ツールスを解説表 4-8 に示す。なお、この値は削孔機種および、製造元により多少異なることがある。

解説表 4-8 削孔ツールス

ロータリーパーカッション式

(mm)

| 呼 称 | リングビット外径 | ケーシング外径 | ケーシング内径 | カップリング内径 |
|-----|----------|---------|---------|----------|
| 90  | 100      | 95      | 75      | 69       |
| 115 | 125      | 118     | 95      | 86       |
| 135 | 135      | 132     | 116     | 106      |
| 146 | 157      | 146     | 132     | 123      |
| 165 | 170      | 165     | 145     | 134      |
| 216 | 225      | 216     | —       | 170      |



解説図 4-15 削孔ツールスの名称と概略図

#### 4-10 周面摩擦抵抗

アンカーの設計および施工のために実施する試験のうち、基本調査試験に含まれる引抜き試験によって、アンカーの極限引抜き力およびその挙動を把握し、アンカーの設計に用いるアンカー体の周面摩擦抵抗を決定することを標準とする。

#### 【解 説】

周面摩擦抵抗の大きさは、地盤調査によって求められる地盤の種類、土や岩の物理的・力学的性質、有効応力のほか、アンカー体の構造・形状・長さ、アンカーの施工方法とくに削孔、アンカー体部へのグラウトの注入と加圧方法によって異なる。したがって、引抜き試験はできるだけ実際に用いるアンカーと同様な条件、すなわちアンカーの諸元、設置地盤、施工方法で実施することが望ましい。

解説表 4-9 に示す極限周面摩擦抵抗は、加圧注入アンカーに対するデータを統計的に整理したものである。ただし、土被りが少ない場合は、解説表 4-9 に示す値をそのまま使うことは問題であり、別途検討が必要である。

また、解説表 4-9 に示す極限周面摩擦抵抗は、岩の種類や状態を細分化して示していないので、風化や割れ目の間隔および割れ目の状態などを十分に勘案して決めなければならない。

特に風化岩については、風化が進んでいる場合は、解説表 4-9 に示す値より小さくする必要があるので留意する。

また、軟岩と判断される結晶片岩、スレーキングや膨潤の生じやすい第三紀層の泥岩、シルト岩の周面摩擦抵抗値は、低い値の強度しかえられない場合がある。したがって施工数量が少ない場合にも引抜き試験を実施することが望ましい。

解説表 4-9 アンカーの極限周面摩擦抵抗

| 地 盤 の 種 類 |        |    | 摩擦抵抗 (N/mm <sup>2</sup> (kgf/cm <sup>2</sup> )) |
|-----------|--------|----|-------------------------------------------------|
| 岩 盤       | 硬 岩    |    | 1.5 ～2.5 [15～25]                                |
|           | 軟 岩    |    | 1.0 ～1.5 [10～15]                                |
|           | 風 化 岩  |    | 0.6 ～1.0 [ 6～10]                                |
|           | 土 丹    |    | 0.6 ～1.2 [ 6～12]                                |
| 砂 礫       | N<br>値 | 10 | 0.10～0.20 [1.0～2.0]                             |
|           |        | 20 | 0.17～0.25 [1.7～2.5]                             |
|           |        | 30 | 0.25～0.35 [2.5～3.5]                             |
|           |        | 40 | 0.35～0.45 [3.5～4.5]                             |
|           |        | 50 | 0.45～0.70 [4.5～7.0]                             |
| 砂         | N<br>値 | 10 | 0.10～0.14 [1.0～1.4]                             |
|           |        | 20 | 0.18～0.22 [1.8～2.2]                             |
|           |        | 30 | 0.23～0.27 [2.3～2.7]                             |
|           |        | 40 | 0.29～0.35 [2.9～3.5]                             |
|           |        | 50 | 0.30～0.40 [3.0～4.0]                             |
| 粘 性 土     |        |    | 1.0c (cは粘着力)                                    |

「グラウンドアンカー設計・施工基準、同解説」に準じた値とした。

#### 4-11 構造物全体の安定

アンカーされた構造物は、外的および内的安定に対する安全性について検討する。

##### 【解 説】

構造物をアンカーにより安定させる場合、極限アンカー力に関する安全性だけではなく、構造物、アンカー、地盤を含む全体系の安定を検討する。検討は、外的安定と内的安定について行う。

外的安定は、アンカー体を含む地盤全体の崩壊に体する安定であり、円弧や複合すべり面を仮定した分割法が一般に用いられる。土留めにおける構造物全体の安定では、

**解説図4-16**に示すようなアンカー先端近傍な

らびに床付け面以深を通るすべり面を仮定した分割法などが用いられる。斜面崩壊や地すべり

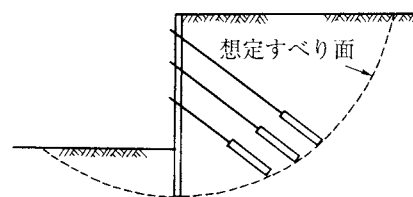
抑止工としてアンカーを採用する場合は、すべり

面位置が変化する場合が考えられるのですべり

形状を変化させてアンカー先端の外側を通る

種々のすべり面を考え、アンカー設置位置に対

する安定性の検討を行う。



**解説図 4-16 構造物全体の安定**

内定安定は、想定されるすべり線の外側にアンカー体を設置した場合に、地盤がアンカー体とともに過大な変位を生じないための検討である。土留め壁根入れ部分の仮想支点との間の深いすべり面の安定については、Kranzの方法等により検討するが、掘削深さが深い場合の深い位置のアンカーでは、検討結果が影響することもあるが、掘削が浅い場合にはあまり影響しない。掘削が浅い場合には、**解説図 4-11**のようなアンカー体を設置しない領域を考慮することで安定性が満足される。

なお、土留めにアンカーを用いる場合には、アンカー段数が多いと、鉛直下向き分力の総和が大きくなることから、土留めの壁の鉛直支持力の検討も必要となる。

## 4-12 プレストレス力

アンカーに導入するプレストレス力は、使用目的に応じ、地盤を含めた構造物全体の安定を考慮して決定する。

### 【解 説】

#### (1) 初期緊張力と定着時緊張力

初期緊張力は、アンカー頭部を緊張・定着する際にテンドンに与える引張り力の最大値であり、定着完了直後にテンドンに作用している引張り力を定着時緊張力という。このように、アンカー定着時にあらかじめテンドンに与える力を総称してプレストレス力という。

テンドンに与えるプレストレス力は、アンカー供用中にテンドンに作用している残存引張り力が、許容アンカー力を超えないように与える。残存引張り力は、地盤のクリープの影響のように時間の経過とともに減少するだけでなく、土留めのアンカーのように掘削が進むにつれて増加する場合もあるので、さまざまな増減の要素を考慮してプレストレス力を決める。

土留めに用いるアンカーのプレストレス力は、掘削による土留め壁の変形を小さくするため、一般的には設計アンカー力の50～100%程度としている。また、軟弱地盤の掘削で変形を抑止したいときには大きめのプレストレス力を与え、硬質地盤ではプレストレス力を小さめにする場合もある。

一方、地すべり防止のためのアンカーでは、40～80%程度のプレストレス力を与える場合が多いが、引止め効果を期待する場合には、プレストレス力を小さく20～30%とすることもある。プレストレス力を小さくする場合には、施工時の安全性について十分検討する必要がある。

このようにプレストレス力は、アンカーを使用する目的、地盤条件、供用期間等に応じて設定する。構造物に作用する外力が変化する以外に、テンドンの残存引張り力の大きさに影響する主要因は、次のとおりである。

##### 1) 地盤のクリープ

アンカーを含む全体の構造物が対象としている地盤のクリープ的変位とアンカー体周辺地盤の変位がある。地盤のクリープについては、テンドン降伏点荷重の90%以内かつ設計荷重の1.2～1.3倍の張力のある期間与えた後、設計荷重まで戻すことにより、クリープ量を減らすことができる。

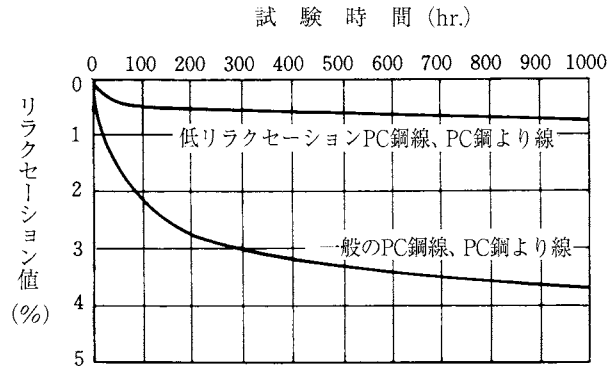
##### 2) テンドンのリラクセーション値

これによる変位量は小さく、プレストレス力の減少率も少ない。SEEEグラウンドアンカー工法のテンドンは、低リラクセーション材を用いているのでその値は解説表 4-10 を標準とする。

解説表 4-10 S E E E グラウンドアンカー工法のリラクゼーション値

| テ ン ド ン | リラクゼーション値(%)  |
|---------|---------------|
| PC 鋼より線 | 2.5以下(1000hr) |

解説図 4-17 リラクゼーションの一例



### 3) アンカー自由長部シースとテンドンの摩擦

テンドンの自由長は長くなるとテンドンとシースの摩擦が大きくなる。テンドンの引張り力は、引張り材の種類、配置の形状等により異なるが、土木学会に準じて次式で算出する。なお、テンドンにPC鋼材を用いた場合の一般的な摩擦係数を解説表 4-11に示す。

$$P = P_o \cdot e^{-(\mu\alpha + \lambda\chi)} \quad (4.10)$$

$P$ ：検討断面におけるテンドンの引張り力 (kN)

$P_o$ ：ジャッキ位置におけるテンドンの引張り力 (kN)

$\mu$ ：テンドンの角変化 1 ラジアン当りの摩擦係数

$\alpha$ ：テンドンの角変化 (ラジアン)

$\lambda$ ：テンドン 1m 当りの摩擦係数

$\chi$ ：テンドンのジャッキつかみ位置から検討断面までの長さ (m)

解説表 4-11 PC鋼材とシースの摩擦係数

|           | 鋼線束   | 鋼棒    | 鋼より線  |
|-----------|-------|-------|-------|
| $\lambda$ | 0.004 | 0.003 | 0.004 |
| $\mu$     | 0.3   | 0.3   | 0.3   |

(土木学会編：コンクリート標準示方書設計編)



SEEEグラウンドアンカー工法(タイプルアンカーB型)においても、PC鋼材1mあたりの摩擦係数 $\lambda=0.004$ を用いているため、試験体および現場において確認を行った。また、タイプルアンカーU型・タイプルアンカーM型についても同様の方法で測定を行い摩擦に関する確認試験を行った。

### ① 試験体による測定

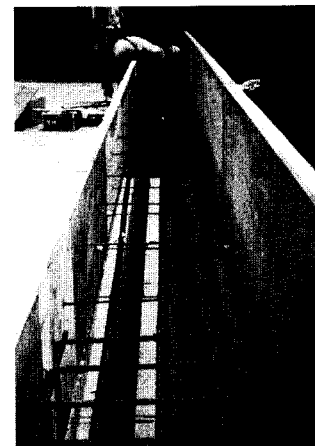
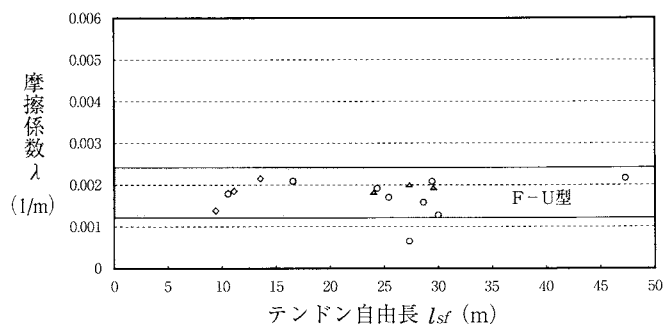
解説写真4-1のように試験体を試験装置に直線配置した後、片側からジャッキで緊張し、両端の荷重差から摩擦係数を算出した。

### ② 現場による測定

現場における測定は、本設に用いられるタイプルアンカーの適性試験の載荷荷重(緊張端引張り力 $P_0$ )と緊張端の伸び量から固定端緊張力 $P$ を求め、両端の荷重差から摩擦係数を算出した。

### ③ 試験結果

試験体および現場において摩擦確認試験を行った結果、テンドンの長さ1m当たりの摩擦係数( $m^{-1}$ )は解説表4-12のような結果が得られた。



解説図4-18

現場適性試験によるテンドン自由長と摩擦係数の関係

解説写真4-1 摩擦試験状況

解説表4-12 テンドン1m当たりの摩擦係数

|                        | F-U型  |
|------------------------|-------|
| $\lambda$ ( $m^{-1}$ ) | 0.002 |

〔参考〕「プレストレストコンクリート設計施工基準・同解説」(日本建築学会)において、実測結果に基づくアンボンドPC鋼より線の摩擦係数として $\lambda=0.002\sim0.003(m^{-1})$ が提案されている。

#### 4) 粘性土層の圧密

アンカーによる地盤への影響範囲内(解説図 4-1 参照)に粘性土層がある場合、アンカーにより地盤に新たな応力が加わり、圧密が生じることがある。この圧密による地盤変位により残存引張り力が低下する。

#### 5) 定着時における緊張力の低下

SEEEグラウンドアンカー工法の定着具のセット量は、ネジ式定着なので 0mmである。

### (2) アンカー頭部の変位量

アンカー頭部は引張り力を受け変位するが、許容変位量は、対象とする構造物により異なる。したがって、設計の際にはあらかじめ許容変位量を設定し、計算による変位量が許容値以内におさまるようにしなければならない。

アンカー頭部の変位量としては、テンドン自由長部の伸び縮みのほかにアンカー体自身の変位(地盤との相対変位)や地表面の膨れ上がりなどが考えられる。アンカー体自身の変位は、テンドン自由長が短くアンカー体長が長い場合に、また地表面の膨れ上がりはアンカー体設置が浅い場合に影響があると考えられるが、一般的にアンカー頭部の変位量の大部分は、テンドン自由長部の伸びに起因する。テンドン自由長が一定の場合のテンドン自由長の伸びは次式による。

