

SSD

斜面安全掘削工法 施工マニュアル

SSD-45 [令和8年6月改訂版]

法面の切取り、掘削にお困りではありませんか？
SSD工法がそのお悩みを解決します。

NETIS CG-200014-VE (活用促進技術)

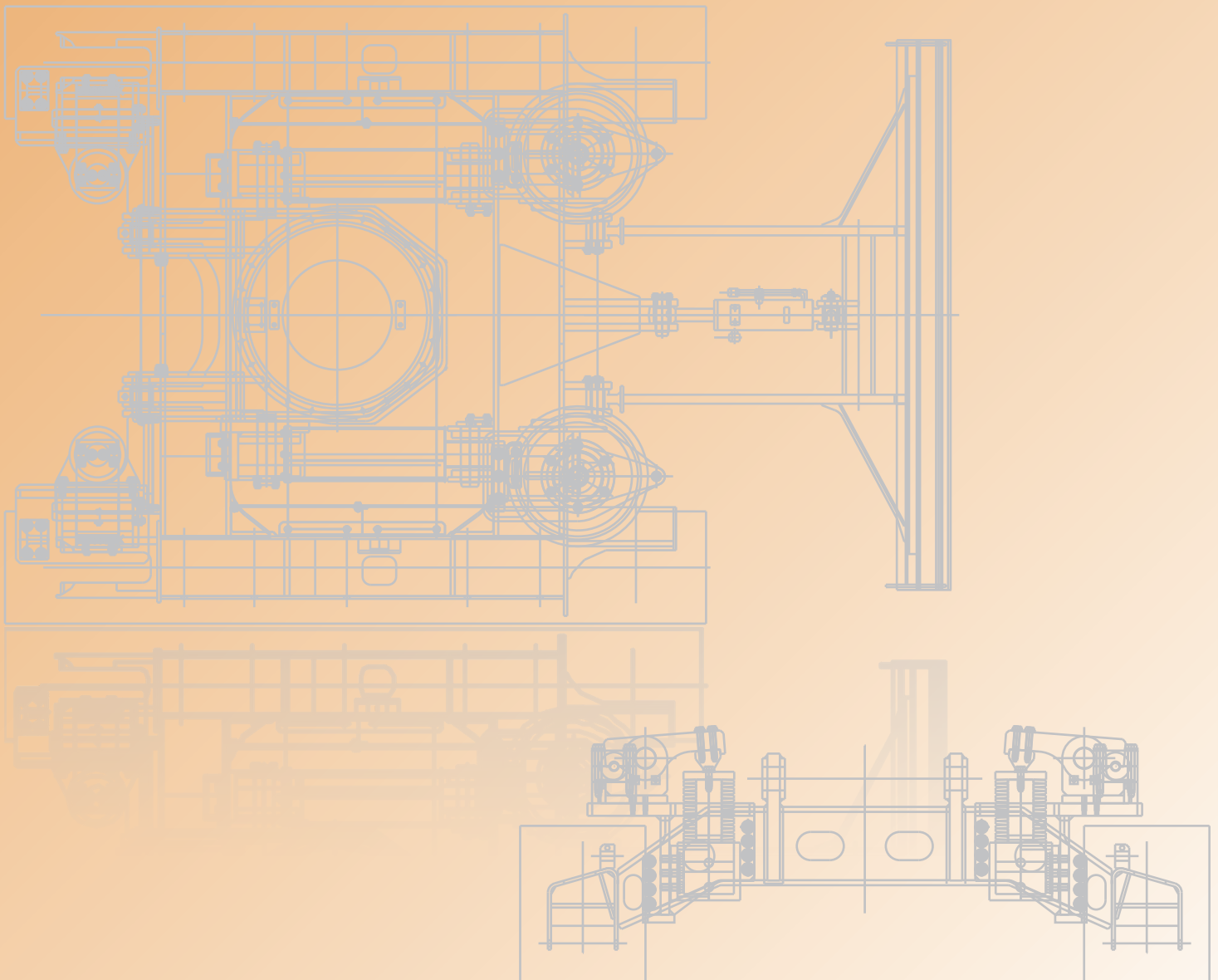
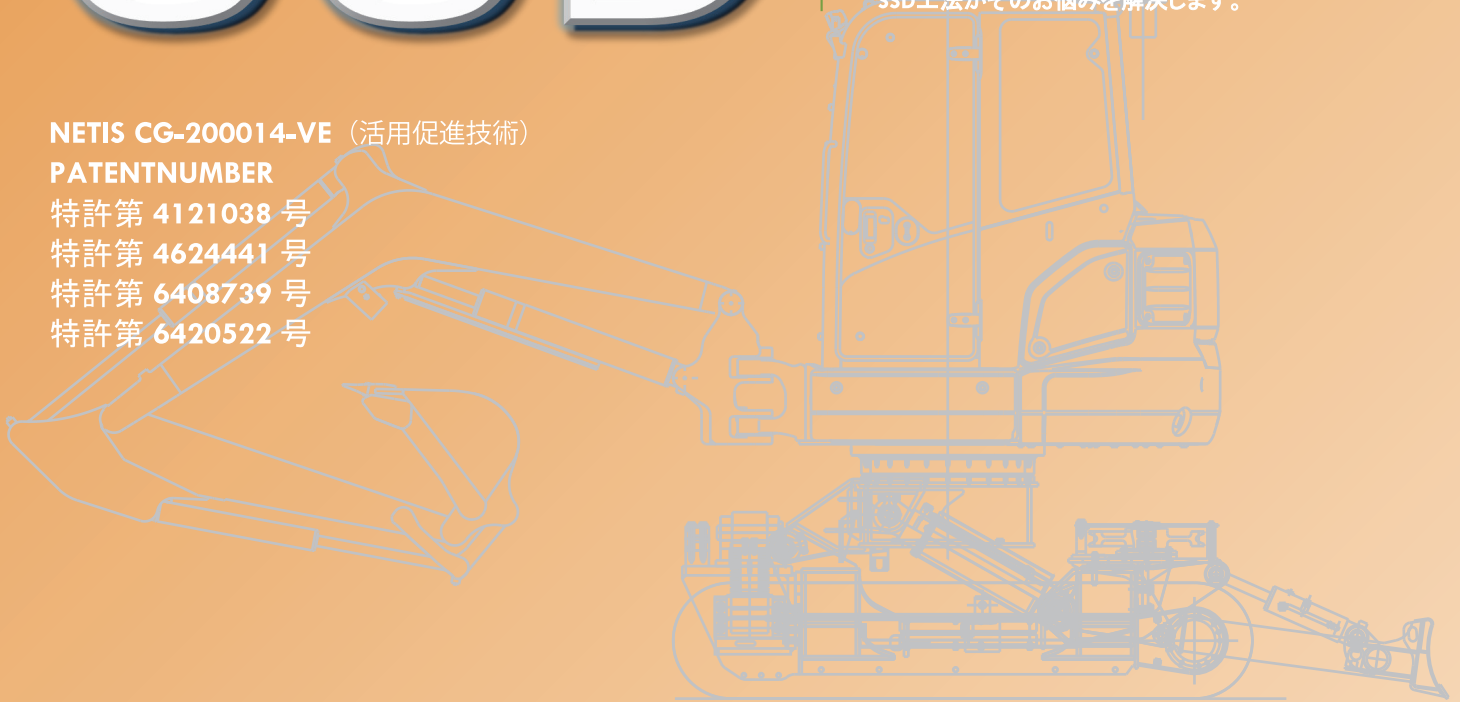
PATENTNUMBER

