

ユニットネット工法

－ 施工要領(案) －

令和元年 10 月

ユニットネット工法研究会

目 次

1. ユニットネット工法	1
2. 施工	2
2.1. 施工手順	2
2.2. 準備工	3
2.3. ネット敷設工Ⅰ	3
2.3.1. マーキング工	4
2.3.2. ユニットネットの敷設	7
2.3.3. ジョイント部の接合方法	10
2.3.4. 樹木等の障害物がある場合の対応	11
2.4. 削孔工	11
2.5. 鉄筋挿入工	12
2.6. 注入打設工	12
2.7. 頭部処理工	13
2.8. ネット敷設工Ⅱ（UN鋼より線設置）	14
2.8.1. 外周処理工	14
2.8.2. 補正部材の作成	15
2.8.3. 樹木の囲み部の補正部材作成	15
2.8.4. 露岩箇所での補正部材作成	16
2.8.5. ネットの緩み補正	16
2.8.6. Eリングの取付	16
2.8.7. 取り合わせ部の処理	17
2.9. 確認試験工	18
2.10. 施工管理	18
2.10.1. 品質管理項目	18
2.10.2. 施工管理項目	19
2.10.3. 出来形管理	21

1. ユニットネット工法

ユニットネット工法（以下、本工法とする）は、主として自然斜面において、既存の樹木等を伐採することなく、できる限り自然環境と景観の保護・保全を図りながら斜面を安定化させることを目的とした工法であり、地山に挿入・配置した補強材による補強効果と地表面に敷設したユニットネットおよび補強材頭部に取り付けた支圧板との相互作用により斜面の安定度を向上させる工法である。