なお、アンカー頭部の変位量は品質保証試験により必ず確かめなければならない。

$$u = \frac{T \cdot l_{sf}}{A_s \cdot E_s} \quad (4.11)$$

$u$  : テンドン自由長部の伸び

$T$  : テンドン自由長部の引張り力

$l_{sf}$  : テンドン自由長

$A_s$  : テンドン断面積

$E_s$  : テンドン弾性係数

## 第5章 施 工

### 5-1 施 工 計 画

アンカーの施工に当たっては、設計条件、地盤条件、環境などを十分に考慮し、工事の安全性、環境保全などを考慮して施工計画書を作成しなければならない。

また、施工計画書には、施工管理基準を明示しておかなければならない。

#### 【解 説】

アンカーの施工に当たっては、施工計画、施工管理、品質管理、および安全管理に関する詳細な計画をたて、これらにもとづき施工計画書を作成し、責任技術者の承認をえなければならない。

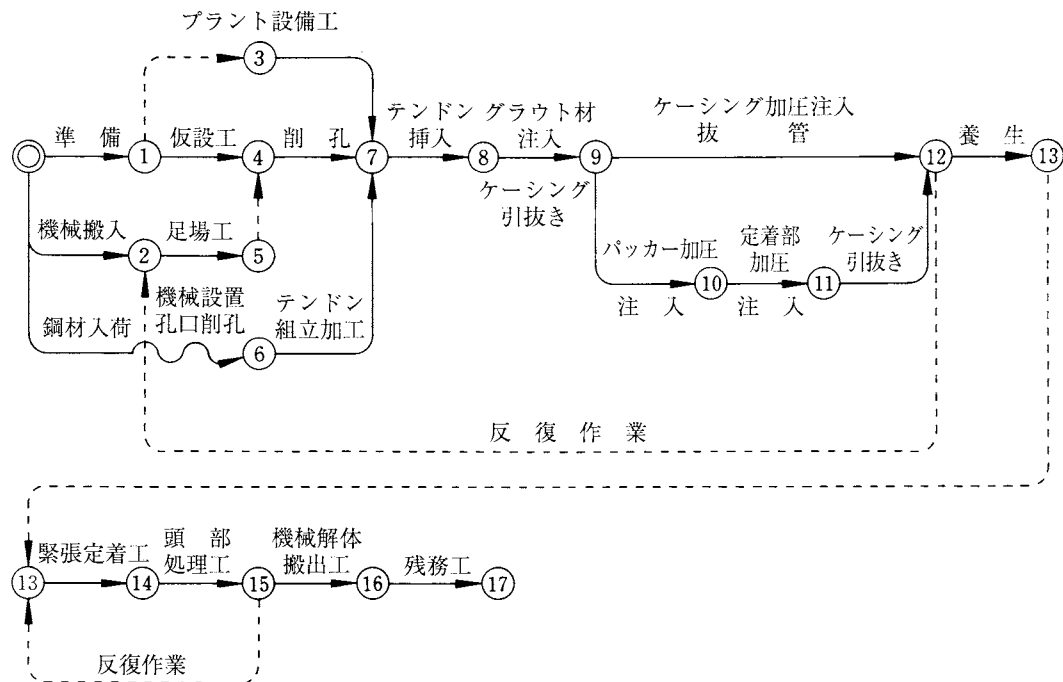
施工計画書に記載する標準的な項目を以下に示す。

- 工 事 目 的
- 工 事 概 要 （名称、場所、工期、数量、地盤など）
- 計画、設計の条件
- 工 程
- 組織編成表
- 使用 機 器
- 使用 材 料
- 仮 設 備
- 作 業 手 順
- 施工管理・品質管理計画
- 安全管理計画
- 技術資料・カタログなど
- そ の 他