特許第 4121038 号

特許第 4624441 号

特許第 6408739 号

特許第 6420522 号





1.総則

1-1 摘要範囲	P2
1-2 構造	P2
1-3 用途	P2

2.計画調査

2-1 一般	P3
2-2 調査	P3

3.使用機械概要

3-1 特殊掘削機械 スプリングチャレンジャー	P4
3-2 送信機 ラジコン装置	P4
3-3 ウインチ	P4
3-4 各部の名称	P5,P6

4.基本設計

4-1 現場条件	P7
4-2 使用機械と関係法令	P7
4-3 作業角度による機械重力 (MW)	P8
4-4 アンカーの決定	P8
4-5 運転方法の決定	P9
4-6 アンカー耐力の算出	P10
4-7 ウインチ耐力の算出	P10

5.アンカーについて

5-1 アンカーの選定	P11
5-2 アンカーの強度	P11
5-3 アンカーの強度試験	P11
5-4 アンカーの設置	P11
5-5 アンカーの点検	P11

6.施工方法

6-1 作業前打合せ	P12
6-2 準備作業	P12
6-3 登坂	P12
6-4 ワイヤーの架け替え作業	P13
6-5 掘削	P13

7.安全について

7-1 運転資格	P14
7-2 点検	P14
7-3 スプリングチャレンジャーの特性	P15

1 総則

1-1 摘要範囲

本マニュアルは、斜面安全掘削工法の計画、施工に適用する。斜面安全掘削工法は、安全を重視しているため掘削機械を安全に設置するために当協会の講習を修了した資格者が機械を吊るワイヤの設置および、機械の運転（操作）を行うものである。

本斜面掘削工法は、現地を踏査し周辺の状況、立木の状況、設置地盤、施工方法を十分検討し、各示方書、基準、法規などにも注意し、計画、施工を行います。

本マニュアル（案）に、示されていない項目に関しては、下記の法令を参考とする。

- ① 鉱山保安法(省令・技術指針) ② 労働安全衛生規則 ③ ゴンドラ構造規格

1-2 スプリングチャレンジャー構造

ラジコン機能

機械操作は安全のためラジコン操作で作業を行います、搭乗操作による作業も可能です。

エンジン油圧部分

特殊装置により傾斜部分でもエンジンの焼付きや油圧の低下が無いように設計されています。

ワイヤクランプ装置

滑車の前方左右に設置されたワイヤクランプ装置により吊下時にワイヤの切断やアンカーにした立木の転倒時でも掘削機が転落することはありません。
特許取得済

ホイールベース

斜面掘削時に安定を図るため、キャタピラの間隔を1960mmから2200mmに広げてあります。

チルト油圧部分

キャビンをチルトすることにより、掘削時の安定を図り、搭乗操作の場合にも安定した作業が可能です。



1-3 用途

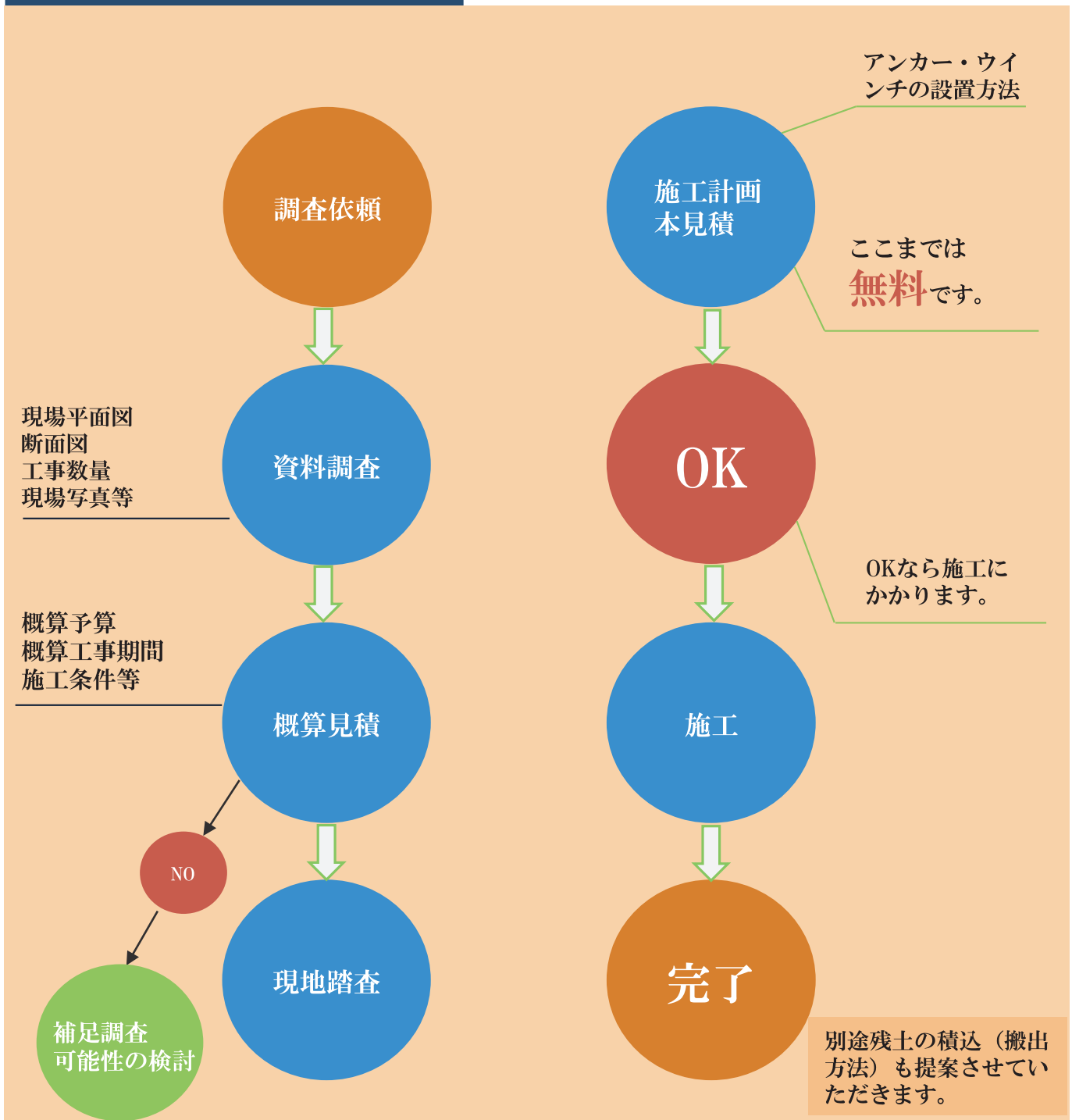
本工法は、急傾斜地および災害復旧工事等において従来の機械掘削の不可能な箇所において人力掘削・整形工事で安全面を重視し工期短縮を図る箇所において利用可能である。その利用にあたっては、斜面安全掘削工を必要とする対象の重要性に応じ、調査、計画、施工などの検討を行い安全に且つ敏速に工事完成が出来るようにするものであります。