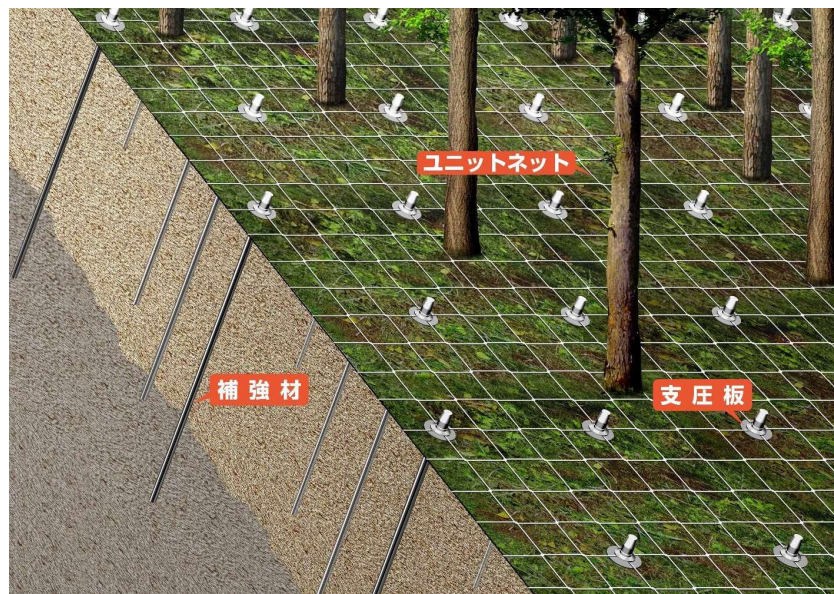


図 1-1 ユニットネット工法概略図

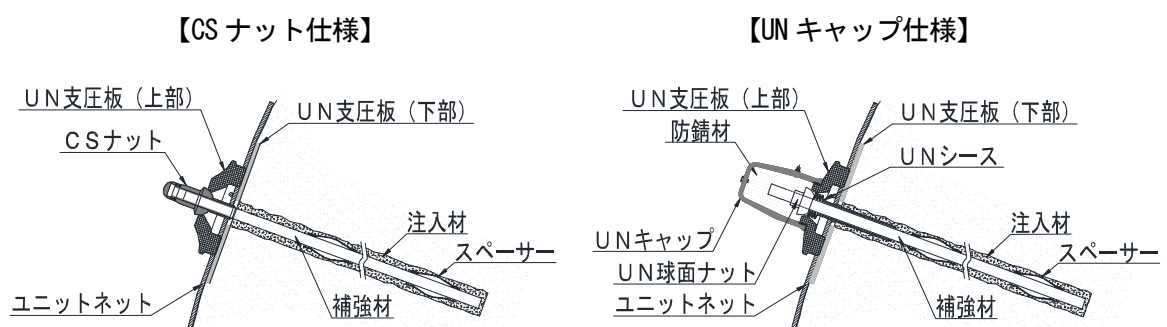


図 1-2 標準組立図

2. 施工

2.1. 施工手順

ユニットネット工法の標準的な施工手順を図 2-1 に示す。

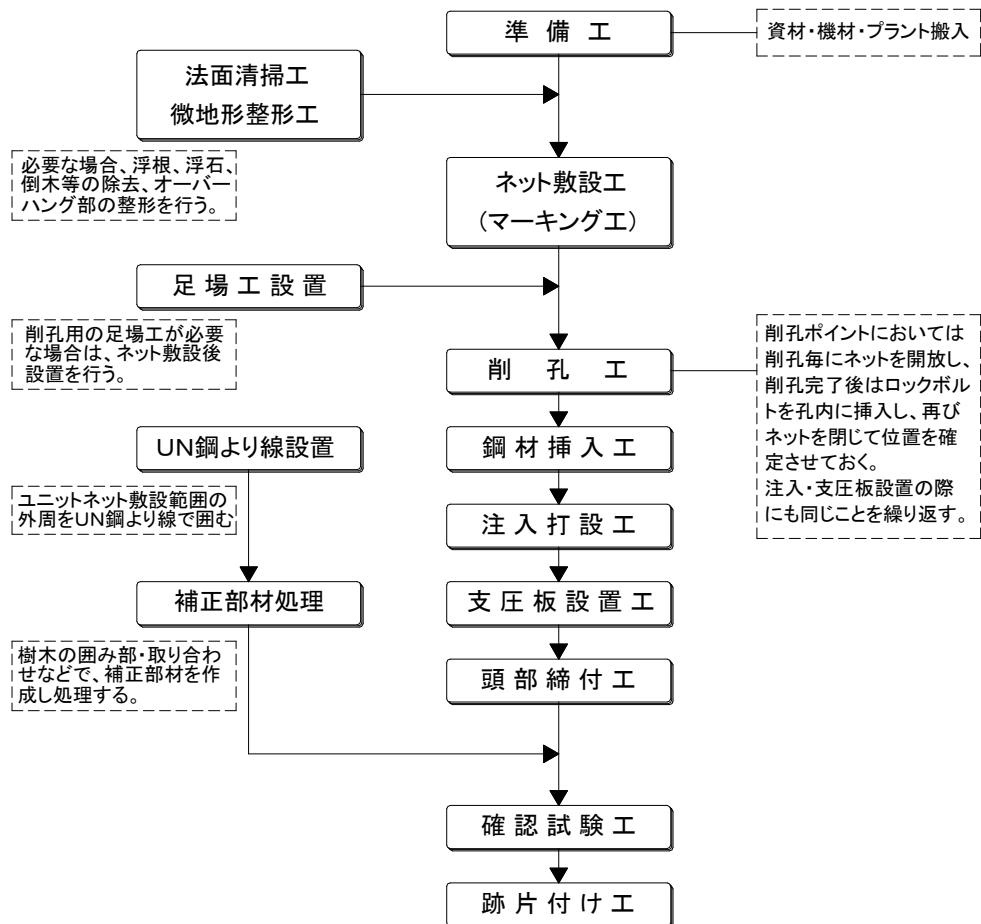


図 2-1-1 施工工程フローチャート

2.2. 準備工

(1) 着工前確認

工事に先立ち、現地を踏査して以下の事柄を確認する必要がある。その際、設計図書との著しい相違が明らかとなった場合には、協議の上適切な処置を採らなければならない。

- ・ 施工現場状況確認
(隣接構造物・埋設構造物・オーバーハング・倒れかけた樹木・大きな転石)
- ・ 施工範囲・面積などの数量確認
- ・ 資材・機材などの搬入経路・時期・保管場所の確認
- ・ 安全通路の確保
- ・ 設計図書との差違確認



図 2-2-1 施工上障害となる樹木の対処例

(2) 資材搬入・保管

資材の保管場所は工程計画と現地の状況を考慮して設定し、施工に支障とならないように配置する。補強材・セメント・砂等の保管については、出来るだけ雨水、湿気、汚水等に曝されないように配慮する。

資材の搬入に際しては、数量・規格の確認を必ず行うものとする。

(3) プラント設置

プラント設備には、コンプレッサー、注入プラント、送水プラントがあり、また補強材・セメント・ユニットネットの置き場が必要である。

2.3. ネット敷設工 I

ネット敷設前に、ネットが地表面に馴染むように、浮根、浮石、倒木等の除去を行い、局部的な凹凸がある場合は整形する事が望ましい。下草の根茎の除去などは必要なく、草刈程度で良い。

2.3.1. マーキング工（割付工）

設計図書に基づきユニットネットが敷設できるよう、事前にマーキング工（割付工）を行う。マーキング工はネット敷設範囲の決定の他に、法方向の変化点等を目視により把握し、ユニットネット敷設数量を目算する目的がある。設計図書と現地のマーキングで差異がある場合、監督員との協議を行い、指示を受けること。

以下にマーキングの例を示すが、現場状況によりこのマーキング方法が最適な手順とならない場合もある。そのため、必ずしも下記の方法に従わなくても良い。

- ① 斜面内の補強対象範囲にテープまたは紐を使い明示し、その範囲が目視確認できるようにしておく。

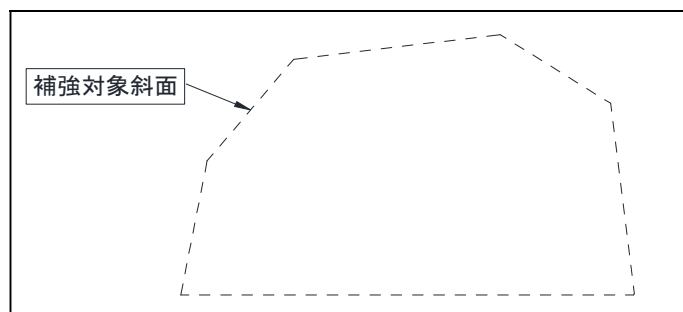


図 2-3-1 マーキング工①

- ② 補強対象範囲の中央部付近に、斜面傾斜方向と一致するよう縦断方向基準軸を設定する。次に、これに直交するように横断方向基準軸を設定する。

通常、縦断方向基準軸は設計断面と一致するよう設定するが、やむを得ずこのように設定できない場合であっても、設計図書に示された内容ができるだけ現地に反映されるよう、基準軸を設定する。

法肩水平方向を基準にして横断方向基準軸を設定したり、対象斜面の左右どちらかの端部付近で基準軸を設定した場合、ユニットネットが全体的に傾くようになる可能性が高いので注意する。

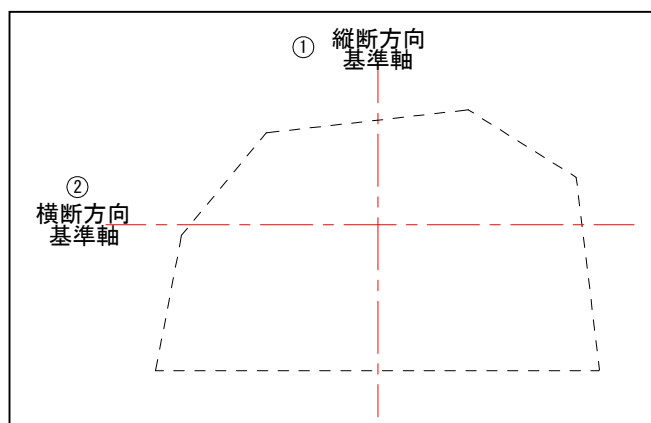


図 2-3-2 マーキング工②

- ③ 基準軸をもとに、縦断方向基準軸に対して左右へ平行に 4m 間隔で割付線を設定し、テープ・紐等によって明示する。この際、直線的に測るのではなく、地表面に沿った実長を測るようにする。