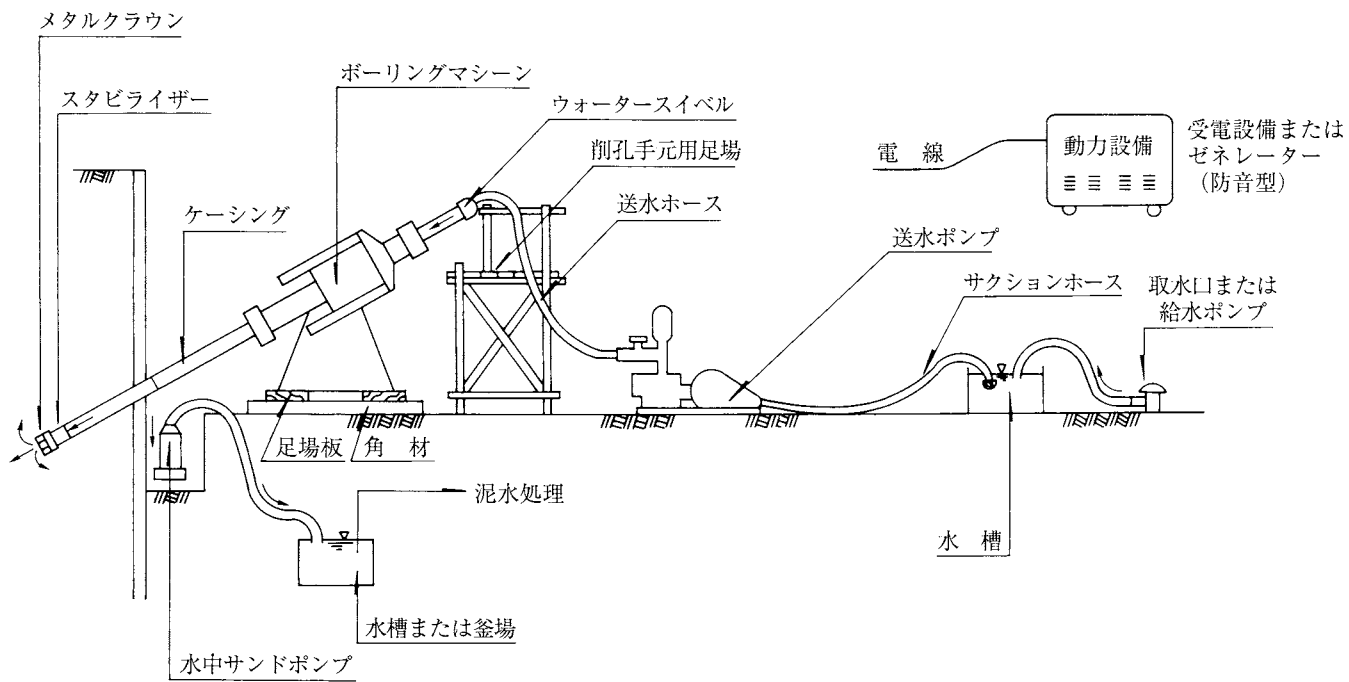
# (1) 施工手順

アンカー工の一般的な作業手順を解説図 5-1 ~ 5-4 に示す。

## 1) ロータリー式

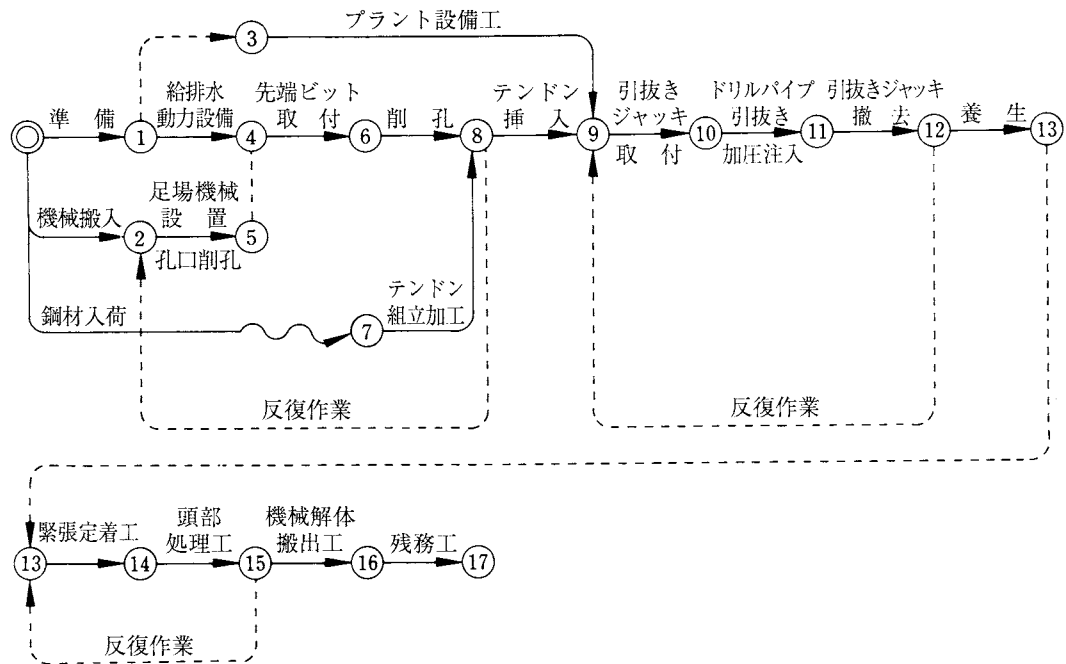


解説図 5-1 ロータリー作業手順

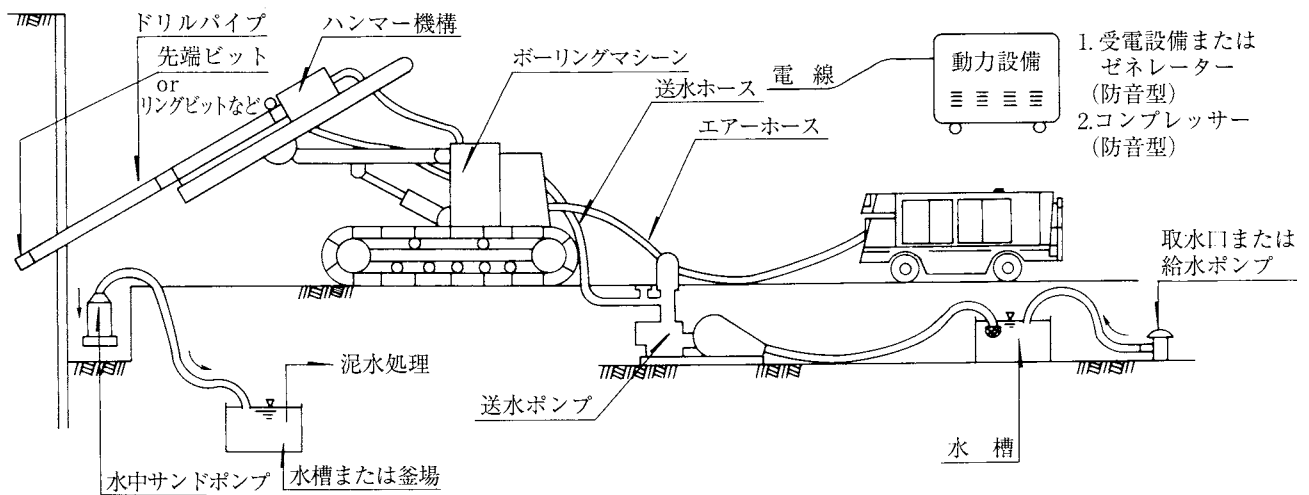


解説図 5-2 ロータリー式ボーリングマシンによる削孔機械配置図

## 2) ロータリーパーカッション式



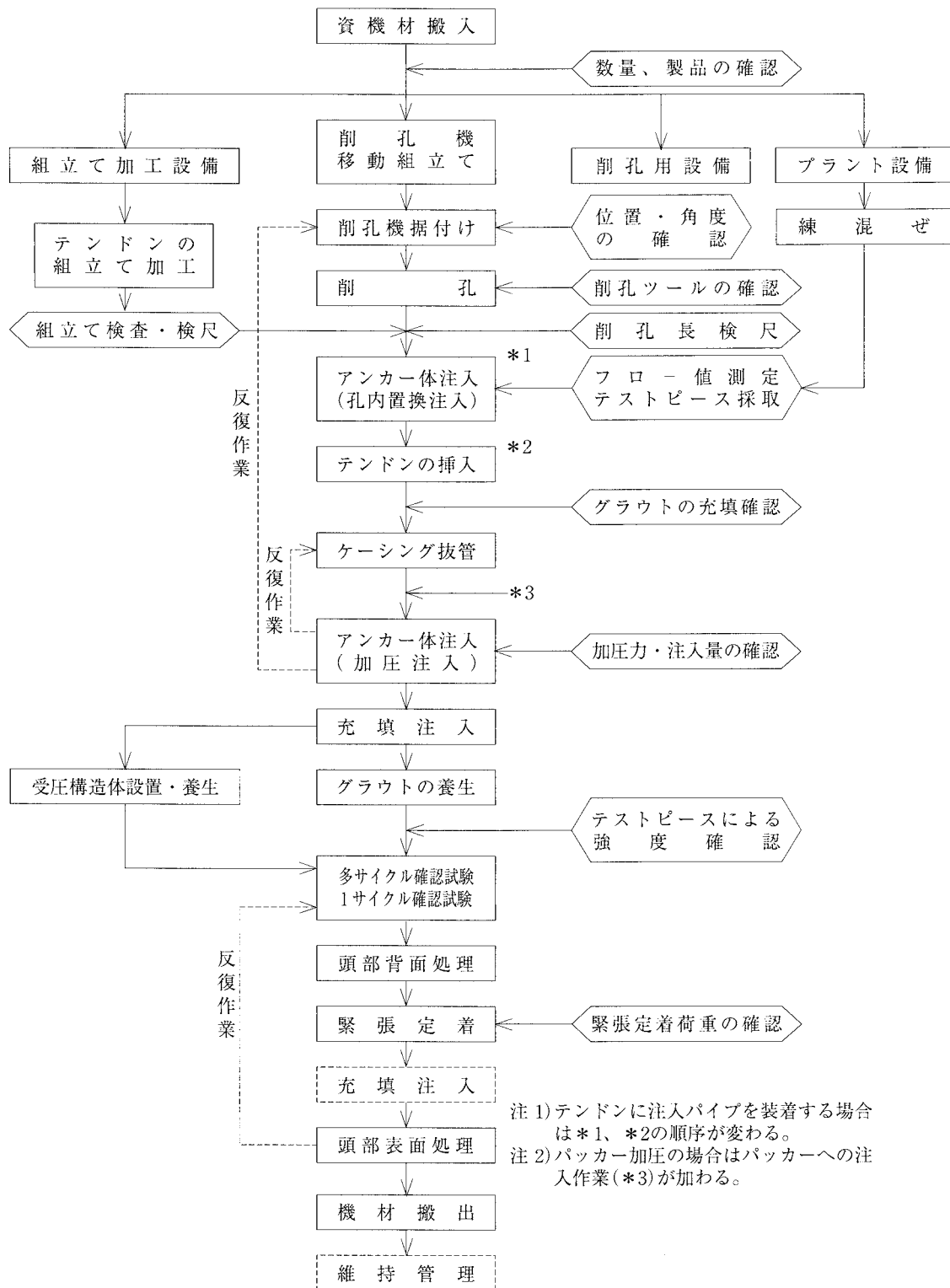
解説図 5-3 ロータリーパーカッション作業手順



解説図 5-4 ロータリーパーカッション式ボーリングマシーンによる削孔機械配置図

## (2) 施工管理手順

アンカー工事の一般的な施工管理手順を解説図 5-5 に示す。



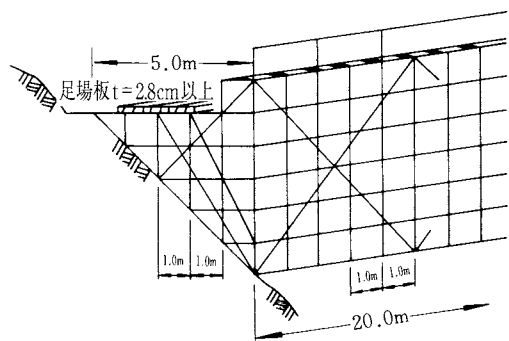
解説図 5-5 施工および施工管理のフローチャートの例

### (3) 足 場

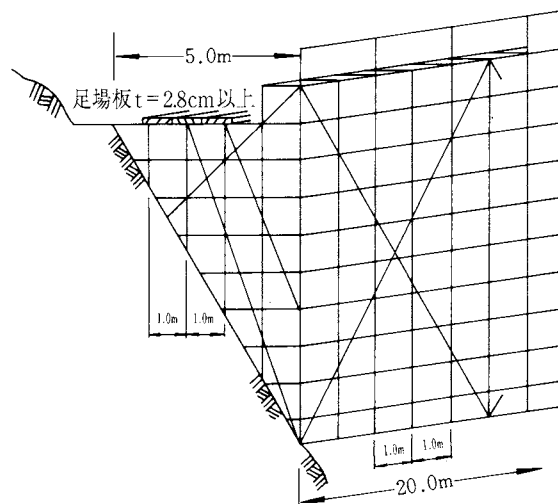
足場は、削孔がスムーズにできるよう削孔機械の自重、削孔時の振動、反力などを考慮し、堅固で安全なものを架設する。

ここでは、単管パイプの足場の例を解説図 5－6、5－7 に示す。

傾斜地 45°の例

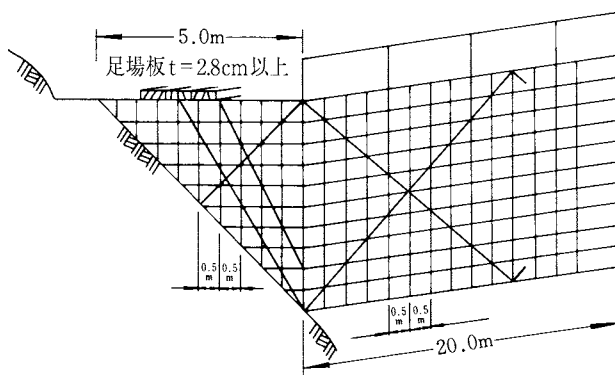


傾斜地 60°の例

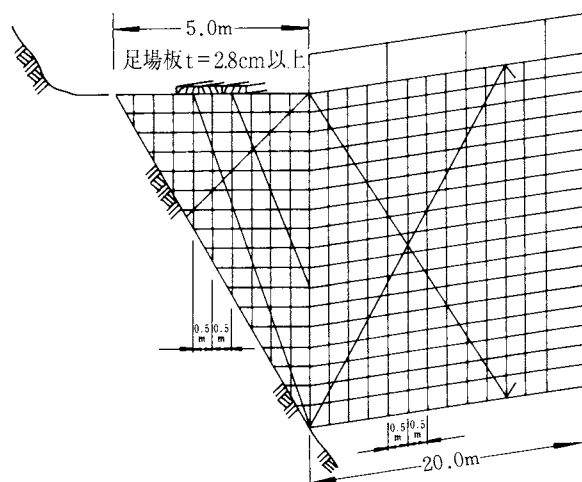


解説図 5－6 積載質量 2 ton 程度の足場概略図

傾斜地 45°の例



傾斜地 60°の例

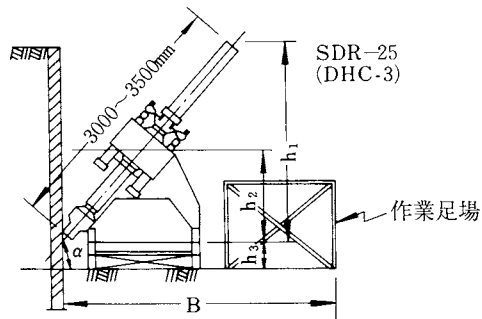


解説図 5－7 積載質量 4 ～ 5 ton 程度の足場概略図

#### (4) 作業スペース

作業スペースは、削孔機械の種類によって異なるが、作業に支障のないスペースを確保する。

ここでは、削孔機械の種類による標準作業空間を解説図 5－8、5－9 に示す。



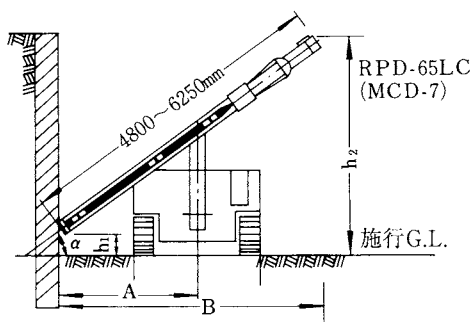
α：掘削角度  
 $h_1$ ：アンカーポイントから必要最小作業高  
 $h_2$ ：標準的アンカーポイントから機械中心位置  
 $h_3$ ：標準的アンカーポイントの高さ  
 B：必要作業幅

(m)

| $\alpha$ | $h_1$ | $h_2$ | $h_3$ | B   |
|----------|-------|-------|-------|-----|
| 15°      | 1.5   | 0.5   | 0.8   | 6.8 |
| 20       | 2.0   | 0.6   | 0.7   | 6.8 |
| 25       | 2.5   | 0.8   | 0.5   | 6.5 |
| 30       | 3.0   | 1.0   | 0.3   | 6.2 |
| 35       | 3.4   | 1.1   | 0.2   | 6.0 |
| 40       | 4.0   | 1.2   | 0.1   | 5.6 |
| 45       | 4.2   | 1.4   | 0.0   | 5.3 |
| 50       | 4.5   | 1.5   | 0.0   | 5.0 |

[注]ボーリングマシンの質量が約2ton程度の機械

解説図 5－8 ロータリー式削孔機械標準作業空間(参考)



α：掘削角度  
 $h_1$ ：標準的な施工盤からのアンカーポイントの高さ  
 $h_2$ ：必要最小作業高  
 A：山留壁より機械中心までの最小距離  
 B：必要作業幅

(m)

| $\alpha$ | $h_1$ | $h_2$ | A   | B   |
|----------|-------|-------|-----|-----|
| 15°      | 0.70  | 2.5   | 2.0 | 6.1 |
| 20       | 0.66  | 2.8   | 1.9 | 5.9 |
| 25       | 0.44  | 3.1   | 1.8 | 5.7 |
| 30       | 0.33  | 3.5   | 1.7 | 5.5 |
| 35       | 0.22  | 3.9   | 1.6 | 5.2 |
| 40       | 0.11  | 4.2   | 1.5 | 4.3 |
| 45       | 0.00  | 4.5   | 1.4 | 4.5 |

解説図 5－9 ロータリーパーカッション式削孔機械標準作業空間(参考)



## 5-2 削 孔 工

### (1) 削 孔

アンカーの削孔については、設計図書に示された位置、削孔径、長さ、方向を満足し、かつ地盤を乱すことがないように十分注意して行う。

### (2) 削 孔 精 度

削孔精度は、アンカーがほかに悪影響を及ぼさないような精度を確保しなければならない。要求される施工精度は、構造物の重要度や使用目的により異なるため許容誤差を定め精度の確保できる方法を決める必要がある。

## 【解 説】

アンカーの品質は、削孔および削孔中の管理により大きく左右される。また、削孔中の管理は、周辺的环境に対する影響や安全性の確保といった点でも重要な意味を持っている。

### (1) 削 孔

削孔方法は、アンカーテンドンの挿入や注入などを考慮して、孔壁崩壊などが生じない方法とする。この場合一般にケーシングとして、ドリルパイプを用いている。

削孔中にスライムの状態や、削孔速度などより定着層の位置や層厚の推定をする。

削孔水は、清水を使用することを原則とし、定着グラウトに悪影響を及ぼす物質を含んでいてはならない。

削孔が終了したら原則として、孔内を清水により十分洗浄し、スライムなどを除去しなければならない。

地下水や被圧水など孔内からの湧水がある場合や、周辺地盤への逸水がある場合には、グラウト注入や止水ボックスの使用などによる止水を検討しなければならない。

### (2) 削 孔 精 度

削孔精度は一般には、安定した地盤の場合には $1/100 \sim 1/200$ といわれている。しかし、砂礫や崖錐層および、不均質な互層の時は $1/50$ 以下になる場合が多い。

許容誤差については、FIP (fib) の指針では次のように指示している。

アンカー頭部の削孔軸との誤差— $75\text{mm}$ 以下

計画アンカー軸との傾角・水平角誤差— $\pm 2.5^\circ$  以下

アンカーポイントの配置誤差—アンカー長  $l$  の $1/30$ 以下

しかし、最終誤差は、各施工工程における誤差の累計となるので、個々の施工段階での誤差は最小限におさえる必要がある。

### 5-3 削孔機械

アンカーに使用する削孔機械は、工程や工費にも大きな影響を与えるため、地質、地盤条件、施工規模などを考慮して慎重に選定しなければならない。

#### 【解説】

削孔機械の特性、仕様および選定目安を解説表5-1、5-2に示す。

解説表5-1 削孔機械の型式による特性

|                    | 機械の形式            | 寸法 | 質 量                | 削 孔 径<br>使用範囲  | 機動性 | 騒 音                    | 削孔能力 | おもな適用地盤                         | 備 考 |
|--------------------|------------------|----|--------------------|----------------|-----|------------------------|------|---------------------------------|-----|
| ロータリー<br>パーカッション方式 | クローラー式           | 大  | 重<br>(6.5t~10.4t)  | 呼径<br>φ90~φ165 | 優   | 中<br>エアーハンマー<br>の場合(大) | 大    | ほとんどの地盤に<br>適用が可                |     |
|                    | スキッド式            | 中  | やや重<br>(4.0t~5.5t) | φ90~φ165       | 良   | 中<br>エアーハンマー<br>の場合(大) | 大    | ほとんどの地盤に<br>適用が可                |     |
| ロータリー方式            | ロータリー式           | 小  | 軽<br>(1.5t~3.0t)   | φ86~φ165       | 普通  | 小                      | 小    | 粘性土~砂<br>被圧地下水圧の大きい地盤では困難       |     |
|                    | ロ ン グ<br>フ ィ ード式 | 中  | 軽<br>(2.0t~3.0t)   | φ86~φ165       | 普通  | 小                      | 中    | ダウン・ザ・ホール<br>ハンマーを使用すれば岩盤に適用できる |     |