2-1 一般

当工法の計画は、工法の特徴を考慮し施工可能か否かを安全面、経済面施工性、周辺の状態などを十分に考慮し、当工法の必要性を得るための資料とするための調査を行います。

2-2 調査

工事の流れフローチャート



3 使用機械概要

3-1 特殊掘削機械スプリングチャレンジャー

項目	単位	SSD-45
仕様		
機械質量	kg	6990
定格出力	kw/rpm[PS/rpm]	27.9/2400
標準バケット容量	m ³	0.14
標準バケット幅	mm	600
寸法		
全長	mm	5280
全幅	mm	2200
全高	mm	3040
クローラ全長	mm	2500
クローラ全幅	mm	2200
性能		
走行 Hi	km/h	4.0
走行 Lo	km/h	2.2
旋回速度	rpm	8.5
最大掘削深さ	mm	2950
接地圧	Kg/cm ²	0.5
エンジン		
名称		ヤンマーEDM-4TNV88-C
型式		4サイクル・水冷直列型
総排気量	cc	2189
定格出力	kw/rpm[PS/rpm]	27.9/2400
各種装置構造		
走行装置	駆動方式	油圧駆動式
	走行ブレーキ形式	油圧式ロック
油圧装置	油圧ポンプ	可変ピストン式×2ギア式×1
	油圧モーター	可変ピストン式×2固定ピストン式×1
	最大セット圧力	28.0Mpa
水・油類の容量		
燃料（軽油）	ℓ	75
作動油	ℓ	57.7
エンジン潤滑油	ℓ	8.5
冷却水	ℓ	6.0

3-2 受信機 送信機

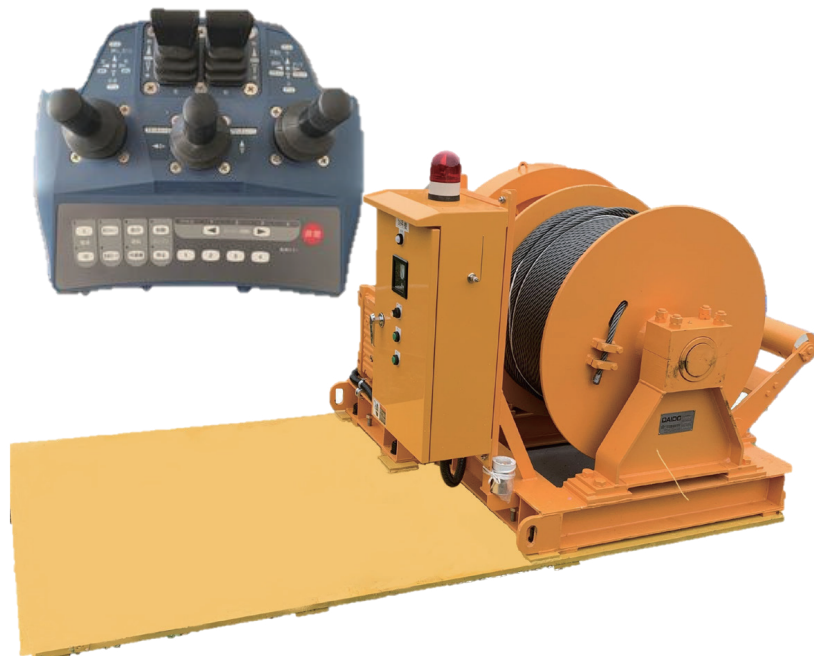
受信機	(型式：RAC-2-MERX-100)
項目	性能・仕様
受信感度	ビット誤り率1/100において0dBμV以下
混信防止装置	10ビットの識別符号(IDコード)による照合方式
出力仕様	RS422調歩同期式シリアル番号
使用電源および	DC10～32V
消費電力	2.5W以下
筐体	アルミ鋳物製(塗色：白) 耐水構造(JIS D 0203-1994 S2 相当)
使用温度範囲	-10～+60°C
耐振動性能	JIS D 1601-1977 3類B種 振動数範囲区分200 振動加速度段階区分7
標準付属品	アンテナケーブル、受信アンテナ（各2本）
質量	約1,2kg

3-2 受信機 送信機

送信機	(型式：RAC2-GNTX-220)
項目	性能・仕様
無線出力仕様	送信周波数 429.2500~429.7375MHz 12.5KHz間隔40波 (キャリアセンスによる自動周波数選択方式)
	送信出力 10mW(内蔵アンテナより発信)
	電波形式 F1D(変調速度4800bps)
	識別方式 10ビットIDコード
有線出力仕様	RS422調歩同期式シリアル番号
操作点数	パネルスイッチ(15) (電源入、電源切、非常停止含む)
	レバートップ押しボタンスイッチ(2)
	比例操作用ジョイスティック(2軸×3本、1軸×2本)
送信データ	スイッチデータS0~S21(各1ビット 未使用ビット含む)
	アナログデータA0~A7(各6ビット 片側32段階)
使用電源および	無線出力時 専用電池(連続使用时间10時間以上)
消費電流	有線出力時 DC4~7V 100mA以下
筐体	ABS樹脂製 (色：ダークブルー)
	耐水構造 (JIS D 0203-1994 S2相当)
使用温度範囲	-10~+60℃
標準付属品	送信機ブラケット、肩ベルト、腰ベルト
質量	約2kg (電池、付属品を含まない)

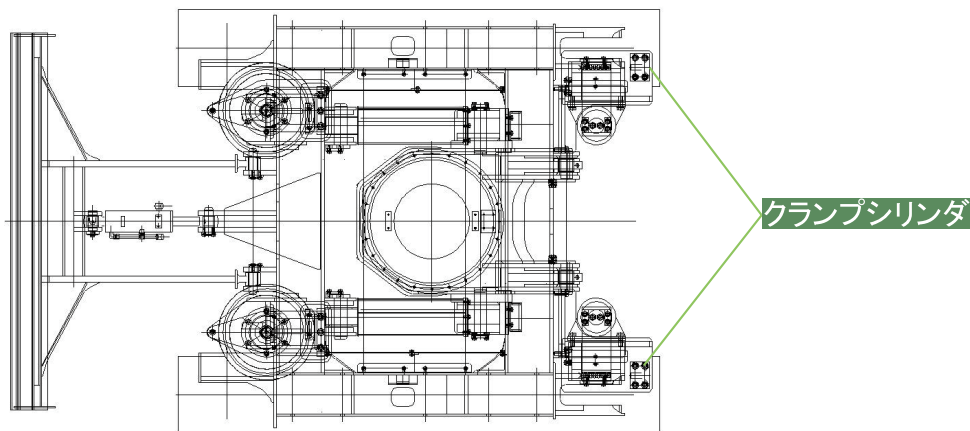
3-3 送信機 ウインチ

項目	(株)大同重機製作所 DNM-4
巻上能力	4000kg
巻取速度	8m/min
ロープ巻取量	Φ20mm×500m
ドラム回転数	3.7rpm
電源	3相 220V 60Hz
発動機	4P-7 5kw ブレーキ付
減速機	k97DV132M4BM 1/86.52
操作	遠隔操作機能付