見通しが良く、また不陸も少ないと判断される箇所については 4m 以上の割り付け間隔(8m または 12m)としても良い。

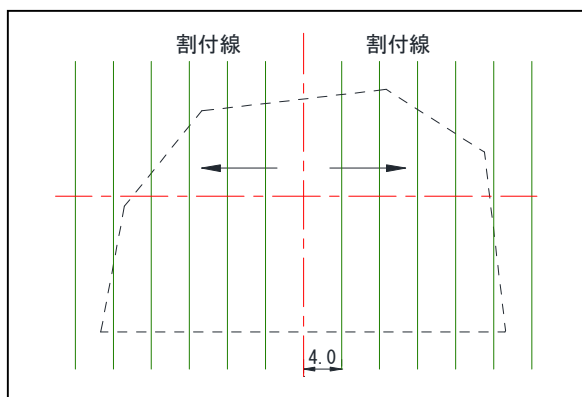


図 2-3-3 マーキング工③

- ④ ③と同様に横断方向基準軸に対して上下へ平行に 4m 間隔(条件により 8m または 12m)で割付線を設定し、テープ・紐等によって明示する。

縦・横の割付線を設定し終わった段階で、割付線によって囲まれる四角形が、出来るだけ正方形(交点角度 90°)となるようにする。

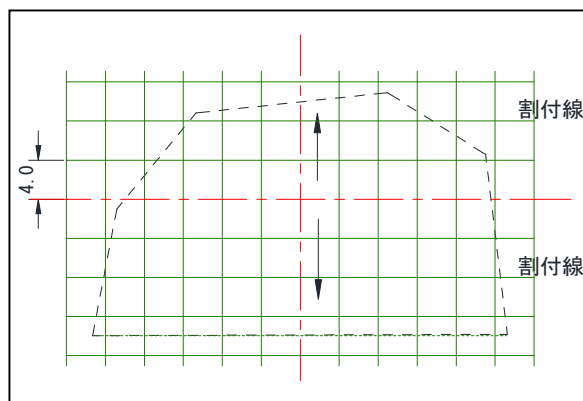


図 2-3-4 マーキング工④



図 2-3-5 テープによるマーキング例

- ⑤ 設計図書において既に設定されている割付線以外の位置で施工範囲の外縁部が設定されている場合、あるいは既に設定されている割付線以外の位置で施工範囲の外縁を設定した方が適当と考えられる場合には、割付線の間に割付補助線を設定する。

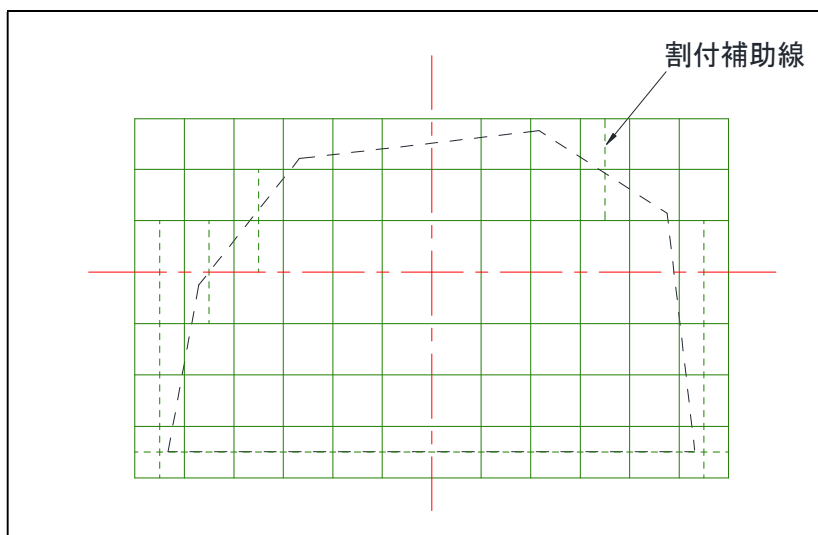


図 2-3-6 マーキング工⑤

- ⑥ ユニットネット施工範囲を確定し、その外縁部をテープ・紐等によって明示する。その際、ユニットネット施工範囲の形状・面積が設計図書と差がないか、あるいは当初の想定通りになっているかを確認する。

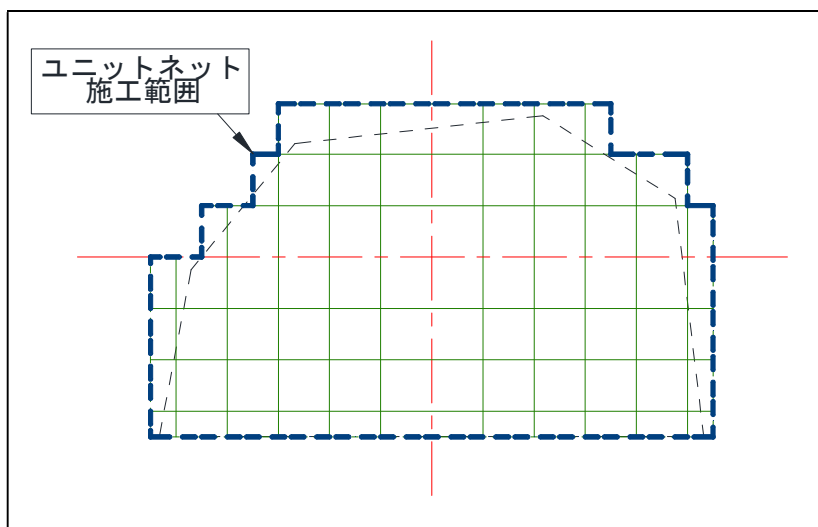


図 2-3-7 マーキング工⑥

- ※ 斜面の方向が変化する場合それぞれの方向で基準軸を設けること。
- ※ 斜面工事の設計図書は平面図上で設計されているため、施工範囲は実際と異なるケースが多い、あらかじめの起工測量を行い暫定的な配置図を作成し割付を行う方がよい。
- ※ 割付完了後の配置図を添えて監督員に数量の確認・承認を得る。

2.3.2. ユニットネットの敷設

縦断方向基準軸を起点として、割付線に囲まれた施工升目に合うようにユニットネットを敷設していく。ユニットネットは出来る限り地表面に密着するよう、人力で引き込む程度の張力で敷設する。なおユニットネットの四隅の交点は出来るだけ直角とする。また基本的には、各ユニットネットのジョイント部を含む辺が、斜面傾斜方向と一致するようにする。

現場には、ユニットネットを9枚1セットに組んだものを納品している。展開方法については、1段目のみ上方向に開き、2段目以降は下方向へと開いていく。また、結束線は上下方向へ展開した後に取り外すものとする。

