

農業用道路建設における地山の転石対策について

伊 東 正 年 新 井 誠
(Masatoshi ITO) (Makoto ARAI)

目 次

- ・ はじめに
- ・ 地形・地質概要
- ・ 転石調査
- ・ 落石対策工の検討と施工状況
- ・ おわりに

・ はじめに

1. 事業概要

美濃東部区域農用地総合整備事業(以下、「本事業」という。)は、岐阜県のほぼ中央に位置し(図-1)、典型的な中山間地域である。地形的な制約により集落は谷沿いに形成され、地域の発展も川に沿って南北方向に指向されてきた。更に区域の東部と西部にそれぞれ南北方向に高速道路が整備されたことにより、市場拡大が期待されるものの、東西方向への交通体系の整備が遅れている状況にある。

そこで本事業では、農用地の整備(圃場整備おおむね 122ha)と東西方向の基幹的農業用道路(おおむね 23.5km)の整備を一体として、総合的かつ集中的に実施することにより、区域の農業生産性の向上と農業構造の改善を図るとともに、地域の活性化に資することが目的となった。

事業は平成 10 年度に着手し、平成 24 年度の完成を予定している。



図-1 美濃東部区域位置図

2. 転石調査に至る背景

農業用道路 4 工区(以下、「本工区」という。)は、岐阜県加茂郡白川町水戸野地内の県道下呂白川線から町道和泉白山線をつなぐ L=4.5km の新設区間である。(図-2)



図-2 農業用道路 4 工区位置図

転石調査実施に至る背景は、下記のとおりである。

No.55~No.100 の L=0.9km 区間について、農業用道路測量設計時の現地踏査の結果、数多くの転石・浮石が確認された。(写真-1)



写真-1 計画路線上に立ちはだかる不安定な岩の露頭

本工区下方には集落があり、集落周辺は一部保安林区域に指定されている。近隣住民も落石の懸念される地形であることを把握しており、農業用道路建設における落石対策について、注目されていた。

よって、本事業においても、詳細な転石調査を実施し、工事施工中及び施工後の対策工法を検討し、工事を進めることとした。

以上のことから、本稿では、岐阜県加茂郡白川町地内の農業用道路4工区建設における地山の転石対策について報告する。

・地形・地質概要

1．地形概要

本工区調査位置は、飛騨川の支流で北東から南北方向に流れる白川の右岸側にあたる。蛇行する白川沿いには河岸段丘面やその上に崖錘堆積物が乗った緩斜面が断続的に分布しており、茶畑等の農地や宅地として利用されている。道路建設予定地は、標高 270～365mの山腹斜面上に位置し、40°～60°で急傾斜している。

2．地質概要

本工区に分布する地質は、白亜紀～古第三紀の火成岩である「濃飛流紋岩類」の夕森山-金山溶結凝灰岩層と第四紀の「崖錘堆積物」から構成される。(図-3)また本工区周辺において、「白川断層帯」の存在が確認されている。

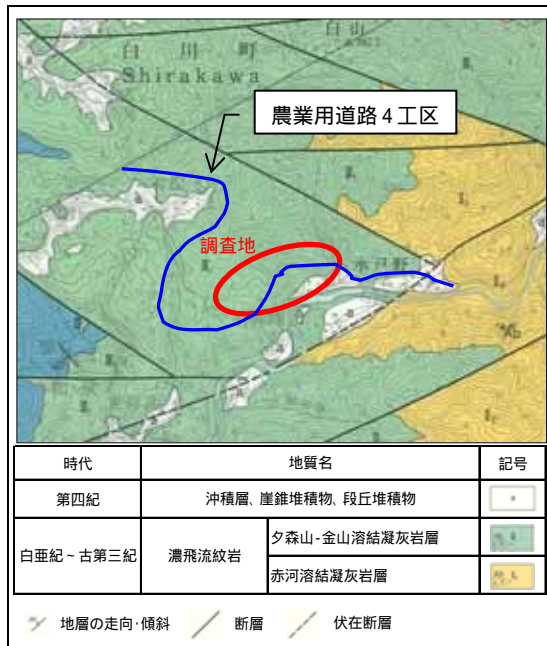


図-3 周辺の地質図

【参考文献】水谷伸治郎他(1992),5万分の1地質図幅 金山地域の地質 一部加筆

(1) 濃飛流紋岩

本工区には、斜長石の結晶破片を多量に含む流紋岩デイサイト質の溶結凝灰岩(暗緑灰色ないし緑灰色)が分布する。溶結凝灰岩の露頭は主に岩壁状に分布し、節理に沿って開口亀裂が発達している。開口亀裂の発達により、浮石や転石が多く分布している。