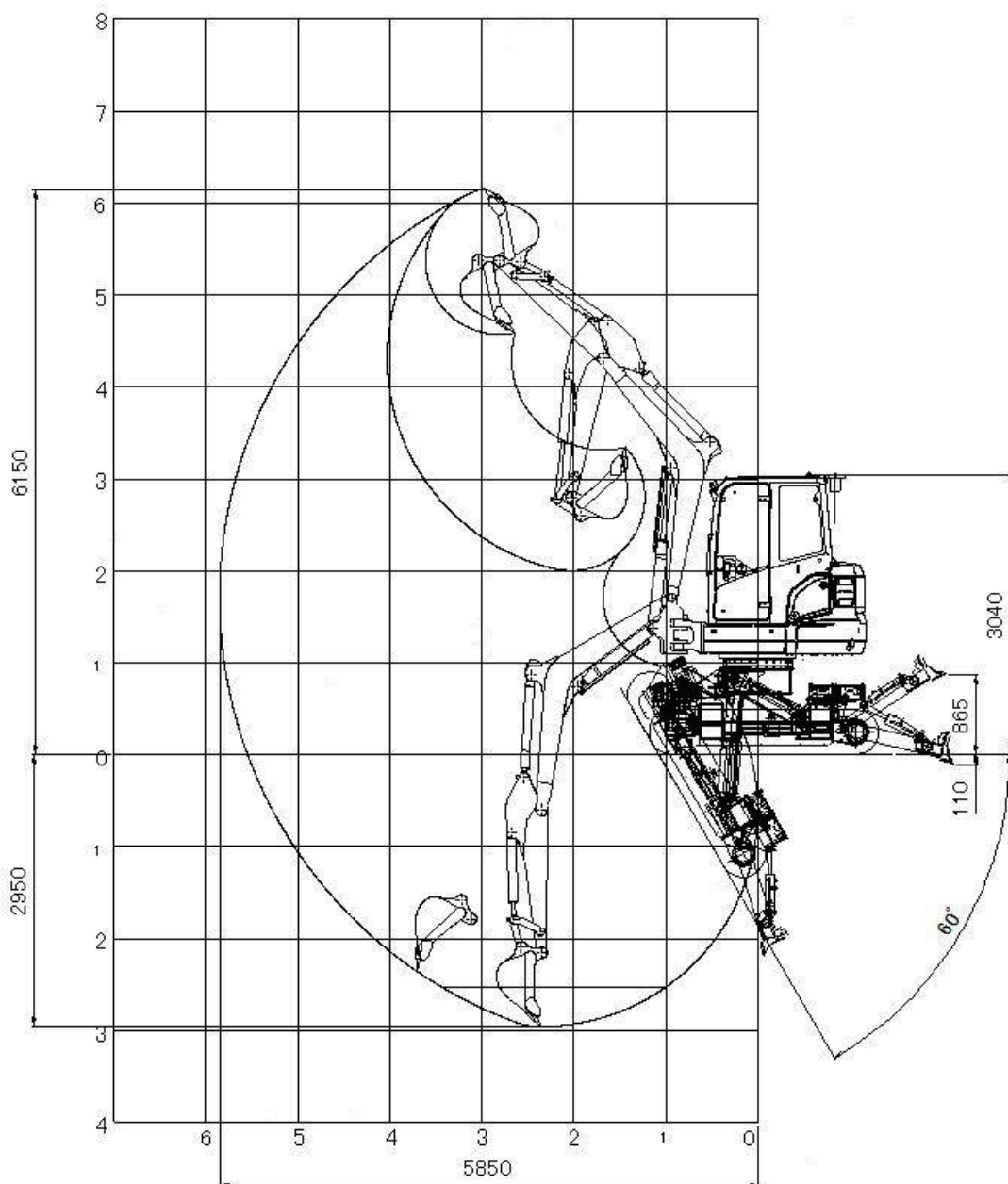


3 使用機械概要

3-4 各部の名称 特殊掘削機械 スプリングチャレンジャー



SSD-45	下部ワイド&チルド仕様
運転整備重量	6990kg
バケット容量	0.14m ³
全幅	2200mm
全高	3040mm
クローラ中心距離	1800mm
ブレード幅	1960mm
接地圧	0.50kg/cm ²
下部チルト角	最大60°



4 基本設計

基本設計

スプリングチャレンジャーを安全に運用するためには、滑車、ワイヤーを固定する為の立木アンカー、ワイヤー、及びウインチに掛かる荷重を理解し安全率を考慮してアンカー、ウインチを設置するための設計をします。

- 1.現場条件の確認----- 平面図・断面図より機械登坂時の最大傾斜角度を確認する。
- 2.使用機械と関係法令
- 3.作業角度による機械重力
- 4.アンカー・吊り角度・吊り方法の決定
- 5.運転方法の決定----- ワイヤーロープの安全係数から運転方法（搭乗・ラジコン）を決定する。
- 6.アンカー耐力の算出----- 張力の計算からアンカー耐力を算出する。
- 7.ウインチ耐力の算出----- 張力の計算からウインチ耐力を算出する。

4-1 現場条件の確認

現場確認によりスプリングチャレンジャーの施工時における平均勾配と最大勾配を確認する。

4-2 使用機械と関係法令

- 総機械重量 (MΣ) : 7.0t
ウインチの重量 : 2.6t
使用ワイヤー : HC-6×Fi(29) 20mm 300m
ワイヤーロープの破断荷重 : 237KN
ワイヤーロープの安全率 : 下記用途安全率より、搭乗者運転の場合10.0以上
ラジコン運転の場合6.0以上とする。