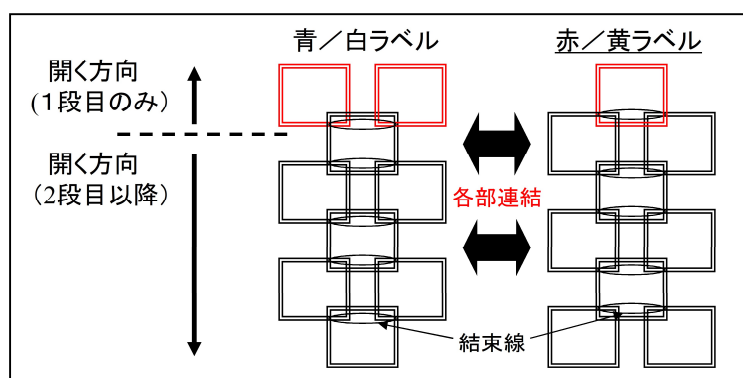


図 2-3-8 ユニットネットの展開方法

ユニットネットの組み方には、二種類あり、ラベルの色によって分けられている。基準軸を起点として色違いの物を交互に敷設し、下方向には同じ色の物を敷設していく。

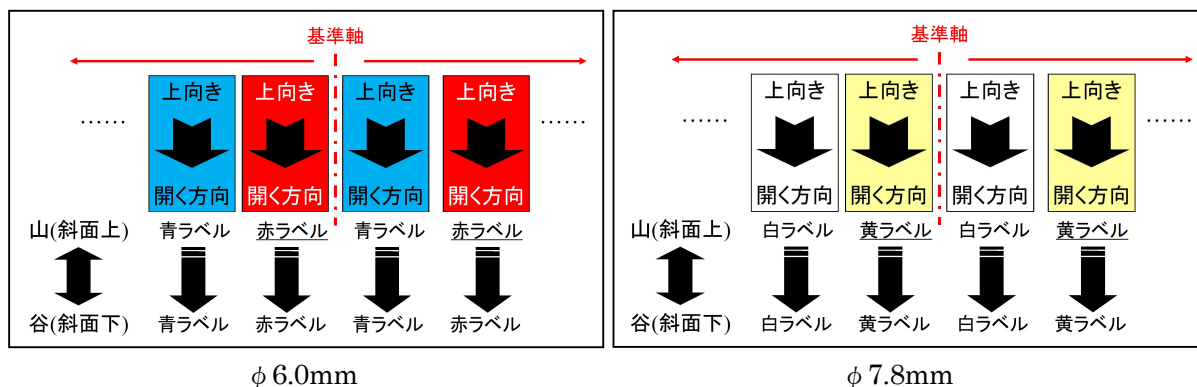


図 2-3-9 ユニットネットの色分けラベル

補強材はユニットネットの交点に配置されるため、補強材の設置によってユニットネットには補強材の直径相当のずれが生じる。そこでユニットネット敷設に際しては、削孔位置を確認するとともに各削孔位置に塩ビ管（VP25(外径 32mm)程度）を 10cm 程度に切って差し込み、予め補強材径相当のクリアランスを持たせておく必要がある。

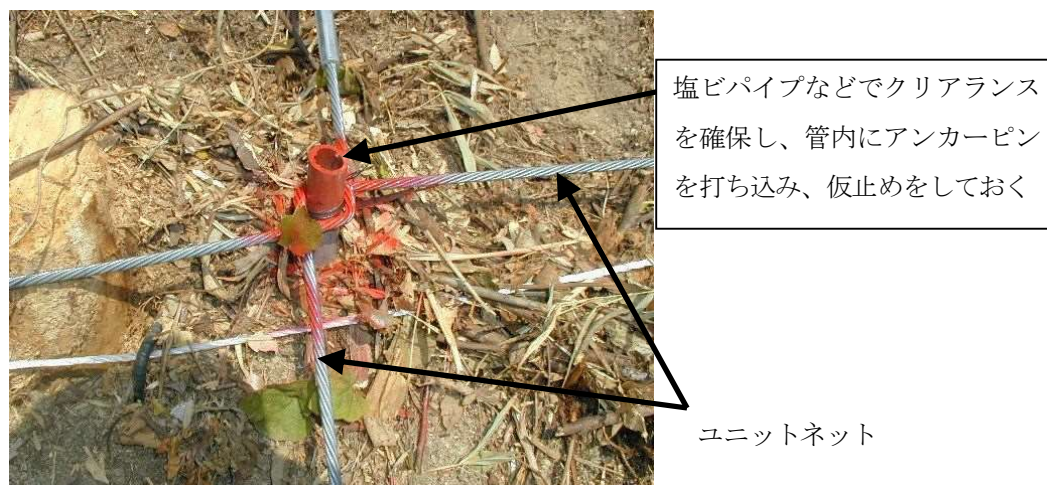


図 2-3-10 ユニットネット敷設状況①

ユニットネットの法長や延長は法面の形状に左右されるので基準軸上で管理する。なお基準軸は、延長 20m または変化点毎に設定する。

なお補正部材は施工完了前に行うものとし、それまではユニットネットを仮止めしておくこと。

交点でのずれを出来るだけ少なくし縦・横方向のラインをそろえるため、ユニットネットを敷設しながらそれぞれの交点を結束線で仮止めしておくことが望ましい。特に削孔時に補強材を囲むユニットネットを一旦開放する必要があるため、その影響を受けやすい部分に関しては結束しておくことが望ましい。ただし、結束線に金属線を用いた場合には、施工完了時には全て除去する必要がある。

補強材打設位置に微小な凸凹がある場合、支圧板が地表面と十分密着するよう整形する。

斜面方向の変化によって生じる取り合わせ場所など、規格のユニットネットでは敷設できない個所では、鋼より線を加工して現場の形状に適合した補正部材を作成する。なおこの加工・設置作業は、補強材の打設完了後、支圧板の設置などの施工最終段階において行う。樹木が1つのユニットネットの中に収まらない場合にも、上記と同様の方法で施工するものとする。

木の囲み処理は補強材の施工完了時にあわせて行うものとし、ユニットネットの敷設段階では針金などで固定しておく。



図 2-3-11 ユニットネット敷設状況②

2.3.3. ジョイント部の接合方法

ユニットネットのジョイント部は、両側のネジ加工された先端同士を突合せ、片側に配置された高ナットを反対側まで移動させることでユニットネットが連結されるようになっている。

接合時は図 2-3-12 にあるように高ナットが配置されている側の先端がナットによって隠れることなく見えた状態、あるいは高ナットを右側(本体側)まで完全に移動させた状態で先端同士を突合せて、高ナットを移動させて接合しなければならない。

○正しい例



高ナット側の先端が完全に見えた状態、高ナットが右側(本体側)に移動している。



左側のネジ加工部がほとんど見えない状態となる。

×誤った例



高ナットによって先端が隠れてしまっている。また高ナットが右側(本体側)に完全に移動していない。



左側のネジ加工部が見えてしまっており、ナット内に空隙が発生している。

図 2-3-12 ジョイントの接合方法

2.3.4. 樹木等の障害物がある場合の対応

予定されていた削孔位置に樹木や露岩箇所等があり、削孔ができない場合には削孔位置を以下の基準に従い移動させる必要がある。移動はできるだけ縦方向に行うものとする。

表 2-3-1 削孔位置移動の管理基準(標準配置の場合)