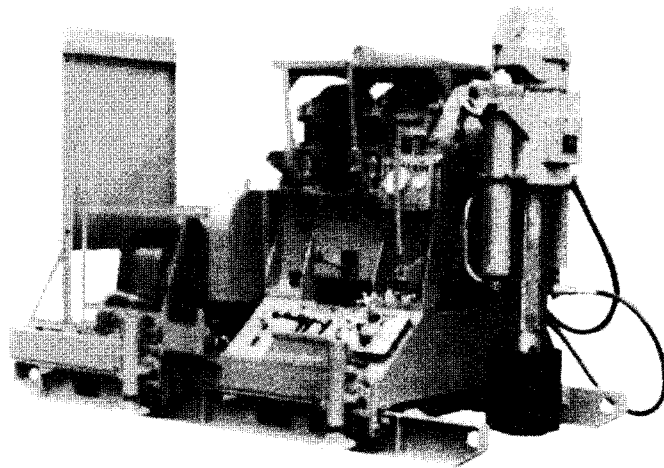
解説表5-2 おもな削孔機械の仕様

| 削 孔 径<br>項 目          | ロータリーパーカッション削孔機                     |                                     |                                     |                                     |                                                            |                                                            | ロータリー削孔機                                   |
|-----------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| 機 種<br>および<br>製 作 会 社 | MCD-10<br>三菱重工                      | MCD-8A<br>三菱重工                      | PRD-100C<br>鉦研工業                    | MKD-108<br>三井造船                     | アロードリル<br>RPD-75SL-H2<br>鉦研工業                              | アロードリル<br>RPD-100SL-F2<br>鉦研工業                             | L-38-151型<br>(メガロ150型)<br>エスエルシー           |
| 作 動 方 式               | 全油圧                                 | 全油圧                                 | 全油圧                                 | 全油圧                                 | 全油圧                                                        | 全油圧                                                        | 機械的、油圧                                     |
| 削 孔 方 式               | トップハンマーによる打撃・回転・打込み方式。<br>単管・二重管掘り  | トップハンマーによる打撃・回転・打込み方式。<br>単管・二重管掘り  | トップハンマーによる打撃・回転・打込み方式。<br>単管・二重管掘り  | トップハンマーによる打撃・回転・打込み方式。<br>単管・二重管掘り  | トップハンマーによる打撃・回転・打込み方式。<br>単管・二重管掘り                         | トップハンマーによる打撃・回転・打込み方式。<br>単管・二重管掘り                         | ケーシング掘り<br>(清水使用)<br>ダウン・ザ・ホール<br>ハンマー使用可能 |
| スピンドル内径               | φ56~φ216mm                          | φ95~φ165mm                          | φ95~φ225mm                          | φ95~φ157mm                          | φ95~φ157mm                                                 | φ95~φ225mm                                                 | φ148mm                                     |
| 削孔口径(使用径)             | —                                   | —                                   | —                                   | —                                   | —                                                          | —                                                          | φ73~φ139.8mm                               |
| 削孔深度(地層による)           | 80m                                 | 70m                                 | 70m                                 | 80m                                 | 50m                                                        | 70m                                                        | 80m                                        |
| 削孔時回転方向               | 左回転                                 | 左回転                                 | 左回転                                 | 左回転                                 | 左回転                                                        | 左回転                                                        | —                                          |
| 回 転 数                 | 0~80rpm                             | 0~35rpm<br>0~70rpm                  | 0~50rpm                             | 0~90rpm                             | 0~40rpm<br>0~80rpm                                         | 0~50rpm                                                    | 28~179rpm<br>正逆回転可                         |
| フィードストローク             | 3,000mm                             | 3,050mm                             | 2,600mm                             | 3,150mm                             | 1,940mm                                                    | 2,200mm                                                    | 590mm                                      |
| 走 行 方 式               | クローラ型                               | クローラ型                               | クローラ型                               | クローラ型                               | スキッド型                                                      | スキッド型                                                      | スキッド型                                      |
| フィード速度                | 0~30m                               | 0~30m                               | 0~6.5m<br>0~30m                     | 0~30m                               | 0~7m<br>0~20m                                              | 0~5m<br>0~20m                                              | —                                          |
| 回 転 ト ル ク             | 8,336N・m                            | 5,884N・m<br>2,942N・m                | 7,845N・m                            | 8,338N・m                            | 2,942N・m<br>5,884N・m                                       | 7,845N・m                                                   | 5,886N・m                                   |
| 打 撃 力                 | 735N・m                              | 490N・m<br>2,000~2,600bpm            | 422~735N・m<br>2,200~3,000bpm        | 638N・m<br>2,100bpm                  | 343~539N・m<br>2,200~3,000bpm                               | 422~735N・m<br>2,200~3,000bpm                               | —                                          |
| 原 動 機                 | 140ps                               | 110ps                               | 110ps                               | 133ps                               | 55kw                                                       | 45kw+37kw                                                  | 11~18.5kw                                  |
| 質 量                   | 10t                                 | 9.0t                                | 8.4t                                | 9.8t                                | 本体2.5t<br>ユニット1.5t                                         | 本体2.7t<br>ユニット2.2t                                         | 1,560kg                                    |
| 寸 法                   | 長 6,670mm<br>巾 2,350mm<br>高 2,450mm | 長 6,280mm<br>巾 2,280mm<br>高 2,420mm | 長 6,600mm<br>巾 2,200mm<br>高 2,400mm | 長 6,984mm<br>巾 2,434mm<br>高 2,559mm | 本体 3,460×<br>1,280×1,280mm<br>ユニット 1,500×<br>1,000×1,300mm | 本体 4,800×<br>1,500×1,800mm<br>ユニット 1,750×<br>1,250×1,450mm | 長 2,235×<br>巾 1,160×<br>高 1,590mm          |
| 騒 音                   | 中                                   | 中                                   | 中                                   | 中                                   | 中                                                          | 中                                                          | (モーター音)小                                   |

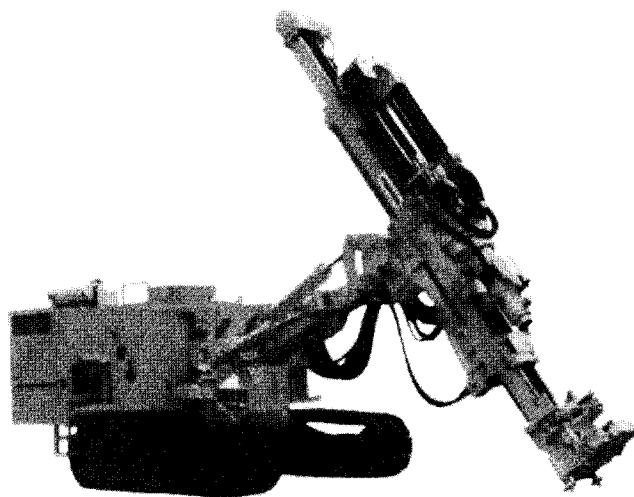
解説表 5 - 3 削孔機械の選定目安

| 土 質           | 削 孔 長 目 安 ( m ) |       |       | 削 孔 機 の 適 否              |              |       | 加 圧 方 法 の 適 否 |      | 備 考                                                             |
|---------------|-----------------|-------|-------|--------------------------|--------------|-------|---------------|------|-----------------------------------------------------------------|
|               | 削 孔 径           |       |       | ロータリー                    | ロータリーパーカッション |       | ケーシング         | パッカー |                                                                 |
|               | φ90             | φ115  | φ135  |                          | 二重管式         | 単 管 式 |               |      |                                                                 |
| 粘 土 性         | 60～80           | 60～80 | 60～80 | ◎                        | ○            | ◎     | ○             | ○    | 注：ここに示した値は一応の日安<br>であり、実際には、施工オペ<br>レーターの技量、ビットなど<br>により異なってくる。 |
| ゆるい砂          | 30～50           | 30～40 | 30～40 | ◎                        | ○            | ◎     | ○             | △    |                                                                 |
| 締った砂          | 40～50           | 40～50 | 40～50 | ◎                        | ◎            | ◎     | ○             | △    |                                                                 |
| 砂 レ キ         | 30～40           | 20～40 | 10～40 | △                        | ◎            | ○     | ○             | △    |                                                                 |
| 玉石混り<br>砂 レ キ | 10～40           | 10～40 | 10～30 | △                        | ◎            | ○     | ○             | △    |                                                                 |
| 破 砕 帯         | 30～40           | 30～40 | 20～30 | △                        | ◎            | ×     | △             | △    |                                                                 |
| 軟 岩           | 60～80           | 40～60 | 40～50 | ○<br>(ダウン・ザ・ホ<br>ールハンマー) | ◎            | ×     | ○             | ◎    |                                                                 |
| 中・硬 岩         | 60～70           | 40～60 | 30～40 | ○<br>(ダウン・ザ・ホ<br>ールハンマー) | ○            | ×     | △             | ○    |                                                                 |
| 硬 岩           | 50～60           | 40～50 | 30～40 | ○<br>(ダウン・ザ・ホ<br>ールハンマー) | △            | ×     | △             | ◎    |                                                                 |

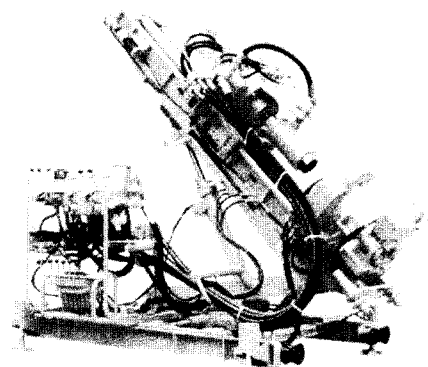
記号  
◎：最 適  
○： 適  
△：やや難  
×：難 (不適)



解説写真 5 - 1 ロータリー式削孔機械



クローラータイプ



スキッドタイプ

解説写真 5 - 2 ロータリーパーカッション式削孔機械

## 5-4 テンドンの組立加工

テンドンは、設計図書にしたがい組立加工を行わなければならない。タイブルアンカーU型における組立加工は、スペーサーの取付けとアンカープレート背面のストッパースイスなどの取付けのことをいい、F型における組立加工は、自由長部シースの加工やスペーサー取付けのことをいう。

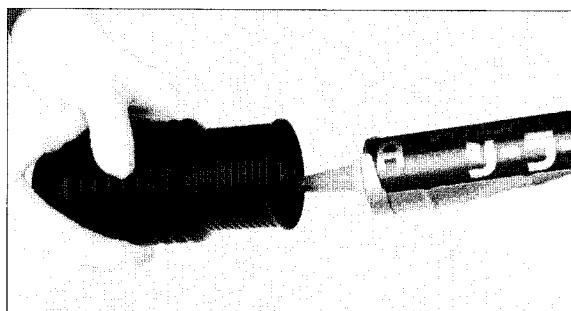
### 【解 説】

テンドンは、荷重をアンカー体に伝達する重要な部分である。加工にあたっては設計図書に従い、その機能を損なわないように組立加工を行わなければならない。そのとき、テンドンに有害なさび、油、泥などが付着しないように注意して取り扱い、万一付着した場合には、これらを完全に取り除く必要がある。

アンカー体部のテンドンは、孔壁と直接接しないように、また、所定のグラウト被り確保するために、スペーサーを取り付けることが有効である。

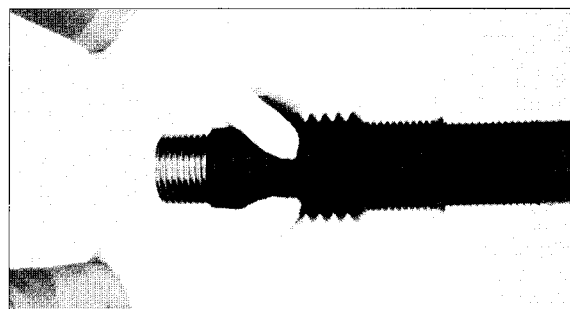
(1) アンカー頭部の防食加工(定着具の背面) ※現場の状況に応じて行う。

① ストッパースイスの内側(端部シース側・ストレートシース側)に止水材を塗布する



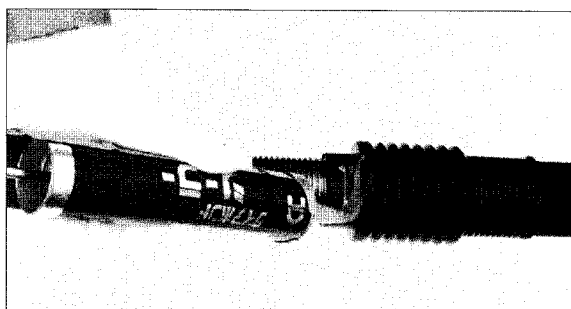
解説写真 5-3 背面の防食 1

② ストッパースイスを端部シース・ストレートシースにねじ込む



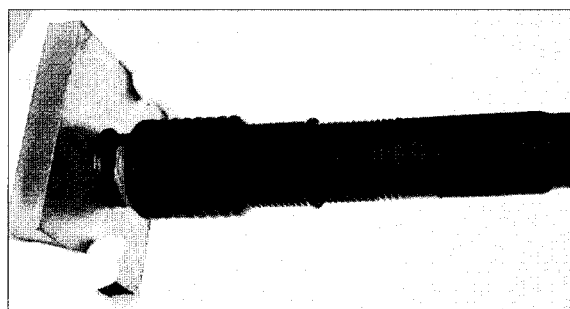
解説写真 5-4 背面の防食 2

③ ストッパースイスの外側(アンカープレート側)に止水材を塗布する



解説写真 5-5 背面の防食 3

④ アンカープレートをストッパースイスに取付ける

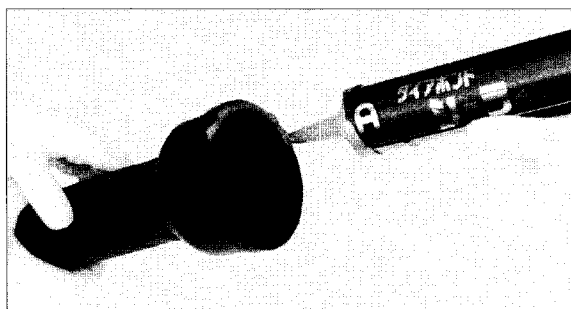


解説写真 5-6 背面の防食 4

※止水材はシーラーA(ダイヤボンド)を標準とする。

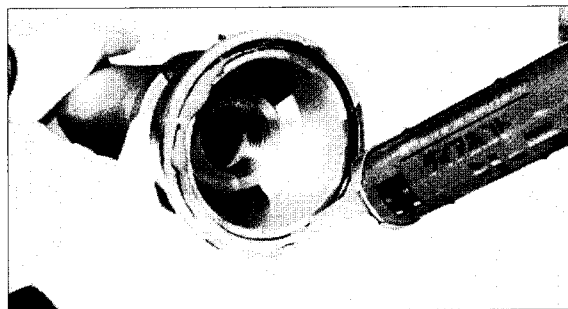
(2) アンカーキャップの取付け加工（定着具の前面） ※現場の状況に応じて行う。

① 止水材を塗布する



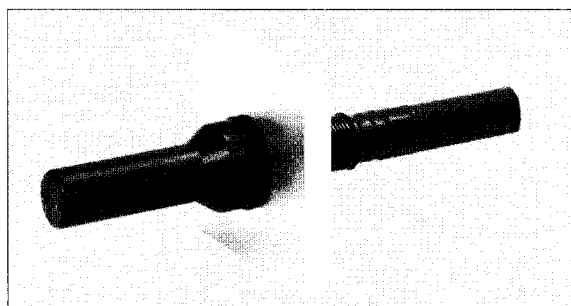
解説写真 5-7 ポリエチレンキャップ(Pタイプ)