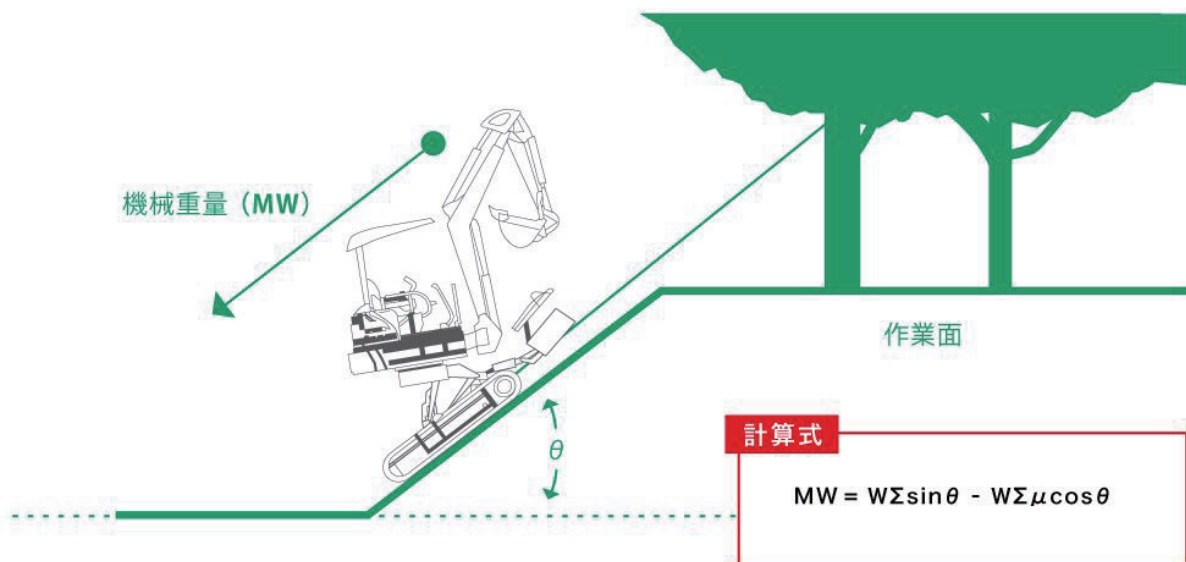
法規によるワイヤーロープの用途安全率

規則等	使用区分	安全率	備考
鉱業上使用する工作物等の技術基準を定める省令の技術指針	巻上装置 立坑、斜坑(人)	10以上	指針第5章3
	巻上装置 立坑、斜坑(荷)	6以上	指針第5章3
労働安全衛生規則	くい打機、くい抜き巻きの巻き上げ用	6以上	規則第175条
	軌道装置の巻上用	6以上	規則第216条
	軌道装置の巻上用(人車に用いる場合)	10以上	規則第216条
ゴンドラ構造規格	つり下げ用、アームの起伏用、伸縮用及びライフライン用	10以上	規格第41条
	上記以外	6以上	規格第41条

4-3 作業角度による機械重力

通常のバックホウは最大登坂角度は30°となっており、それを越える斜面では機体を保持できず、転倒します。勾配がきつくなれば、斜面後方への力 (MW)が大きくなり、斜面上に機体を保持する為には、同等以上の反力が必要となります。

この反力が立木アンカーやウインチ接地に必要な荷重となります。



勾配優先

勾配	角度(θ)			MW(t)
1:0,5	63°	26'	6"	4.03
1:0,6	59°	2'	10"	3.52
1:0,7	55°	0'	29"	2.95
1:0,8	51°	20'	25"	2.42
1:0,9	48°	0'	46"	1.90
1:1,0	45°	0'	0"	1.49
1:1,1	42°	16'	25"	1.06
1:1,2	39°	48'	20"	0.71
1:1,3	37°	34'	7"	0.40

角度優先

角度(θ)	勾配	MW(t)
80°	1:0,18	6.03
70°	1:0,36	4.91
60°	1:0,58	3.64
50°	1:0,84	2.25
45°	1:1,00	1.49
40°	1:1,19	0.71
30°	1:1,73	0.00
20°	1:2,75	0.00
10°	1:5,67	0.00



4-4 アンカーの決定 吊り方法・吊り角度の決定

現場条件から現場にあった吊り方法と、アンカーを決定します。

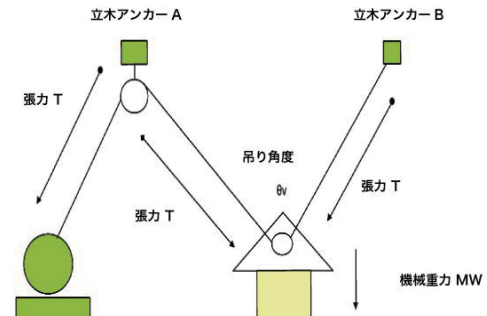
- 吊り方法 N架け V架け
- アンカー 立木アンカー コンクリートアンカー 重機置き換えアンカー
- 吊り角度 現地アンカーの設置方法を考慮し、最大の吊り角度を設定する。

4 基本設計

4-5 運転方法の決定

アンカーやウインチにかかる荷重は右図のようになります。

右図のように機械を吊り下げた場合、ワイヤーロープに働く張力は、つり角度が0度の場合は1.0倍ですが、つり角度が120度の場合は2.0倍になります。このワイヤーロープのつり角度と張力の比を張力係数といいます。機械重量MWから、ワイヤーに架かる張力を計算します。



計算式

$$\text{張力 } T = MW \times 2 \text{分の} 1 \times \text{つり角度による補正係数 } (\theta v)$$

作業面角度とつり角度による張力T 単位(t)

機械重量		つり角とワイヤーにかかる張力の係数			
θ	$W\theta$	120度	90度	60度	30度
90	7.00	7.00	4.94	4.06	3.64
80	6.03	6.03	4.25	3.50	3.13
70	4.91	4.91	3.46	2.85	2.56
60	3.64	3.64	2.57	2.11	1.89
50	2.25	2.25	1.59	1.31	1.17
45	1.49	1.49	1.05	0.86	0.78
40	0.71	0.71	0.50	0.41	0.37
30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

つり角とワイヤーに掛かる張力の関係

つり角度(θv)	角度による補正係数
120	2.00
90	1.41
60	1.16
30	1.04

ワイヤーに掛かる張力(T)から、ワイヤーの安全率を確認し運転方法を決定します。

計算式

$$\text{安全係数} \geq \frac{\text{ワイヤーロープの破断荷重(KN)}}{\text{ワイヤーロープにかかる張力(T)} \times \text{換算係数} 9.81}$$

作業面の角度とつり角度から見た安全係数

作業面角度	安全係数			
θ	$\theta v=120$ 度	$\theta v=90$ 度	$\theta v=60$ 度	$\theta v=30$ 度
90	3.5	4.9	6.0	6.6
80	4.0	5.7	6.9	7.7
70	4.9	7.0	8.5	9.5
60	6.6	9.4	11.4	12.8
50	10.7	15.2	18.5	20.6
45	16.2	23.0	27.9	31.2

現場状況で、安全係数が6.0未満になる場合は、当工法の作業はできません。

安全係数が6.0以上で10.0未満の場合は、ラジコン運転のみで搭乗運転禁止とします。

安全係数が10.0以上になる場合は、搭乗運転可能とします。

4-6 アンカー耐力の算出

通常上部アンカーは、立木によるアンカーを使用し、使用できる立木のない場合には、別途考察する。

滑車の付くアンカーは、ワイヤー2本で引くため、合力になる為張力の2倍の力が掛かる。当工法は、アンカーの設置に関して安全率を1.5倍としている為、必要設置重量の1.5倍荷重を確認後施工する。