縦方向(縦断方向)	1.0m 以内
横方向(横断方向)	0.5m 以内

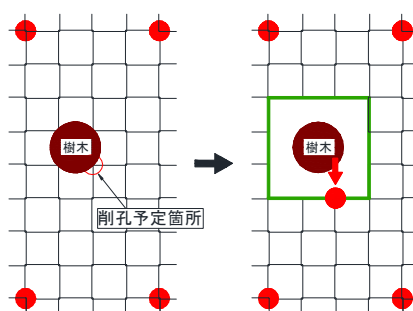


図 2-3-13 樹木による削孔位置の移動

表 2-3-1 の管理基準に適合できない径が大きい樹木に対しては、樹木およびその根系に土塊の緊縛力や土塊の移動に対する抑止効果が期待できるので、必ずしも補強材を打設する必要はない。また、補強材は可能な限り樹木の根系を痛めることのない箇所に施工する必要がある。

2.4. 削孔工

削孔工は、地山の地質状況や斜面状況、削孔径、削孔長、削孔角度などを考慮し、適切な施工機械を選定しなければならない。基本的には、立木の伐採を最小限にするためロープ足場を用いた削岩機による削孔、削孔角度の保持や削孔作業時の負担軽減等のため、削岩機にガイドを使用することが望ましい。

削孔の際には、ユニットネットに削孔機が直接当たることによる損傷を防止するため、ユニットネットを一旦解放し、補強材の打設完了後に再度組み立てる。この作業を繰り返すうちに削孔位置がずれる可能性があるため、補強材をあらかじめ挿入するなどしてずれが生じないように努めること。

残留するスライムが補強材と注入材の付着の妨げになるおそれがあるため、削孔完了後、塩ビ管等を用い孔底部よりエアークリーニングを行う。特に孔先端に残るスライムの除去は、注意深く行うこと。

2.5. 鋼材挿入工

削孔完了後、孔内清掃工を行った後直ちに補強材を孔内に挿入し、開放したユニットネットを組みなおし補強材の位置を確定させる。補強材の挿入とユニットネットの組み直しを行わずに削孔工だけを数多く先行して行った場合、削孔位置にずれが生じユニットネット交点と補強材位置が一致しなくなる可能性があるため注意を要する。

補強材の挿入に際しては、補強材が孔の中心に配置されるように、補強材先端より 25cm の位置に一つ目のスペーサーを取り付け、二つ目以降を最大 2.5m 間隔で最低 2 個以上取り付けて挿入する。また、UN キャップ仕様の場合には UN シースの取り付けもこの時に合わせて行う。

2.6. 注入打設工

注入は孔底から削孔完了後速やかに行うものとする。注入開始後孔口からセメントミルクが排出されるまで中断することなく注入する。とくに地山の湧水や亀裂の状況によっては注入材の充填が困難な場合があるため、口元での注入材のリターンの確認や注入材の比重確認等を確実に行わなければならない。

また削孔角度によって孔口上部に注入材の不充填部が生じる恐れがあるため、硬練りのモルタル等で確実に充填しなければならない。

2.7. 頭部処理工

注入材の養生後、孔口にモルタルを充填し、削孔口をふさぎ、支圧板を設置する。その際、支圧板と地山ができる限り密着するよう、支圧板設置箇所の微細な不陸を整形するとともに、浮き土砂を取り除いておく。また支圧板の背面に空洞が生じていた場合、硬練りモルタル等で背面処理を行う。

支圧板の設置は、まず下部支圧板をユニットネットと地山の間に設置した後、上部支圧板をユニットネットの上から被せるように設置する。この際、補強材がユニットネットの交点に位置していることを確認する。

上下支圧板を設置した後、CSナットまたはUN球面ナットを取付ける。ナットの締め付けは、セメントモルタル硬化後、地山と支圧板が密着するよう人力により十分締め付けなければならない。さらにUNキャップ仕様の場合には、UNキャップには防錆油（480g/箇所）がしっかりと充填されるよう状態を確認して締め付けを行い取り付ける。



下部支圧板取り付け



上部支圧板取り付け

図 2-7-1 支圧板設置状況

2.8. ネット敷設工Ⅱ（UN鋼より線設置）

2.8.1. 外周処理工

ユニットネット敷設範囲外周部には、緩みやバタツキを抑えるためUN鋼より線を設置する。UN鋼より線は、外周部の直線区間ごとに設置し、端部をUNグリップによって補強材に連結させる（図2-8-1）。なおUNグリップ同士がオーバーラップしないよう、UNグリップを連結させる補強材は1.5m以上離れていることが望ましい。