① Oリングを取付け、止水材を塗布する

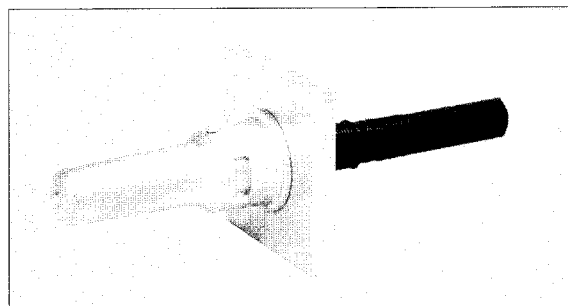


解説写真 5-8 アルミキャップ(Nタイプ)

② アンカーキャップをアンカープレートに取付ける



解説写真 5-9 ポリエチレンキャップ(Pタイプ)



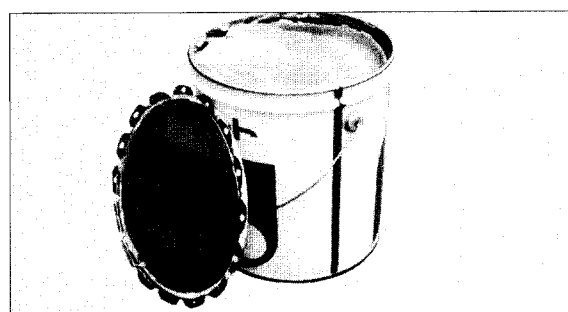
解説写真 5-10 アルミキャップ(Nタイプ)

(3) 防錆材の充填

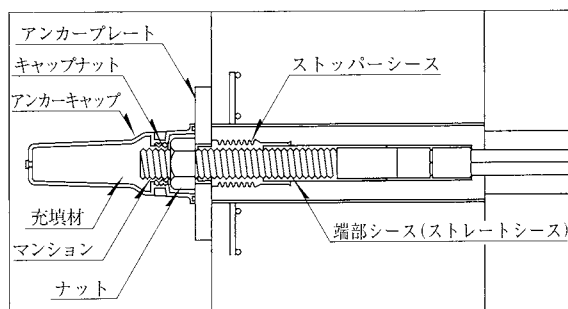
防錆材は融点の高い防錆油を標準とする。



解説写真 5-11 防錆材充填



解説写真 5-12 防錆油



解説図 5-10 取付完了図

## 5-5 テンドンの取り扱い

テンドンは、傷をつけたり、鋭く曲げたり、防食用材料を破損したりすることがないように注意して扱う。グラウトと付着する部分は、有害なものがつからないよう特に注意して取り扱わなければならない。

### 【解 説】

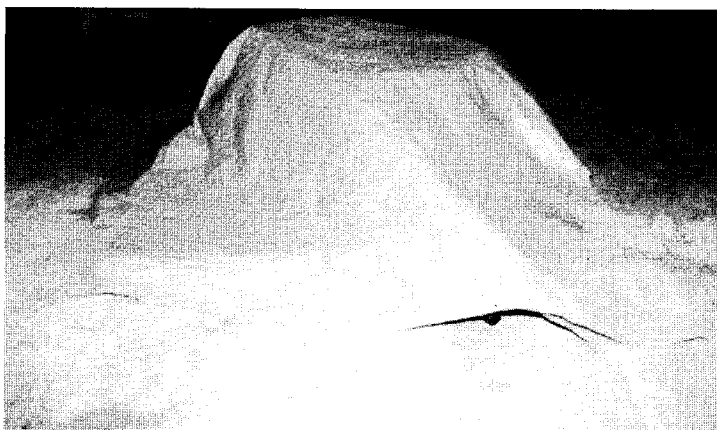
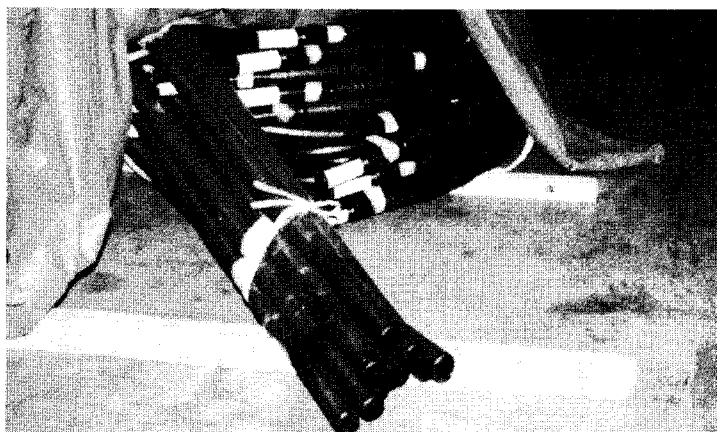
#### (1) テンドンの取り扱い

テンドンの取扱いは材料に損傷を与えることのないように注意して扱う。

ダブルアンカーU型およびダブルアンカーM型は、テンドンの防食断面構造の違いにより、重機による荷降ろし、挿入等の取り扱いには、ナイロンスリング等を使用し、被覆材を傷つけたり、鋭く曲げたりしないよう留意しなければならない。

#### (2) テンドンの保管

テンドンは、屋内に保管することが望ましいが、野外で保管する場合は、湿気による錆や腐食の発生と油などの付着を防ぐために、地面から10cm以上はなして防水シートをかけて保管しておく。



解説写真 5-13 保管状況

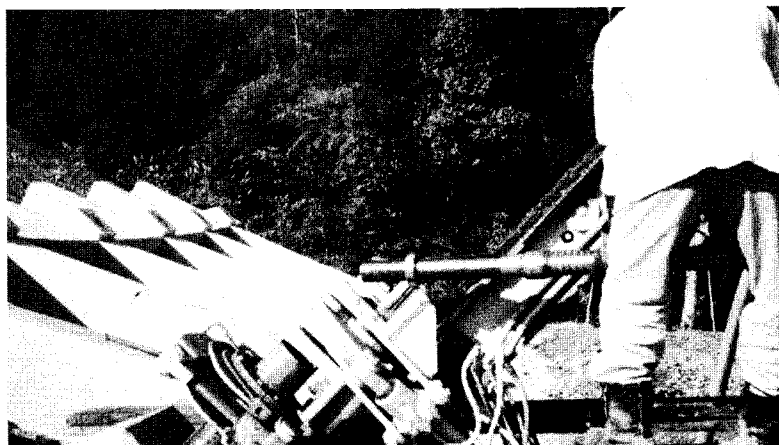
## 5-6 テンドンの挿入

テンドンの挿入は、所定の位置に正確に行い、グラウトが硬化するまでテンドンが動かないように保持しなければならない。

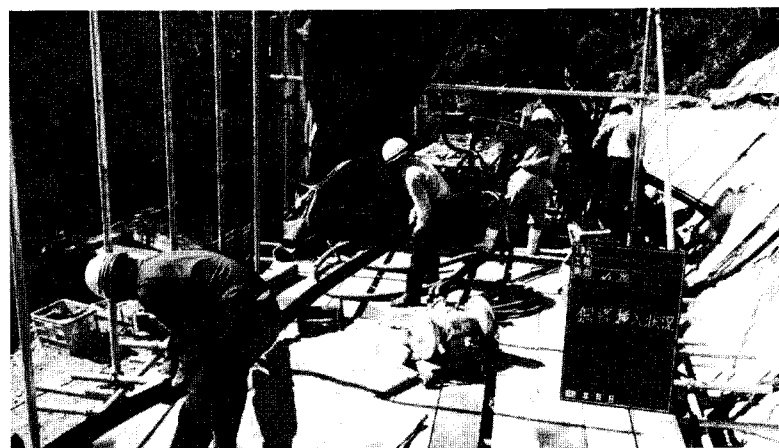
### 【解 説】

テンドンは、挿入中にも有害な泥や油などが付着しないように注意する必要がある。また、挿入されたテンドンは、削孔の中心近くに位置するように所定のかぶりを確保するためにスペーサーを取り付けることが有効である。

グラウトは、硬化し始めてから振動を与えたり、動かすと強度発現に影響を及ぼし、特にテンドンとの付着強度を低下させることになるので、ケーブル挿入後は、所定の位置に完全に固定しておかなければならない。



解説写真 5-14 挿入状況 ①



解説写真 5-15 挿入状況 ②

## 5-7 注 入

### (1) アンカー体注入

注入は孔内の水、空気を確実に排出してグラウトに置き換えたあと、加圧を行い、アンカー体を所定の位置に造成することを原則とする。

注入は、グラウトポンプを用い、一連の作業をグラウトの流動性が失われないうちに速やかに行う。

### (2) 充 填 注 入

充填注入は、必要に応じてアンカー体造成後、アンカー頭部背面自由長部の削孔間隙の充填のために行う。

## 【解 説】

現在、一般に使用されているグラウトの配合例を解説表5-4、5-5に示す。

「グラウンドアンカー設計・施工基準、同解説」より引用。

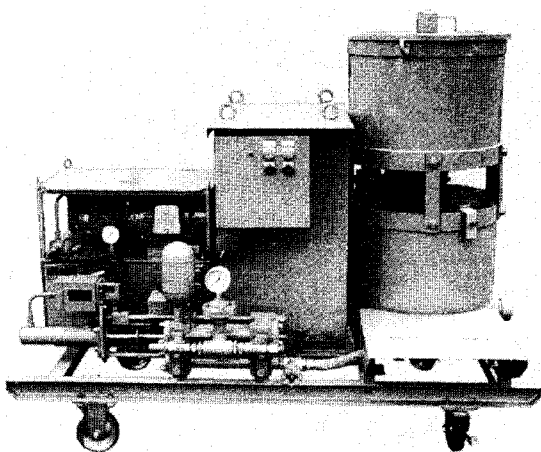
解説表5-4 セメントペーストの配合例

|                     | ポルトランドセメント | 水(W/C)    | 混 和 剤         |
|---------------------|------------|-----------|---------------|
| 重量配合比               | 1          | 0.5~0.55  | C×(0.2~0.15%) |
| 1m <sup>3</sup> 当配合 | 1230kg     | 615ℓ~677ℓ |               |

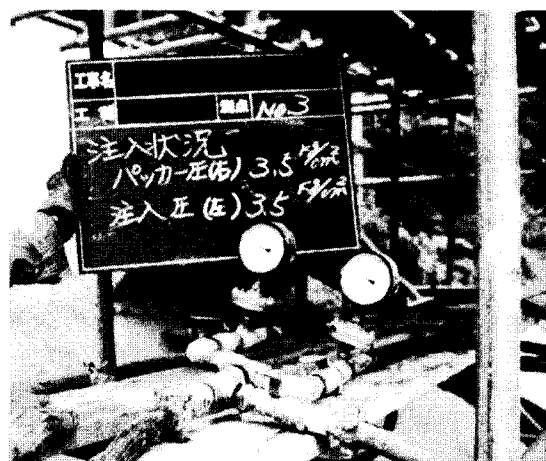
解説表5-5 セメントモルタルの配合例

|                     | ポルトランドセメント | 細 砂   | 水(W/C) | 混 和 剤        |
|---------------------|------------|-------|--------|--------------|
| 重量配合比               | 1          | 0.6   | 0.5    | C×(0.2~1.5%) |
| 1m <sup>3</sup> 当配合 | 950kg      | 570kg | 475ℓ   |              |

混和剤の混入量については、混和剤の種類によって異なる。



解説写真5-16 グラウトポンプ



解説写真5-17 注 入 圧 管 理



## 5-8 緊張・定着

アンカーは、グラウトが所定強度に達したのち、基本調査試験、または品質保証試験により、変位特性を確認し、所定の有効緊張力が得られるような緊張力を与えなければならない。

- (1) アンカー頭部の定着作業は、所定の定着緊張力が得られるよう行うものとする。
- (2) 初期緊張力は、クリープ、リラクセーション、摩擦、圧密およびセット量を考慮して決定する。ただし、テンドン降伏点荷重の0.9倍を超えてはならない。
- (3) 緊張機器の圧力計は、キャリブレーションをしたものを使用しなければならない。
- (4) 緊張時の荷重と変位量は記録しておくものとする。

### 【解 説】

アンカーの緊張・定着は、グラウトが所定の強度に達したのちに行うものとする。その強度確認は、一般的にテストピースによる強度試験によっている。

マンションとアンカープレートは、直角性を保ち中心が合うように取り付け緊張を行わなければならない。

引張荷重は、いかなる場合にも危険防止のため、そのテンドン降伏点荷重の90%を越えてはならない。緊張・定着時に、万一テンドンが破断したり、定着具または引張り装置が破壊したりすると、付近に危害を与える恐れがある。したがって、緊張・定着時には、緊張機器の後ろには立ち入ってはならないし、後方には防護板などを立てるのが望ましい。緊張機器についている圧力計の示度は、その装置の内部摩擦あるいは圧力計の誤差があるために、必ずしもテンドンに与えられている真の引張り力を示さないことがあるから、圧力計については事前にキャリブレーションを行って、テンドンに与えられている引張り力を圧力計の示度から正しく読めるようにしておかなければならない。

また、アンカーテンドンの軸と支圧板が直交しない場合には、傾斜定着となり、アンカー頭部に不測の力が加わることとなる。このような場合には、アンカーテンドンの軸と支圧板が直交するように、角度補正を行う必要がある。