(2) 崖錘堆積物

流紋岩デイサイト質溶結凝灰岩の岩塊(転石)を主体とし、粘土、砂、礫が間隙を充填している。溶結凝灰岩の岩塊(転石)は主に0.2～0.8mの角礫状を呈している。

中には2～4mに及ぶ岩塊も分布する。

(3) 白川断層帯

白川断層帯は、旧加子母村から加茂郡東白川村、白川町を経て、七宗町に至る断層帯である。この断層帯は、白川断層、白川口-水戸野断層、若松断層、宇津尾断層等から構成され、これらの断層が概ね5kmの幅をなして断続的に分布する。(図-4)

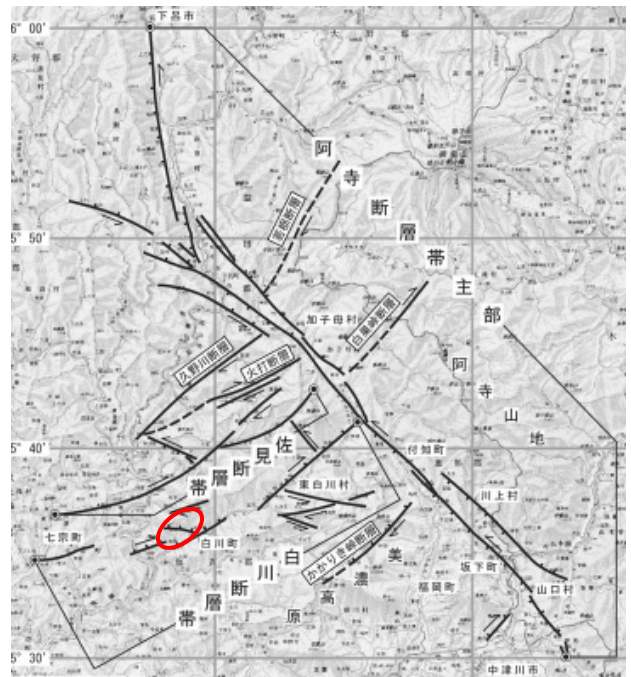


図-4 白川断層等の位置図

・ 転石調査

1 . 調査範囲

調査範囲は、本工区 No.55～No.100 までの延長約 L=900m、幅約 200m(道路センター両側各 100m)とした。調査範囲が広範囲に及ぶ為、調査域を明瞭な尾根地形・谷地形を境にして、A～G の7つに区分した。(図-5)

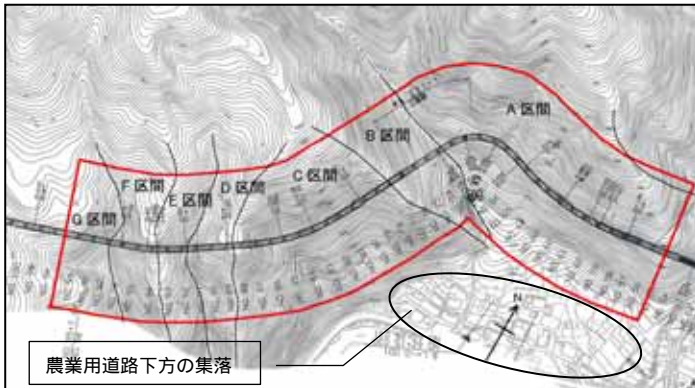


図-5 転石等調査範囲

2 . 調査内容及び方法

調査内容は、『落石対策便覧』〔平成 12 年 6 月(社)日本道路協会〕を参考に、落石対策工の検討までに必要な最低限の項目を実施することとした。ここでは、下記フロー(図-6)における(1)～(5)について説明したい。