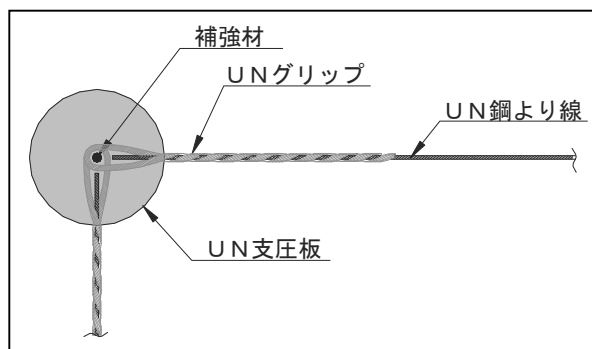


図2-8-1 外周処理工（UN鋼より線・UNグリップ）

またユニットネットとUN鋼より線はUNコイルにより結合する（図2-8-2）。

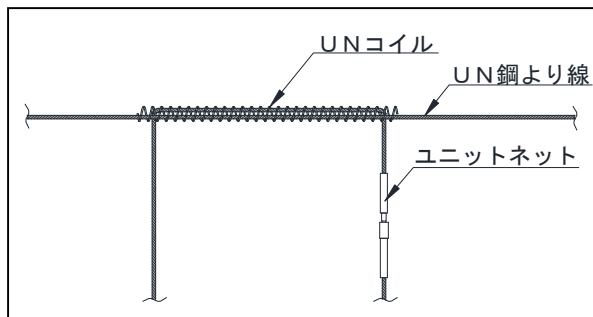


図2-8-2 外周処理工（UN鋼より線・UNコイル）

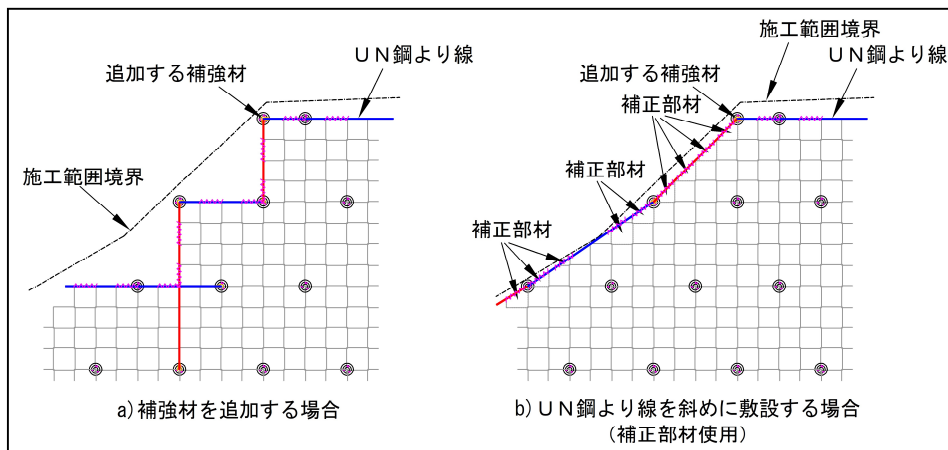


図2-8-3 外周処理工の例

2.8.2. 補正部材の作成

1つのユニットに収まらない樹木を囲む場合や斜面傾斜方向の変化に伴って生じる取り合わせ部など、規格のユニットネットで収まらない部分については、現場で補正部材を作成することによって対応する。

補正部材にはUN鋼より線を使用し、これを必要な寸法に切断・曲げ加工を行いユニットとする。ジョイント部にはアルミ製のスリーブを使い、携帯圧着機を使用して端部を連結させる。圧着部1箇所につきスリーブを2個使用し、スリーブ1個につき通常は3箇所かしめる。圧着の判定は専用ゲージを使用して確認する。またスリーブからUN鋼より線の端部まで2cm以上あれば問題ないが、5cm程度の余裕を持たせる（図2-8-4）。スリーブ間は2cm以上離すこと。



ハンデイスエージャー



オーバーバースリーブ

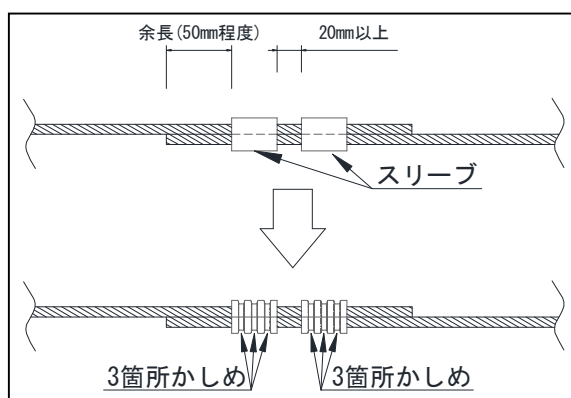


図2-8-4 補正部材作成方法

2.8.3. 樹木の囲み部の補正部材作成

樹木の囲み用補正部材とユニットネットが隣接する箇所では、UNコイルを用いて一体化させる。

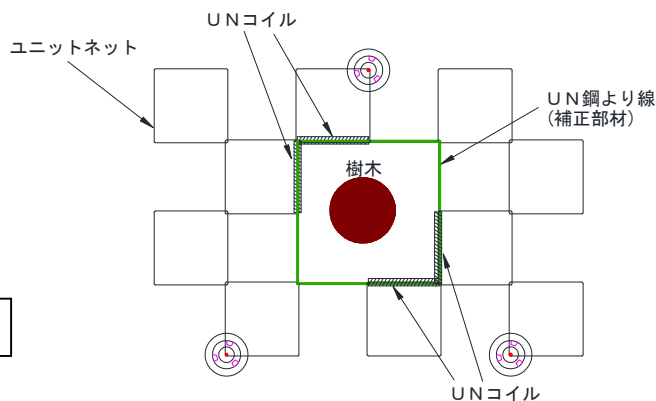


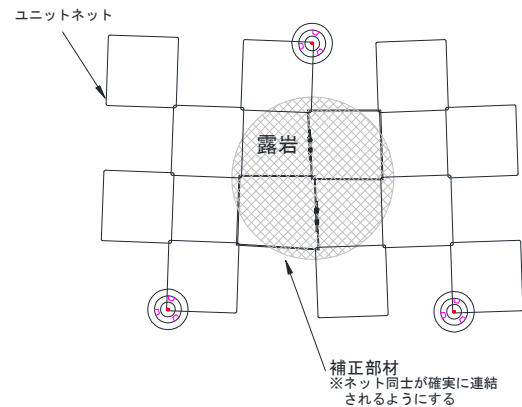
図2-8-5 樹木周辺の処理

2.8.4. 露岩箇所での補正部材作成

本工法はあくまで土砂崩壊対策に用いる工法であるが、斜面の一部に存在する露岩箇所や転石等を一体的に覆う必要が生じる場合がある。

露岩箇所等の不陸が大きい場合には、定形のユニットネットだけではその形状になじまず、ネットに緩みが発生したりすることがあるが、そのような場合には、取り合わせ部や木囲い部と同様にUN鋼より線を加工して補正部材を作成して対応する。

図 2-8-7 露岩部等での補正部材作成



2.8.5. ネットの緩み補正

施工後のユニットネットが施工管理基準値を満足しない場合には、現場において補正部材を作成し基準内になるように処理を行うこと。

2.8.6. Eリングの取付

ユニットネットのジョイント部を固定するため、Eリングを取り付ける。

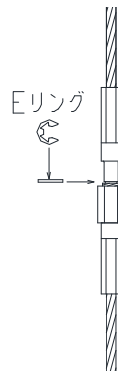


図 2-8-8 Eリングの取付

2.8.7. 取り合わせ部の処理

取り合わせ部の処理は、以下のような手順で行う。

- 1) 斜面方向が変化する箇所において、センターライン(二等分線)を割り出す(図 2-8-9(1))。
- 2) ユニットの段数を間違えないように横方向のラインをそろえる (図 2-8-9(2))。
- 3) 各ユニットの角を結ぶように三角の補正部材を作成し取り付け (図 2-8-9(3))。