計算式

アンカーAの必要耐力 = $2T \times 1.5 = \text{張力の2倍（合力）} \times 1.5\text{倍}$

（滑車をかけるアンカー）

アンカーBの必要耐力 = $T \times 1.5 = \text{張力} \times 1.5\text{倍}$

（止めアンカー）

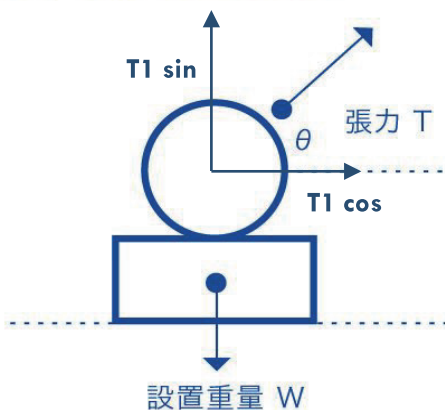
4-7 ウインチ耐力の算出 重機置き換えアンカー

通常ウインチの設置は、重機置き換えアンカーを使用し、バックホウの重量により固定します。使用できない場合には、別途考察する。

現場条件からウインチのワイヤーの引出し角度による補正を行います。

標準図

必要設置重量WWを求めます。



計算式

$$\text{設定重量} W \geq \frac{T \cos \theta}{\mu} + T \sin \theta \quad (\text{必要設置重量} WW \geq 1.5 \left(\frac{T \cos \theta}{\mu} + T \sin \theta \right) - 2.6\text{t})$$

当工法は、ウインチの設置に関して安全率を1.5倍としている為、設置重量の1.5倍の荷重を確認後施工する。

5-1 アンカーの選定

施工現場のアンカーは設置周辺の傾斜角及び現場周辺の状況や施工期間、規模などを考慮して決定します。アンカーの種類は、生立木、埋戻アンカー、コンクリートアンカー、アースアンカー、重量置換アンカー、アンカー等があります。現場状況により選定します。

※アンカーの数量は施工延長10mにつき1箇所+1箇所必要とします。

10m未満の現場については3箇所の計上をお願いします。

例：施工延長55mの場合は6箇所+1箇所で7箇所となります。

5-2 アンカーの強度

斜面安全掘削機 スプリングチャレンジャーは、安全を考慮し、アンカーを必ず2箇所設置します。アンカーの選定については最大荷重（最大張力）の1.5倍以上の安全率を持った強度のものを使用します。

5-3 アンカー強度試験

アンカー強度試験は使用するアンカーの全箇所を試験します。記録写真は1現場に1箇所の割合で管理し記録します。

5-4 アンカー設置

立木アンカー引張試験に合格したアンカーのみ使用します。

生立木保護の為にナイロンスリングベルト（JIS型式III E-300破断荷重20t）を立木アンカーへ巻きつけ、アンカー1箇所につき車径φ250（使用荷重8,000kgまで）1基を使用し、主ウインチより伸ばしたワイヤーを各アンカーへ取り付けます。

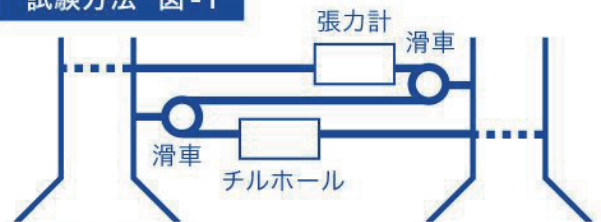
作業員は必要に応じて安全ロープを使用する。

5-5 アンカーの点検

毎日の作業前点検を徹底します。作業前点検票で立木アンカー、スリングベルト、滑車のチェックを行い（目視）異常があった場合はただちに改善し作業を行います。

協会制作の点検簿に日々記録します。

試験方法 図-1



6-1 作業前打合せ

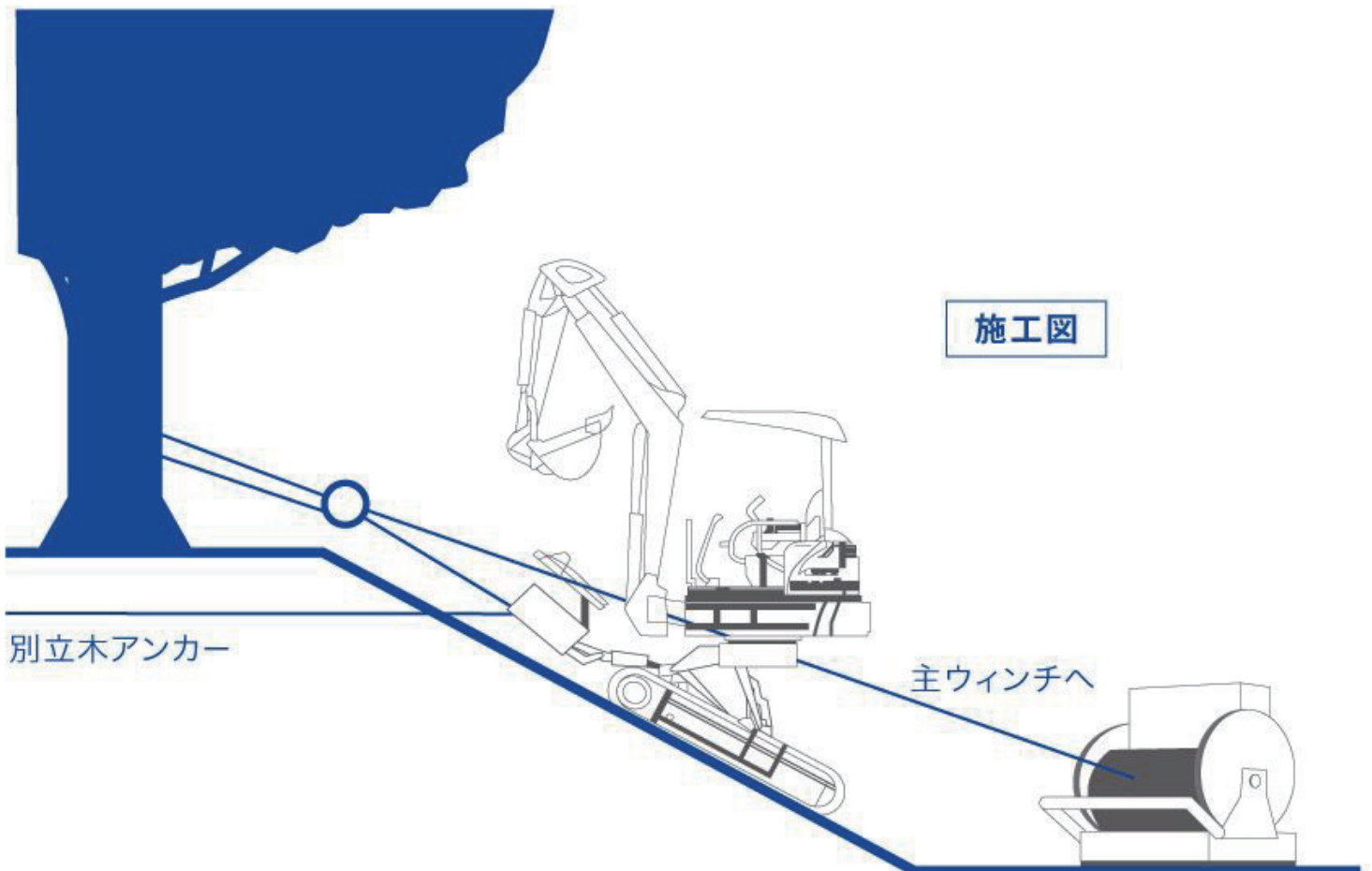
スプリングチャレンジャーの施工は、オペレーター1名と作業員2名で行います。前日の作業打合せ内容に沿い、オペレーターと作業員に作業内容を周知させます。(TBM活動)災害防止のため、危険予知活動(KY活動)を行い、記録します。