解説写真 5-18 緊張状況

## 5-9 緊張機器

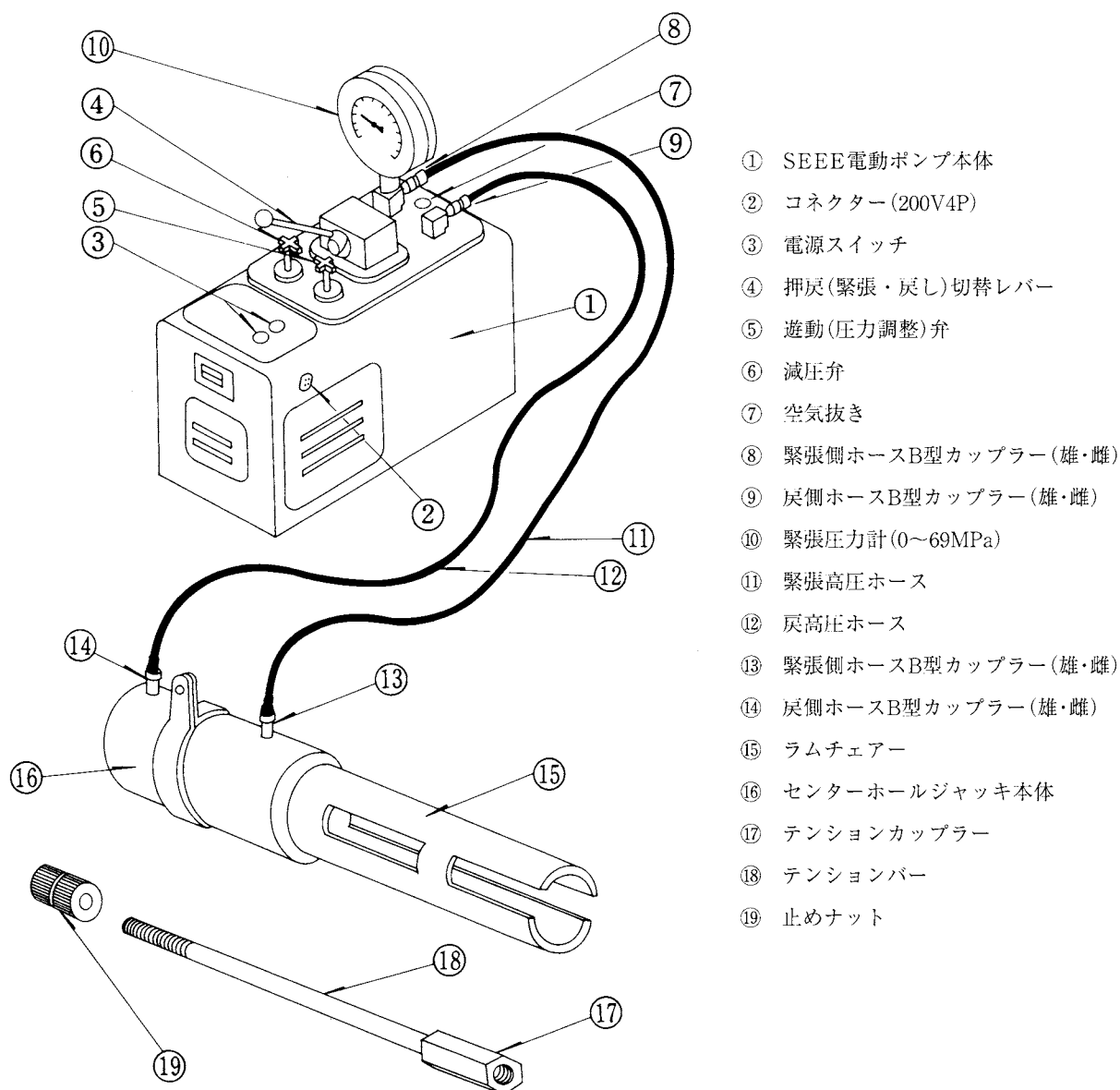
SEEEグラウンドアンカー工法の緊張・定着時に使用する油圧ジャッキ・油圧ポンプは、おのこののテンドンの種類に適合するものを使用する。

### 【解説】

SEEEグラウンドアンカー工法では、引張荷重により、おのこのに適合する能力を持った緊張機器があり、その中から適切に選択し使用する。これらの緊張機器は、当工法用に開発・作製されたものであり事前の整備が行われている。

SEEE工法に使用する専用の緊張機器を以下に示す。

#### (1) 緊張機器の各部の名称



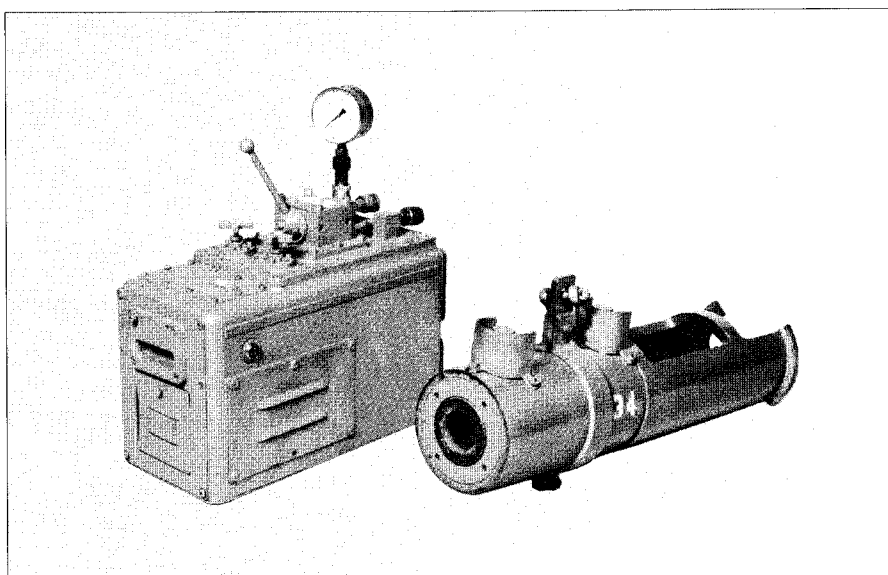
SEEE工法では、使用する緊張機器の内部摩擦損失は、解説表 5－6 を標準とする。

解説表 5－6 内部摩擦係数

| 緊 張 機 器                                      | 内 部 摩 擦 係 数 | 備 考      |
|----------------------------------------------|-------------|----------|
| JC360－200(36t) ジャッキ<br>JC2000－200(200t) ジャッキ | 2.0%        | ジャッキ内部摩擦 |

解説表 5－7 緊張機器の仕様と適用テンドン

| 種 類                        | JC360－100<br>(36t) | JC600－200<br>(60t) | JC1100－200<br>(110t) | JC2000－200<br>(200t) | JC2500－200<br>(250t) | JC3000－200<br>(300t) |
|----------------------------|--------------------|--------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| 適 用 テ ン ド ン                | F20(U)<br>～F40(U)  | F20(U)<br>～F70(U)  | ～F130<br>(U)         | ～F200<br>(U)         | ～F270<br>(U)         | ～F360<br>(U)         |
| 最 大 荷 重 (kN)               | 350                | 590                | 1100                 | 2000                 | 2500                 | 2900                 |
| 受 圧 面 積 (cm <sup>2</sup> ) | 51.2               | 89.3               | 156.9                | 284.5                | 357.4                | 440.0                |
| 最大ストローク (mm)               | 100                | 200                | 200                  | 200                  | 200                  | 200                  |
| 最 大 直 径 (mm)               | 130                | 145                | 205                  | 250                  | 299                  | 330                  |
| ジャッキ長 (閉) (mm)             | 795                | 940                | 1039                 | 1181                 | 1268                 | 1370                 |
| ジャッキ長 (開) (mm)             | 895                | 1140               | 1239                 | 1381                 | 1468                 | 1570                 |
| ジャッキ質量一式 (kg)              | 40                 | 70                 | 120                  | 240                  | 290                  | 470                  |



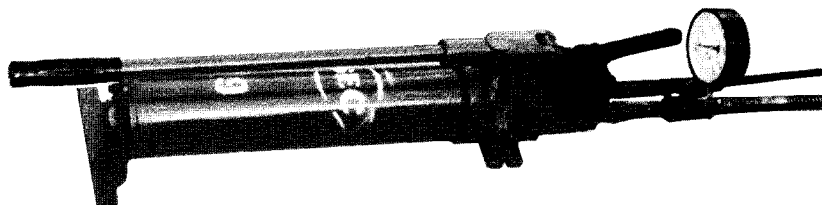
解説写真 5－19 緊張機器

(2) 油圧ポンプ

油圧ポンプの種類を解説表 5－8、5－9 に示す。

解説表 5－8 手動ポンプの仕様

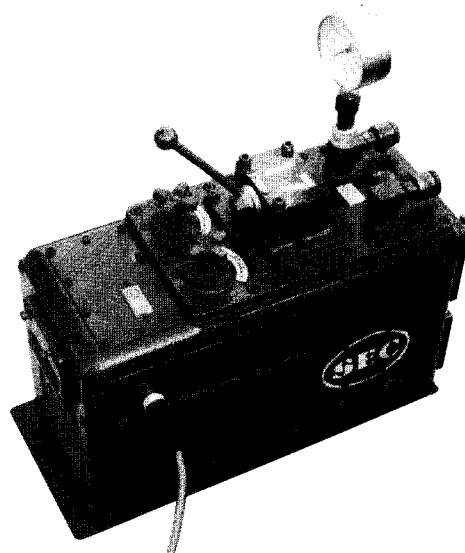
| 種 類           | シングル型                                       |
|---------------|---------------------------------------------|
| 最 高 圧 力 (Mpa) | 69                                          |
| 吐 出 量         | 低圧時 16.3c.c./ストローク                          |
|               | 高圧時 2.46c.c./ストローク                          |
| 質 量 (kg)      | 22                                          |
| 使 用 オ イ ル     | ISO 32<br>(シェルテラスオイル 32)<br>(出光スーパーハイドロ 32) |



解説写真 5－20 手 動 ポ ン プ

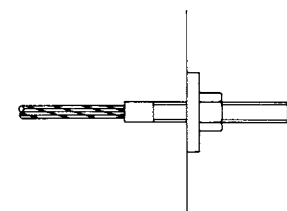
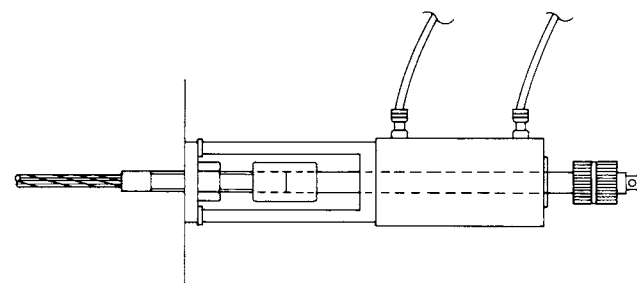
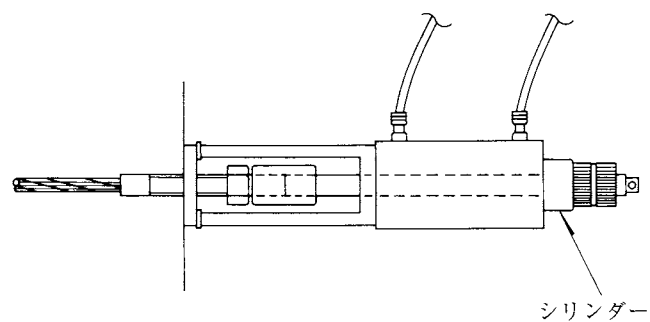
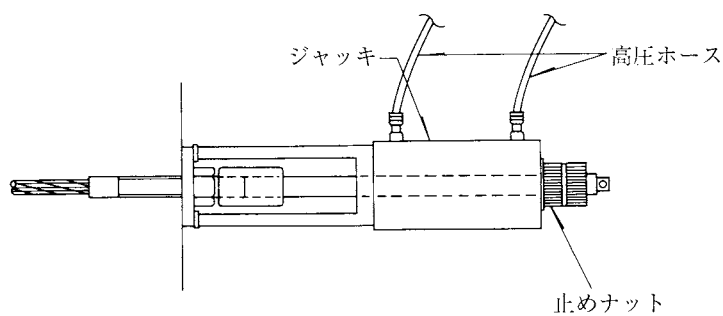
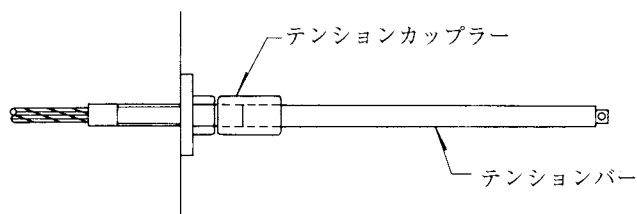
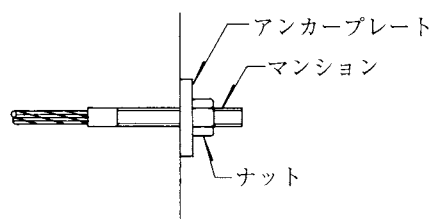
解説表 5－9 電動ポンプの仕様

| 種 類           | シングル型       |
|---------------|-------------|
| 最 高 圧 力 (Mpa) | 69          |
| 吐 出 量 (ℓ/min) | 1.31        |
| タ ン ク 容 量 (ℓ) | 10          |
| 電 動 機         | 15kw・h 200V |
|               | 4P 三相       |
| 寸法 縦×横×高さ(mm) | 585×260×465 |
| 質 量〈満タン時〉(kg) | 70          |



解説写真 5－21 電 動 ポ ン プ

### (3) 緊張手順



#### ① 緊張前

マンション部に付着している異物を取り除く。

#### ② マンション先端にテンションカップラーおよびテンションバーをネジ込む。

#### ③ ジャッキをセットし、止めナットをテンションバーにネジ込む。 注：ホースの接続口が正常か確認する。

#### ④ 所定の緊張力まで緊張する。 注：緊張中には作動者をはじめ絶対ジャッキ後方にはいないこと。

#### ⑤ 所定の緊張力まで達したら、ナットを締めて、緊張力を解放する。

#### ⑥ 緊張完了

## 第6章 試 験

アンカーの設計および施工に関する試験は、地盤工学会基準「グラウンドアンカー設計・施工基準、同解説」および「SEEE永久グラウンドアンカー工法設計・施工マニュアル」に準ずる。

(地盤工学会「グラウンドアンカー設計・施工基準、同解説」より抜粋、一部修正)