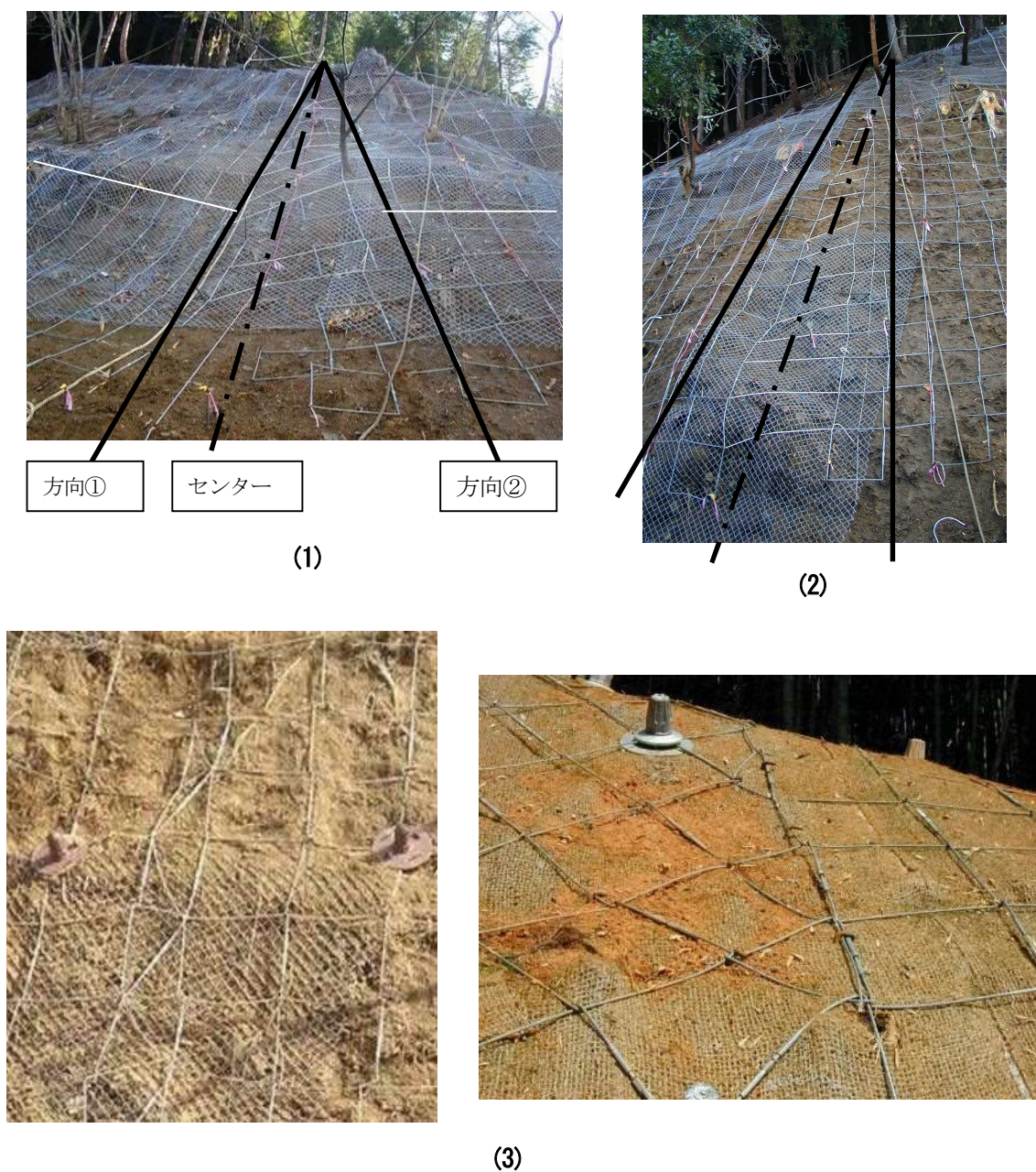


図 2-8-9 取り合わせ部の処理

2.9. 確認試験工

施工された補強材の定着力が設計引張力を満足するものであるか否かを確認することを目的として確認試験を行う。

1)試験本数

試験本数は全数の3%以上かつ最小試験本数を3本とする。

2)最大試験荷重

最大試験荷重は、設計引張力 T_d (kN/本) とする。

3)載荷サイクル

単サイクルとする。

4)計測項目

計測項目は、載荷荷重および試験時間とする。

2.10. 施工管理

2.10.1. 品質管理項目

品質管理基準について下表に示す。

表 2-10-1 品質管理項目

種 別	試験項目		方 法	基 準	頻 度
ユニット ネット 支圧板 補強材 他	使用材料確認		材料承認願	製造者によるカタログ等の書類 及び承認図等	材料使用前
	品質検査		ミルシート	JIS規格等による	材料入荷時
	外観検査		目視・計測	欠陥がないこと 規格値を満たすこと	材料入荷時
注入材	使用材料確認		材料承認願、ミルシート	製造者によるカタログ等の書類 及び承認図等	材料使用前
	試験 練	配合	材料計量	設計配合による	※
		コンシステンシー	フロー値試験	設計配合による	※
		強度	圧縮強度試験	$\sigma \geq 24\text{N/mm}^2$	※
	コンシステンシー		フロー値試験	試験練 $\pm 3\text{sec}$	※
	強度		圧縮強度試験	$\sigma \geq 24\text{N/mm}^2$	※

※ 頻度については協議の上決定すること。

2.10.2. 施工管理項目

施工管理基準について下表に示す。下記の基準をもとに出来形管理、写真管理を行う。目視確認項目（ゲージによる圧着確認含む）や施工サイクル写真等については「数量の3%以上、且つエリア毎1箇所以上」の頻度で行うものとする。

表 2-10-2 施工管理項目

種 別	項 目	方 法	基 準	頻 度
使用材料	数量検査	実数確認	設計図書・納品書等	材料入荷時
ネット敷設工	ネットの設置	計測（地表面に沿う）	縦方向 1スパン(4m) $\pm 10\text{cm}$ ※1 横方向 1スパン(2m) $\pm 10\text{cm}$	200m ² 毎1箇所以上
	補正部材 (端部および変化点)	寸法	規格品より小さいこと	全数
		目視	スリフ1箇所につき、かしめ3箇所	
		ゲージによる圧着確認	圧着確認ゲージ（図2-10-2）	
	木囲い部等	補正部材	目視 スリフ1箇所につき、かしめ3箇所 ゲージによる圧着確認 圧着確認ゲージ（図2-10-2）	全数