6-2 準備作業

作業前点検：スプリングチャレンジャー、主ウインチ、ワイヤー、アンカー、滑車、スリングベルト、他点検事項に不備があった場合、必ず修理・交換等の改善をしてから作業を行います。

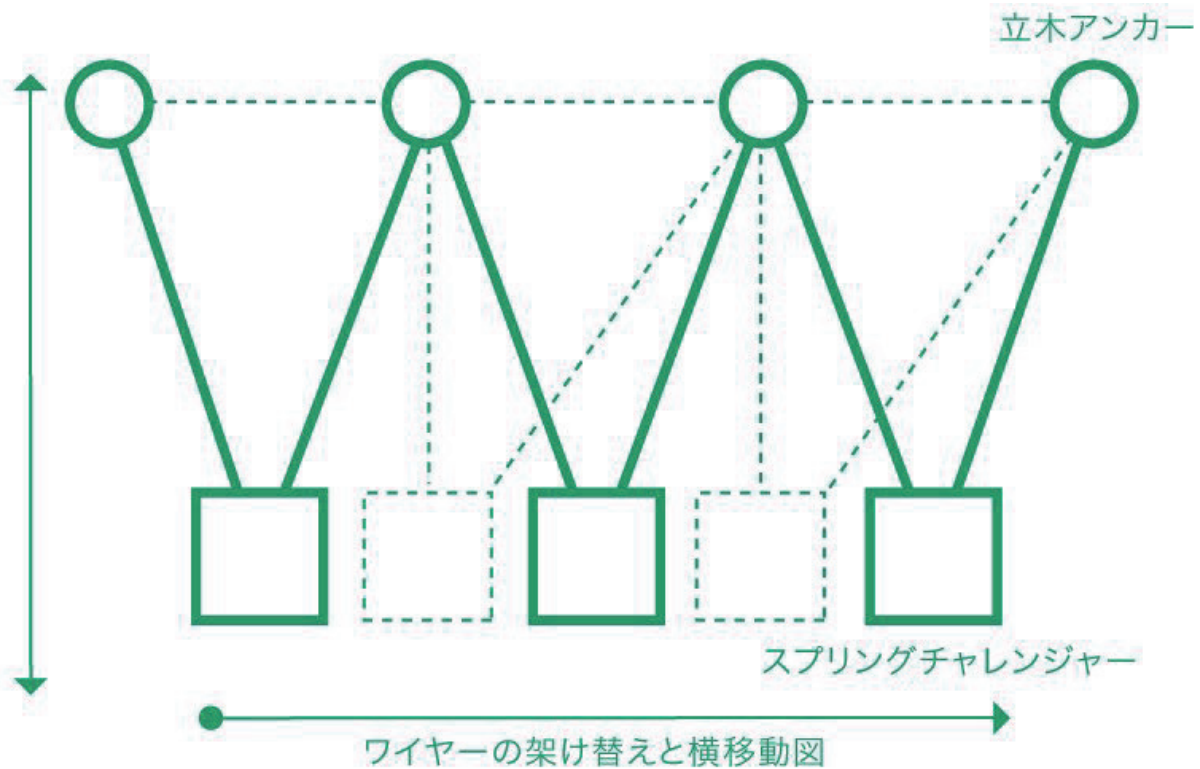
6-3 登坂

主ウインチを電動リモコンにより緊張させながら巻き上げ、スプリングチャレンジャーを走行させて登坂を行う。原則として1回目の登坂はラジコン運転で行う。



6-4 ワイヤの架け替え作業

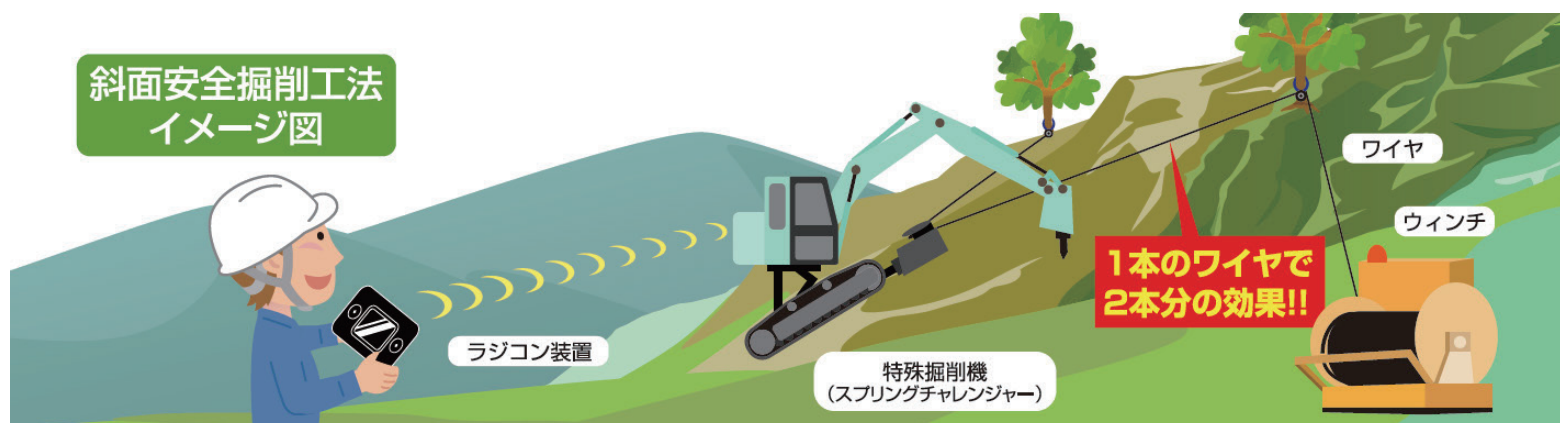
- ①架け替え時には安定した平地で、一時作業を中断し法面から機械を降ろすこと。
- ②アンカー試験を行った立木にスリングベルト、滑車を取り付けておく。
- ③滑車からワイヤーを外し、全体のワイヤーを緩ませて他アンカーの滑車にワイヤーを通す。