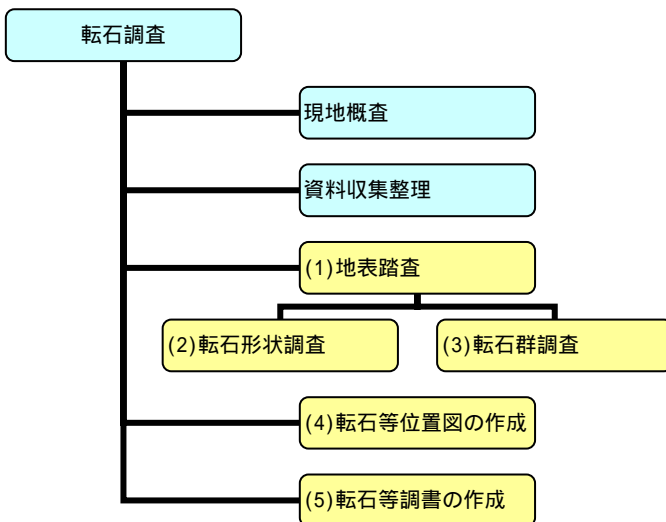


図-6 転石等調査フロー図

(1) 地表踏査

計画平面図(縮尺 1/500 及び 1/2500)をもとに地形、地表地質の状況(岩盤の割れ目の種類と性質、岩盤の風化や緩み状況)、浮石や転石の形状と分布状況等の把握を行った。

(2) 転石形状調査(点在してる転石等)

地表踏査により所在が明らかとなった転石について、外径寸法(長辺・短辺・高さ)を測定した。

外径寸法はテープにより測定し、番号を付し写真記録を行った。(写真-2)

不安定転石	A	-	4
	(A 区間)		(通し番号)
安定転石	A	S	3
	(A 区間)	(安定)	(通し番号)



写真-2 不安定転石

転石位置は、携帯型 GPS 等により位置を確認することとしていたが、山中で電波の受信が困難であった為、道路センターを基準としてオフセットにより位置確認を行った。

番号を付した転石については、安定度評価を5区分で行ない、最終的に安定・やや不安定・不安定の3区分にとりまとめた。(図-7)

(3) 転石群調査(まとまっている転石等)

地表踏査により所在が明らかとなった転石群について、面積を測定した。


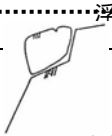
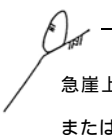
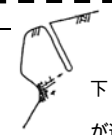
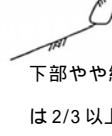

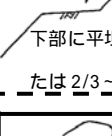
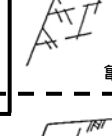
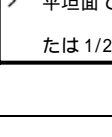
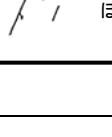
転石群は、番号を付し写真記録を行った。

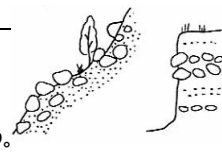


転石群位置は、転石と同様に位置確認を行った。

番号を付した転石群について、転石と同様に安定度評価を行った。(写真-3)



写真-3 不安定転石群

安定度評価				安定性評価
安定状態	転石	浮石	安定性	
1	 木で停止	 完全に分離	近い将来必ず落ちると考えられるもの	不安定
2	 急崖上で停止、または完全露出	 下部の浸食が進行	時期は予測できないが、いずれ滑落すると考えられるもの	
3	 下部やや緩傾斜または2/3以上露出	 不安定な形状	滑落する可能性が大きい	やや不安定
4	 下部に平坦面あり、または2/3~1/2程露出	 亀裂が発達	滑落する可能性がある。	
5	 平坦面で停止、または1/2以下露出	 ほぼ健全	滑落の可能性がほとんどない。	安定

安定性評価	転石・浮石
不安定	<ul style="list-style-type: none"> 以下のようなものが多数散在する場合。 直径のほぼ2/3以上が地表から露出するもの。 完全に浮いており、人力で容易に動くと思われるもの。 斜面下まで転がり落ちるものが多い。 
やや不安定	<ul style="list-style-type: none"> 上記のようなものが少ない。 露出の程度が小さい。 やや浮いているが、人力では動かせない。 転がり落ちてもすぐに止まるものが多い (斜面下まで到達しない。) 
安定	<ul style="list-style-type: none"> 転石・浮石がない。 あっても比較的安定しているもの。 

【参考文献】「落石対策便覧」

図-7 転石等安定性評価基準

(4) 転石・転石群等分布図の作成 (図-8)