表 2-10-3 施工管理項目（ロックボルト工）

種 別	項 目	方 法	基 準	頻 度
使用材料	数量検査	実数確認	設計図書・納品書等	材料入荷時
削孔工	削孔間隔	計測（地表面に沿う）	設計配置間隔による 補強材の移動を行う場合は、※2 縦方向2スパン(1.0m) 以内 横方向1スパン(0.5m) 以内	全数 (出来形管理図による)
	角度	計測（スラントルール等）	設計図書 $\pm 2.5^\circ$ 以内	全数
	深度	検尺	設計以上	全数
	孔径	計測（ビッド径）	設計以上	ビッド毎
鉄筋挿入工	配置	目視	ユニットネット交点にあること	全数
	頭出し長	検尺	設計 -20～0mm	全数
注入打設工	注入状況・完了	目視	孔口までの充填 リターンが注入時と同質	注入毎
	注入量	空袋検収	設計数量以上	注入完了後
頭部締付工	ナット締付	目視	地山になじむ程度に十分に締め付ける	全数

※1 縦方向 1 スパン（補強材間隔）は設計配置間隔により異なる。

※2 補強材の移動は障害物等により削孔が行えない場合のみとする。（2.3.4 参照）。

1 スパンはネット 1 個分（50cm）。

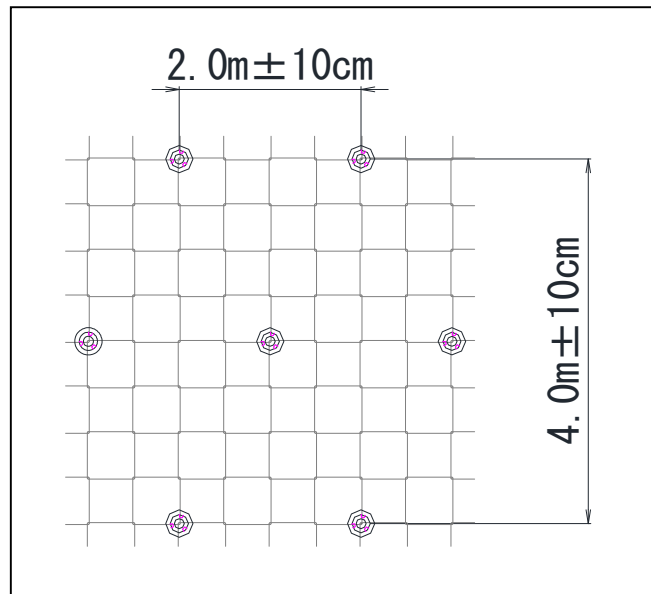


図 2-10-1 ユニットネット敷設工の管理基準

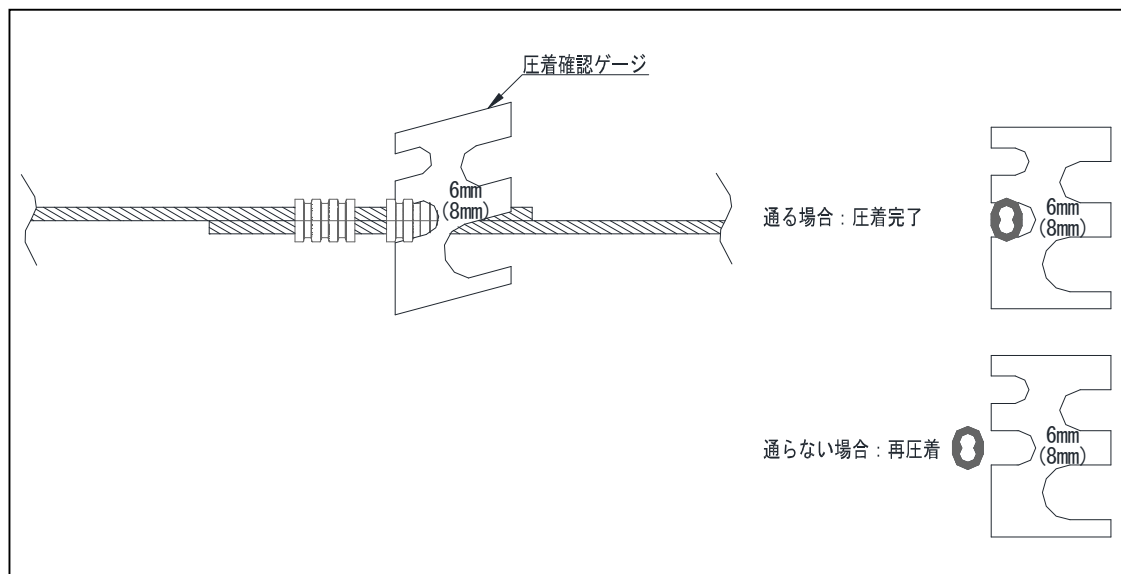


図 2-10-2 補正部材かしめ部の圧着確認方法

2.10.3. 出来形管理

工事数量の算出方法ならびに算出根拠を表 2-10-4 に示す。

表 2-10-4 工事数量の算出方法

工種	単位	算出方法・根拠
ネット敷設工	m ²	施工範囲の外周に配置したUN鋼より線で囲まれた全面積 (木の囲み部分など規格のユニットネットで対応出来ない範囲もすべて含めた面積とする。)
削孔工		足場の種類(ロープ足場、簡易足場)および削孔径の別により 下記数量を算出する。
	本	補強材本数
	m	土質区分ごとの削孔延長
鋼材挿入工	本	補強材本数
注入打設工	m ³	$V = \frac{D^2 \times \pi}{4} \times L$ V : 打設量 D : 削孔径(m) L : 削孔長(m)
頭部締付工	本	補強材本数
支圧板設置工	本	補強材本数
確認試験工	本	補強材本数の3%以上かつ最低試験本数3本
足場工	空 m ³	簡易足場を設置する場合、必要数量を計上
ラス張工	m ²	ラス網等を敷設する場合、敷設全面積を計上

- ◆本資料に記載された内容の無断転載や複製はご遠慮下さい。
- ◆本資料に記載された内容の不適切な使用などによって生じた損害につきましては、責任を負いかねますのでご了承下さい。
- ◆本資料に記載された内容は、予告なく変更される場合がありますので、予めご了承下さい。なお、最新の情報につきましては、当研究会までお問い合わせ下さい。

ユニットネット工法

－ 施工要領(案) －

令和元年 10 月

編集・発行	ユニットネット工法研究会
事務局	〒550-0003 大阪市西区京町堀 1 丁目 1 7 番 8 号 京ビル
	◎ 株式会社 ダイカ
	TEL (06) 6447-7313(代)
	FAX (06) 6447-7312
	http://www.daika-net.co.jp/
	E-mail: doboku@daika-net.co.jp