### 6-1 試験一般

#### (1) 試験の種類

アンカーの設計および施工にあたって実施する試験を以下のように分類する。

##### 1) 基本調査試験

###### ① 引抜き試験

アンカーの極限引抜き力およびその挙動を把握し、アンカーの設計に用いる諸定数などを決定するために行う試験。

###### ② 長期試験

アンカーの長期的挙動を把握し、アンカーの設計に用いる諸定数などを決定するために行う試験。

##### 2) 品質保証試験

###### ① 多サイクル確認試験

実際に使用するアンカーに多サイクルで所定の荷重まで載荷し、その荷重—変位量特性から、アンカーの設計および施工が適切であるか否かを確認するために行う試験。

###### ② 1サイクル確認試験

実際に使用するアンカーに1サイクルで所定の荷重まで載荷し、アンカーが設計アンカー力に対して安全であることを確認するために行う試験。

###### ③ その他の確認試験

アンカーの用途に応じて実施する定着時緊張力確認試験や残存引張り力確認試験など。

##### 3) その他の試験

特殊な目的あるいは特殊な条件で使用するアンカーについて、必要に応じて、そのアンカーの挙動を把握し、安全性を確認するために行う試験。

#### (2) 試験の計画

##### 1) 試験計画書

試験の実施のあたっては、その目的を満足するように十分な検討を行い、試験計画書を作成する。

##### 2) 安全管理

試験は責任技術者のもとに安全が確保できるように十分に留意して行う。

#### (3) 試験装置

試験に使用する装置は以下に定める条件に適合したものとする。

1) 加力装置

① 加力装置のうちジャッキは、計画最大荷重の1.2倍以上の载荷が可能で、アンカーの変形と反力装置の変位に追従できる十分なストロークを持ち、所定の時間、荷重を一定に保ちうるものとする。

② 加力装置は、計画荷重段階に応じた荷重の増減が可能なものとする。

2) 反力装置

反力装置は、計画最大試験荷重に対して十分な強度と剛性を有するものとする。

3) 計測装置

試験時の計測装置である荷重計、変位計、時計などは、事前に所定の精度をもつことを確認する。

# 設計計算例

## 参 考 仮設土留めアンカー(F-U型)

### 1. 工事概要

仮設土留めアンカーに用いる tendon は、SEEE アンボンドアンカー (F-U 型) を使用し、土留め計算は、日本道路協会の道路土工指針にもとづいて行う。

### 2. 断面図および諸条件

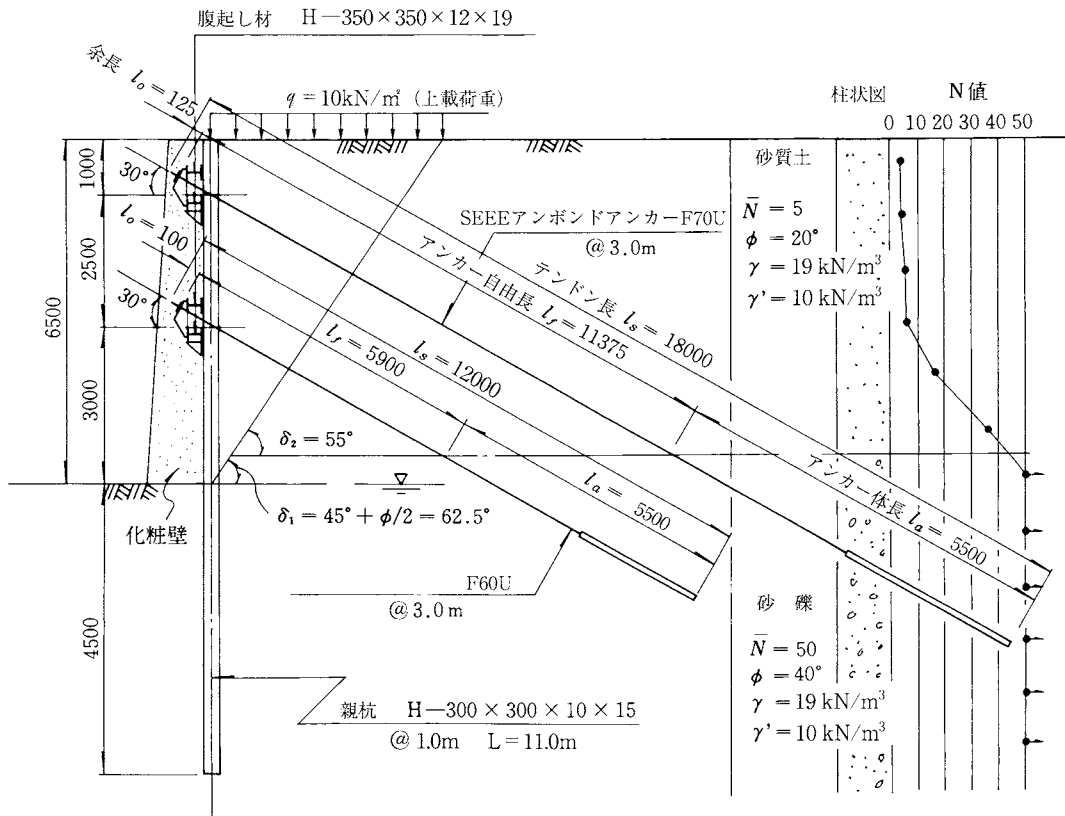


図-1 設計断面図

### 3. 設計土圧

#### (1) 親杭の根入れ長の計算に用いる土圧

ランキン・レザールの式による。(計算内容は省略する)

#### (2) アンカー、腹起し材および親杭の断面計算に用いる土圧

長方形分布土圧(砂質土)を用い、アンカーおよび腹起し材にかかる反力は、下方分担法により求める。

#### 1) 断面計算用土圧 ( $P_a$ )

$$P_a = \alpha \times \bar{\gamma} = 2.00 \times 16.23 = 32.46 \text{ kN}$$

$\bar{\gamma}$ : 地表面から仮想支持点までの平均単位体積重量

#### 2) 換算土圧

$$h_o = \frac{q}{\bar{\gamma}} = \frac{10.0}{16.23} = 0.62 \text{ m}$$



### 3) 分担荷重〔反力〕(R)

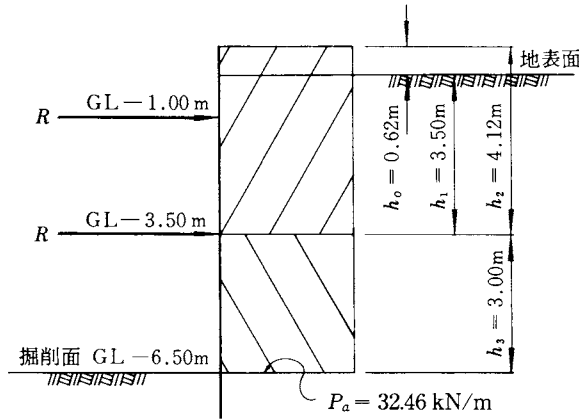


図-2 分担荷重算出図

表-1 分担荷重

| 段     | 反力 | 分担荷重〔反力〕R (kN/m)                             |
|-------|----|----------------------------------------------|
| 1 段 目 |    | $P_a \times h_2 = 32.46 \times 4.12 = 133.7$ |
| 2 段 目 |    | $P_a \times h_3 = 32.46 \times 3.00 = 97.4$  |
|       |    | $R_{\max} = 133.7$                           |

### 4. アンカーの計算

#### (1) 設計アンカー力 ( $T_d$ )

$$\text{記号 } T_d = R \times B \times \frac{1}{\cos \alpha}$$

R: アンカー反力 (kN/m)

B: アンカー打設間隔 = 3.0m

$\alpha$ : アンカー打設角度 = 30°

- 1 段目  $T_d = 133.7 \times 3.0 \times \frac{1}{\cos 30^\circ} = 463.2 \text{ kN/本}$
- 2 段目  $T_d = 97.4 \times 3.0 \times \frac{1}{\cos 30^\circ} = 337.4 \text{ kN/本}$

#### (2) 使用アンカー鋼材

SEEEアンボンドアンカーU型を使用し、許容引張り力は

$$T_{as} = 0.65 \times T_{us} \text{ を用いる。 } (T_{us}: \text{テンドン極限荷重〔引張荷重〕})$$

- 1 段目 (F70Uを使用)  $T_{as} = 0.65 \times 714 = 464.1 \text{ kN/本} > T_d = 463.2 \text{ kN/本}$

— O . K —

- 2 段目 (F60Uを使用)  $T_{as} = 0.65 \times 573 = 372.4 \text{ kN/本} > T_d = 337.4 \text{ kN/本}$

— O . K —

#### (3) アンカー自由長 ( $l_f$ )

アンカー自由長は、アンカー頭部より、主働破壊線までか、最低自由長  $l_{f \min} = 4.0\text{m}$  か、または適用定着地盤までの、いずれか長いものを採用し、決定する。

したがって、下記の長さとする。

- 1 段目  $l_f = 11.375\text{m}$
- 2 段目  $l_f = 5.900\text{m}$

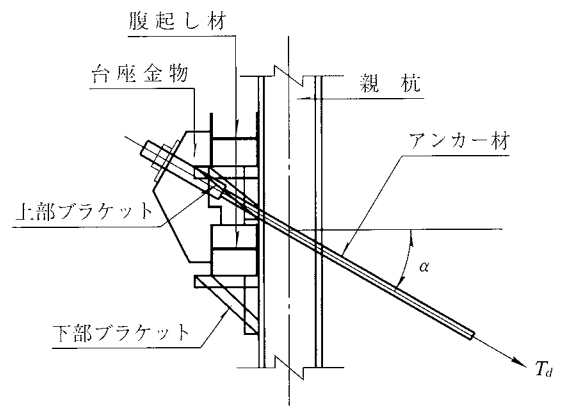


図-3 各部材配置図

(4) アンカー体長

アンカー体長は、次の計算より、いずれか長い方を採用する。

$$l_{sa} = \frac{T_d}{\pi \cdot d_s \cdot \tau_a}$$

〔グラウトとアンカーテンドンとの付着から求まるテンドン拘束長  $l_{sa}$ 〕

$$l_a = \frac{T_d \cdot F_s}{\pi \cdot d_A \cdot \tau}$$

〔グラウトと地盤の摩擦抵抗から求まるアンカー体長  $l_a$ 〕

記号  $d_s$ ：定着体の外径

$\tau_a$ ：定着体とグラウトの許容付着応力度 = 1.0N/mm<sup>2</sup>

(グラウトの設計基準強度  $\sigma_{ck}$  = 18N/mm<sup>2</sup>)

$F_s$ ：定着長の安全率 = 1.5(仮設)

$d_A$ ：アンカー体径(削孔径) =  $\phi$ 115mm

$\tau$ ：グラウトと地盤の極限周面摩擦抵抗 = 0.5N/mm<sup>2</sup>

(砂礫  $\bar{N}$  = 50)

1) 1 段目 (F70Uを使用)

$$l_{sa} = \frac{463.2 \times 10^3}{\pi \times 28.5 \times 1.0} = 5173 \text{ mm}$$

$$l_a = \frac{463.2 \times 10^3 \times 1.5}{\pi \times 90 \times 0.5} = 4915 \text{ mm}$$

したがって、アンカー体長は5.50mとする。

2) 2 段目 (F60Uを使用)

$$l_{sa} = \frac{337.4 \times 10^3}{\pi \times 20.3 \times 1.0} = 5291 \text{ mm}$$

$$l_a = \frac{337.4 \times 10^3 \times 1.5}{\pi \times 90 \times 0.5} = 3580 \text{ mm}$$

したがって、アンカー体長は5.50mとする。

5. 腹起こし材の検討

使用鋼材  $H-350 \times 350 \times 12 \times 19$

鋼材の許容曲げ応力度  $\sigma_{sa} = 210 \text{ N/mm}^2$

鋼材の許容せん断応力度  $\tau_{sa} = 120 \text{ N/mm}^2$

アンカー荷重  $T_d = 463 \text{ kN}$

傾角  $\alpha = 30^\circ$

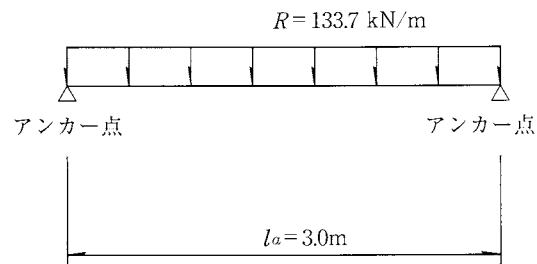
ピッチ  $@ = 3.0 \text{ m}$

表-2 H鋼形状特性

| $h$<br>mm | $t_1$<br>mm | $t_2$<br>mm | $Z_x$<br>cm <sup>3</sup> | $Z_y$<br>cm <sup>3</sup> | $A_w$<br>cm <sup>2</sup> | $A_t$<br>cm <sup>2</sup> |
|-----------|-------------|-------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 350       | 12          | 19          | 2280                     | 776                      | 37                       | 133                      |

1) 水平方向の応力(強軸方向)