6-5 掘削

- ①掘削作業をする場合、ワイヤーの間は原則として掘削、切取りはしないが、やむを得ず施工する場合は、ワイヤー及び機械本体を傷めないように十分注意する。
- ②上部より施工し、下降しながら作業を継続する。
- ③作業範囲の1列が終わり次第、次の列に移動する。
- ④原則として機械下部の施工はしない。
(アンカーに力が掛かる作業)

斜面安全掘削工法 イメージ図



7-1 運転資格

スプリングチャレンジャーを運転して作業する者は、次の資格を取得したものでなければなりません。

- ①車両系建設機械（整地、運搬、積込、および掘削用）運転技能講習を受講して修了証を取得した者。（労働安全衛生法による資格）
- ②斜面安全掘削協会の指導によるSSD工法の講習を受講して修了証を取得した者。

7-2 点検

始業前点検・日常点検を行い、不備があった場合必ず修理、交換等改善してから作業します。

作業中の点検

- ①立入禁止箇所には、作業員又は第三者が不用意に立ち入らない事を確認してから作業します。
- ②ワイヤーロープなどの動きによる落下物の有無の確認。
- ③主ワイヤーの緩みがないように注意し、衝撃荷重が掛からないようにする。
- ④ワイヤー・アンカー等の確認を行います。
- ⑤操作は慎重に行い、土砂の散乱および大きな岩が落下しないように注意します。
- ⑥搭乗運転を行う場合、運転者は備え付けのシートベルトを着用します。法面作業員はローリップ又は安全帯を着用し作業を行います。

作業終了時

- ①機体の転倒が無いように平坦な場所に停車します。
- ②アンカー・ワイヤーの点検を行います。
- ③バケット・ブレードを地面に設置させエンジンキーを抜き取ります。

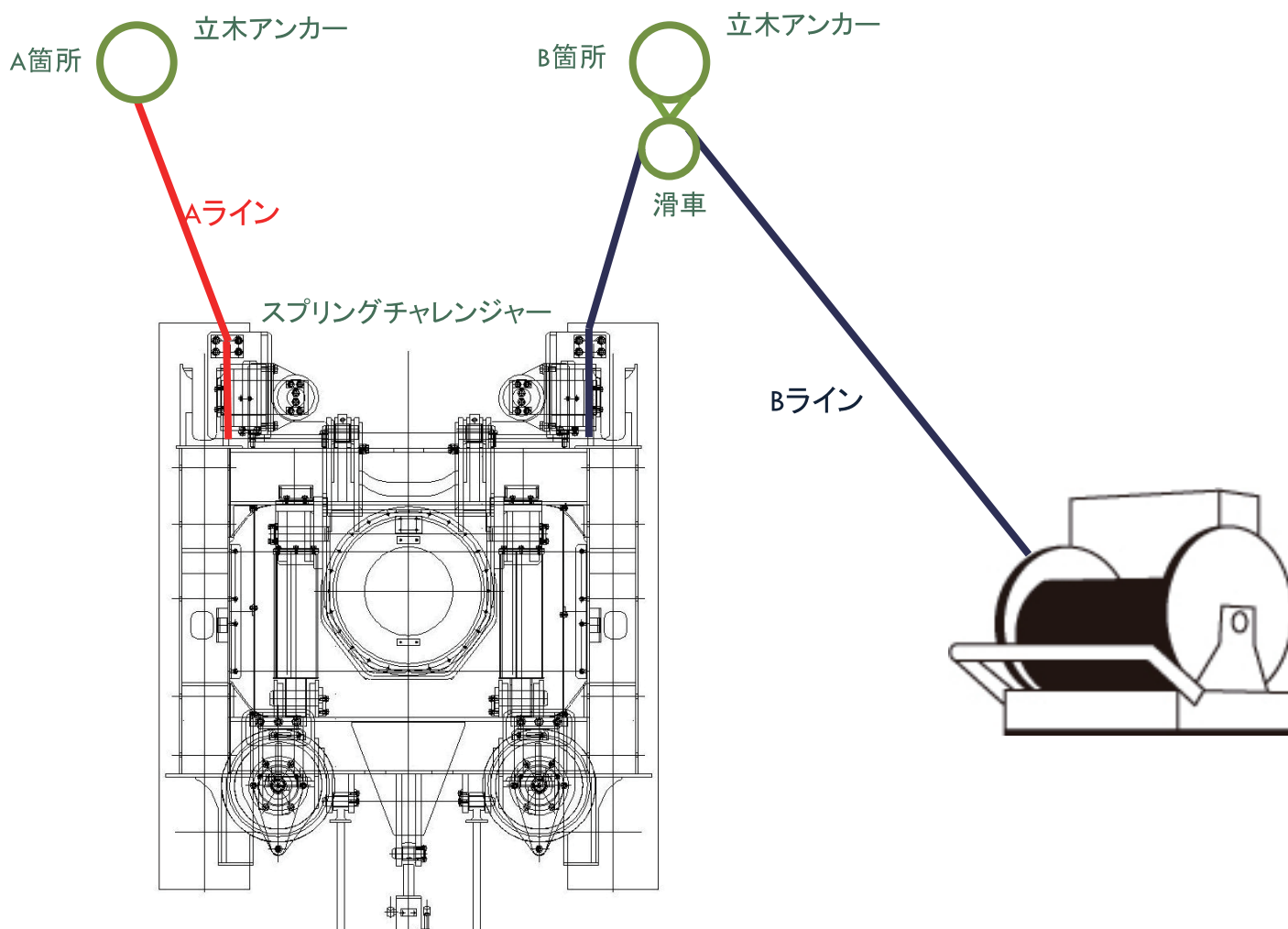
ワイヤーの点検

- ①ワイヤー及び接続部品などは、試験に合格したもののみ使用します。
- ②ワイヤーの直径を減少させる最大の要因は、引張によるワイヤーの伸びである。そのため絶えず緊張されている先端部分を計測位置とします。



7-3 スプリングチャレンジャーの特性

スプリングチャレンジャーは高所での作業を想定して製作された機械です。そのため安全性には特に配慮し設計されております。ワイヤーや補助設備についても安全率を1,5倍以上設定しています。その他に、更なる安全装置として、下記図のように、機械前方2箇所（A箇所、B箇所）に特殊クランプ装置を設置しております。（特許取得）不可抗力によりAラインもしくは、Bラインにてワイヤーの切断や、補助装置の損壊、立木アンカーの倒壊等がおきても、機械本体はクランプ装置のクランプ力で転落しません。



— お問い合わせ —

斜面安全掘削工法施工マニュアル

発行 斜面安全掘削協会

TEL 082-824-7552 FAX 082-841-1472

メールアドレス ssd@flute.ocn.ne.jp