アンカー荷重によって、矢板から等分荷重を受けるものとする。



$$M_h = \frac{1}{8} \cdot R \cdot l_a^2 = \frac{1}{8} \times 133.7 \times 3.0^2$$

$$= 150.4 \quad \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$S_h = \frac{1}{2} \cdot R \cdot l_a = \frac{1}{2} \times 133.7 \times 3.0$$

$$= 200.6 \quad \text{kN}$$

上下の腹起こし材の応力分担について算定する。

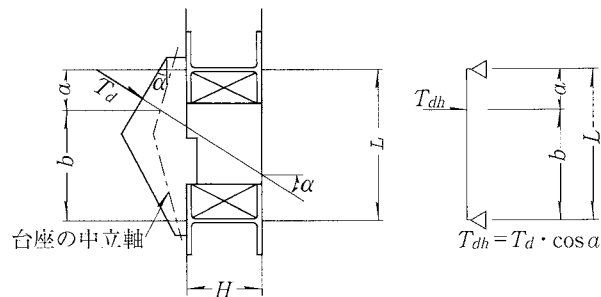


図-4 腹起こしの応力分担の計算方法

・ 上段腹起こし

$$M_{hu} = \frac{a}{L} \cdot M_h = \frac{0.176}{0.70} \times 150.4$$

$$= 37.8 \quad \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$S_{hu} = \frac{a}{2} \cdot S_h = \frac{0.176}{0.70} \times 200.6$$

$$= 50.4 \quad \text{kN}$$

・下段腹起こし

$$M_{hl} = \frac{b}{L} \cdot M_h = \frac{0.524}{0.70} \times 150.4$$

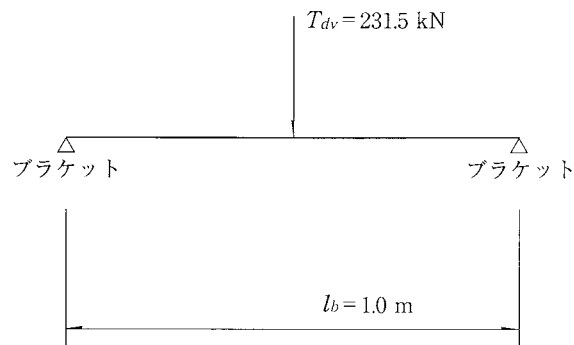
$$= 112.6 \quad \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$S_{hl} = \frac{b}{L} \cdot S_h = \frac{0.524}{0.70} \times 200.6$$

$$= 150.1 \quad \text{kN}$$

2) 鉛直方向の応力(弱軸方向)

ブラケット設置位置を支点として、アンカー荷重の鉛直成分が集中荷重として作用する単純ばりを考える。



$$M_v = \frac{1}{4} \cdot T_{dv} \cdot l_b = \frac{1}{4} \times 231.5 \times 1.0$$

$$= 57.9 \quad \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$S_v = \frac{1}{2} \cdot T_{dv} = \frac{1}{2} \times 231.5$$

$$= 115.8 \quad \text{kN}$$

鋼製台座に突起をつけて下段腹起こしで全鉛直力を分担させることとする。

・上段腹起こし

$$M_{vu} = S_{vu} = 0$$

・下段腹起こし

$$M_{vl} = M_v = 57.9 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$S_{vl} = S_v = 115.8 \text{ kN}$$

3) 応力度の照査

① 上段腹起しの曲げ応力度

$$\begin{aligned}\sigma_{bu} &= \frac{M_{hu}}{Z_x} = \frac{37.8 \times 10^6}{2280 \times 10^3} \\ &= 16.6 \text{ N/mm}^2 \leq \sigma_{sa} = 210 \text{ N/mm}^2 \\ &\quad \text{--- O.K ---}\end{aligned}$$

② 下段腹起しの曲げ応力度

$$\begin{aligned}\sigma_{bl} &= \frac{M_{hl}}{Z_x} + \frac{M_{vl}}{Z_y} = \frac{112.6 \times 10^6}{2280 \times 10^3} + \frac{57.9 \times 10^6}{776 \times 10^3} \\ &= 124.0 \text{ N/mm}^2 \leq \sigma_{sa} = 210 \text{ N/mm}^2 \\ &\quad \text{--- O.K ---}\end{aligned}$$

③ 上段腹起しの水平方向せん断応力度

$$\begin{aligned}\tau_{hu} &= \frac{S_{hu}}{A_w} = \frac{50.4 \times 10^3}{3700} \\ &= 13.6 \text{ N/mm}^2 \leq \tau_{sa} = 120 \text{ N/mm}^2 \\ &\quad \text{--- O.K ---}\end{aligned}$$

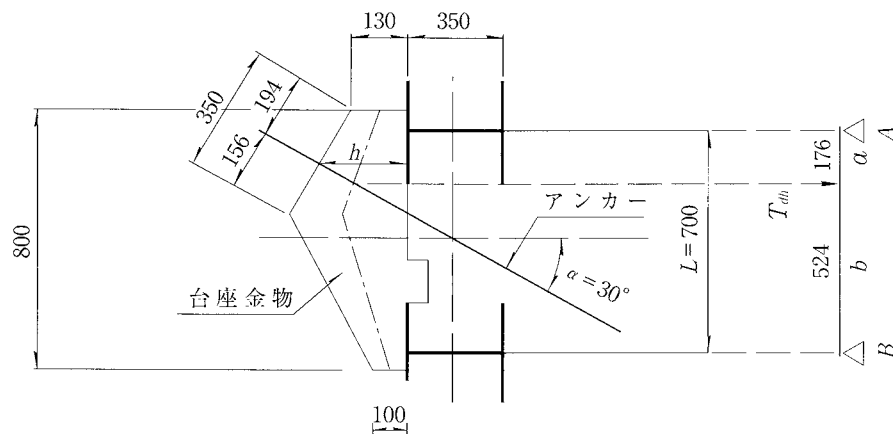
④ 下段腹起しの水平方向せん断応力度

$$\begin{aligned}\tau_{hl} &= \frac{S_{hl}}{A_w} = \frac{150.1 \times 10^3}{3700} \\ &= 40.6 \text{ N/mm}^2 \leq \tau_{sa} = 120 \text{ N/mm}^2 \\ &\quad \text{--- O.K ---}\end{aligned}$$

⑤ 下段腹起しの鉛直方向せん断応力度

$$\begin{aligned}\tau_{vl} &= \frac{S_{vl}}{A_f} = \frac{115.8 \times 10^3}{6600} \\ &= 17.5 \text{ N/mm}^2 \leq \tau_{sa} = 120 \text{ N/mm}^2 \\ &\quad \text{--- O.K ---}\end{aligned}$$

## 6. 台座金物の検討



A点、B点を支点とする単純ばりとして断面力を求める。

$$M = \frac{a \cdot b \cdot T_{dh}}{L} = \frac{0.176 \times 0.524 \times 401}{0.70}$$

$$= 52.8 \quad \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$S = \frac{b \cdot T_{dh}}{L} = \frac{0.524 \times 401}{0.70}$$

$$= 300.2 \quad \text{kN}$$

荷重作用点の部材高さ  $h$  における必要部材厚を求める。 ※板厚を  $t = 19 \text{ mm}$  として計算する

(1) 鋼材の曲げ応力度に対する必要部材厚:  $t_m$

$$t_m = \frac{6 \cdot M}{n \times h^2 \times \sigma_{sa}} = \frac{6 \times 52.8 \times 10^6}{2 \times 227^2 \times 140}$$

$$= 22.0 \text{ mm}$$

$$\sigma_a = \frac{6 \cdot M}{n \times h^2 \times t_m} = \frac{6 \times 52.8 \times 10^6}{2 \times 227^2 \times 19}$$

$$= 161.8 \text{ N/mm}^2 < \sigma_{sa} = 210 \text{ N/mm}^2$$

(2) 鋼材のせん断応力度に対する必要部材厚:  $t_s$

$$t_s = \frac{S}{n \times h \times \tau_{sa}} = \frac{300.2 \times 10^3}{2 \times 227 \times 120}$$

$$= 5.5 \text{ mm}$$

$$\tau_a = \frac{S}{n \times h \times t_s} = \frac{300.2 \times 10^3}{2 \times 227 \times 19}$$

$$= 34 \text{ N/mm}^2 < \tau_{sa} = 120 \text{ N/mm}^2$$

したがって、鋼製台座の厚さを  $t = 19 \text{ mm}$  とする。

## 7. ブラケットの計算

ブラケットは、アンカー荷重の鉛直成分に対して、下段のみで支持するものとし、アンカーの両側の親杭に配置する。

ブラケットに発生する軸力は斜材で最大となる。

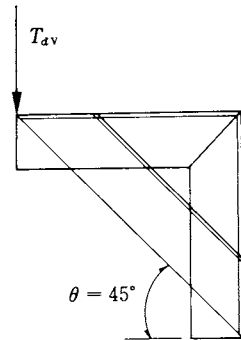
$$N = T_{dv} \cdot \frac{1}{\sin \theta} = 231.5 \times \frac{1}{\sin 45^\circ}$$

$$= 327.4 \text{ kN}$$

$L-75 \times 75 \times 9$ を使用する。

$$\sigma = \frac{N}{2 \cdot A} = \frac{327.4 \times 10^3}{2 \times 1269} = 129.0 \text{ N/mm}^2 \leq 210 \text{ N/mm}^2$$

— O.K —

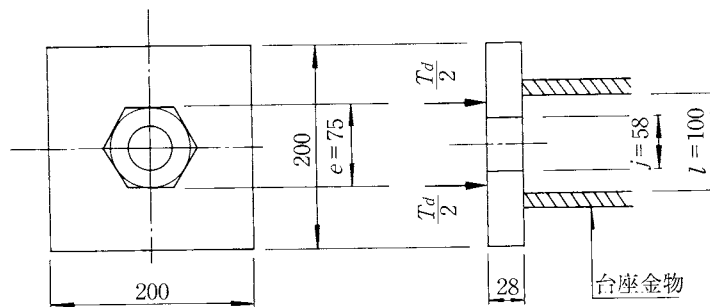


## 8. 台座金物に取り付ける場合

| 条 件 | 使用条件 | 設計荷重     | タイプルアンカー | 台座の内々間隔             |
|-----|------|----------|----------|---------------------|
|     | 仮設   | 463.2 kN | F70U     | $l = 100 \text{ m}$ |

台座金物に直接取り付ける場合は、一方向性の版として考える。

荷重はナットの対辺に集中荷重を作用させる。



### (1) アンカープレートの応力度

曲げモーメント  $M = \frac{T_d}{2} \times \frac{l - e}{2} = \frac{463.2 \times 10^3}{2} \times \frac{100 - 75}{2} = 2895000 \text{ N} \cdot \text{mm}$

断面係数  $Z = \frac{(B - j) \cdot t^2}{6} = \frac{(200 - 58) \times 28^2}{6} = 18555 \text{ mm}^3$

曲げ応力度  $\sigma = \frac{M}{Z} = \frac{2895000}{18555} = 156 \text{ N/mm}^2 \leq 210 \text{ N/mm}^2$

— O.K —

せん断力  $S = T_d = 463.2 \text{ kN}$

せん断面積  $A_s = \pi \cdot e \cdot t = \pi \times 75 \times 28 = 6597 \text{ mm}^2$

せん断応力度  $\tau = \frac{S}{A_s} = \frac{463.2 \times 10^3}{6597} = 70.2 \text{ N/mm}^2 \leq 120 \text{ N/mm}^2$

— O.K —

したがってアンカープレートの大きさは、PL-200×200×28となる。

## 参 考 文 献

- |                                                                                    |               |
|------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 1. コンクリート標準示方書                                                                     | 土 木 学 会       |
| 2. SEE 工法設計施工指針                                                                    | 土 木 学 会       |
| 3. プレストレストコンクリート設計施工規準・同解説                                                         | 日 本 建 築 学 会   |
| 4. プレストレスト鉄筋コンクリート(Ⅲ種PC)構造設計・施工指針・同解説                                              | 日 本 建 築 学 会   |
| 5. 建築基礎構造設計指針                                                                      | 日 本 建 築 学 会   |
| 6. グラウンドアンカー設計・施工基準, 同解説(JGS 4101-2000)                                            | 地 盤 工 学 会     |
| 7. グラウンドアンカー設計・施工基準, 同解説                                                           | 地 盤 工 学 会     |
| 8. アース・アンカー工法                                                                      | 土 質 工 学 会     |
| 9. グラウンドアンカーの安全性に関するシンポジウム                                                         | 土 質 工 学 会     |
| 10. 砂防技術審査証明報告書「SEE 永久グラウンドアンカー工法」                                                 | 砂防・地すべり技術センター |
| 11. グラウンドアンカー工設計指針                                                                 | 日 本 道 路 公 団   |
| 12. 道路土工—のり面工・斜面安定工指針                                                              | 日 本 道 路 協 会   |
| 13. 道路土工—仮設構造物工指針                                                                  | 日 本 道 路 協 会   |
| 14. 道路橋示方書・同解説                                                                     | 日 本 道 路 協 会   |
| 15. のり砕工の設計・施工指針                                                                   | 全国特定法面保護協会    |
| 16. 新斜面崩壊防止工事の設計と実例                                                                | 全国治水砂防協会      |
| 17. 港湾の施設の技術上の基準・同解説                                                               | 日 本 港 湾 協 会   |
| 18. 日本工業規格 JIS G3536 PC鋼線及びPC鋼より線                                                  | 日 本 規 格 協 会   |
| 19. 日本工業規格 JIS K6761 一般用ポリエチレン管                                                    | 日 本 規 格 協 会   |
| 20. 掘削土留工設計の手引き                                                                    | 鉄道総合技術研究所     |
| 21. グラウンドアンカー標準施工マニュアル                                                             | 日本アンカー協会      |
| 22. DIN 4125                                                                       | ドイツ工業規格       |
| 23. British Standards Code of Practice For Ground Anchorages                       | 英 国 規 格 協 会   |
| 24. Recommendations Desing and Construction of Prestressed Ground Anchorages (FIP) |               |
| 25. Recommendations Corrosion Protection of Prestressing Steels (FIP)              |               |
| 26. Corrosion and corrosion Protection of Prestressed Ground anchorages            |               |

(FIP state of the artreport)



# SEE グラウンドアンカー工法 設計・施工マニュアル〔仮設アンカー〕

---

発行日 平成 5 年 8 月 第 1 版 第 1 刷  
平成 17 年 6 月 第 8 版 第 1 刷

編集・発行 株式会社 エ ス イ ー  
東京都新宿区西新宿 6 丁目 3 番 1 号  
(新宿アイランドウイング)  
TEL 03-3340-5510  
FAX 03-3340-5546

---

印刷 有限会社 松本工房

- 無断で転載・複写することを禁じます。
- 本書中での、仕様、規格などについて、予告なく変更する場合があります。
- 乱丁本、落丁本の場合はお取替いたします。

非売品