地表踏査、転石形状調査、転石群調査の結果をもとに 1/500 平面図上に転石・転石群分布図を作成した。

転石・転石群は、傍らに番号を付し (A-4 など) また安定性評価結果に基づき、次のように色分けして表示した。

「不安定」	赤
「やや不安定」	オレンジ
「安定」	緑

その他露岩の位置や形状、岩盤の節理の走行・傾斜、崖錘堆積物の分布範囲、表層崩壊地形、湧水、倒木の分布、斜面傾斜などのほか、現地踏査時のコメントを図中に記載した。

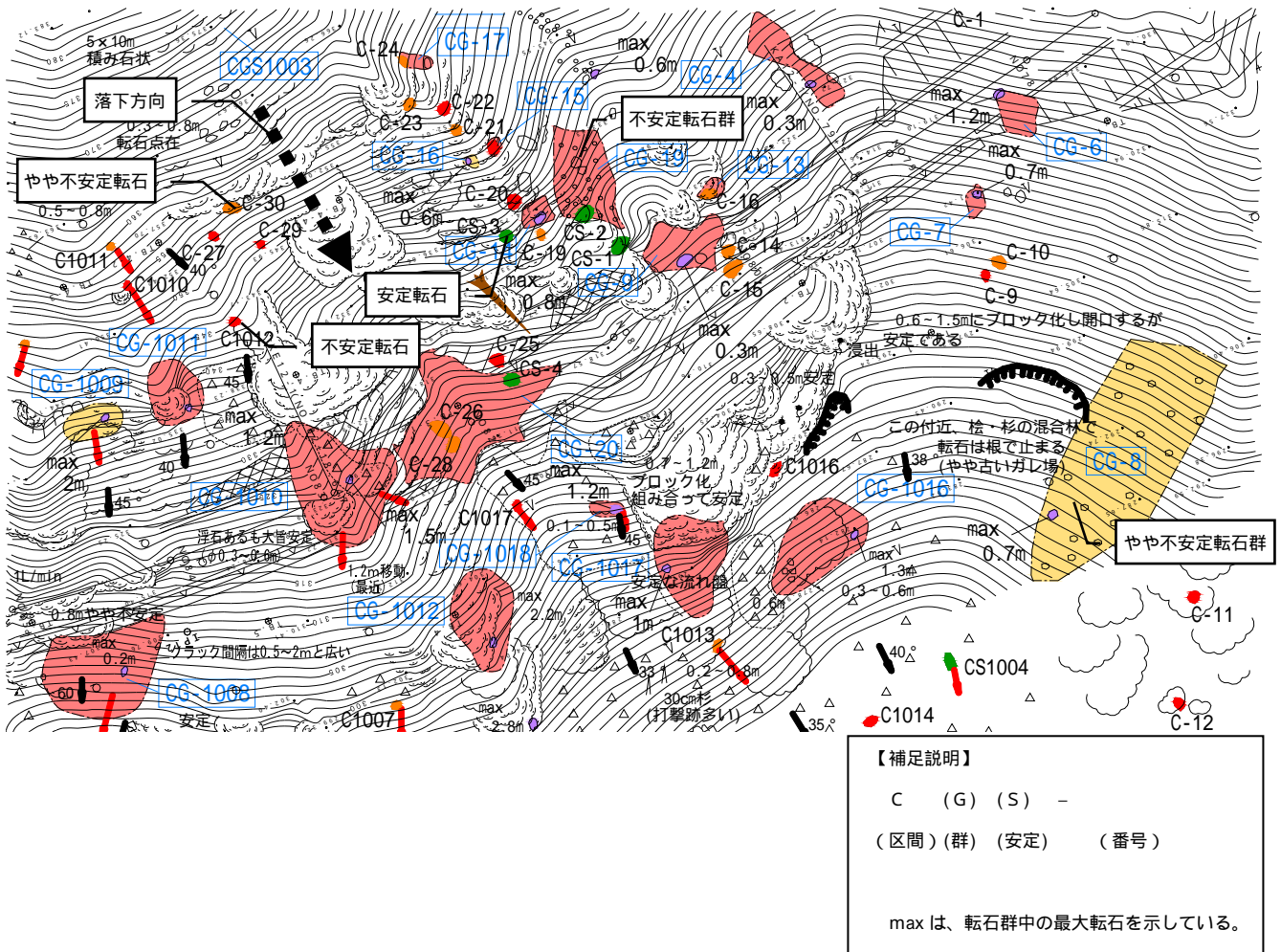


図-8 転石・転石群分布図 (例)

(5) 転石等調書の作成 (図-9)

転石形状及び転石群調査を実施した転石等のうち、「不安定」・「やや不安定」と評価されたものについては、工事範囲内と範囲外に分けて、調書を作成した。

転石番号	A - 19				
調査年月日	平成 18 年 2 月 17 日	位置	N35° 36' 1.86	E 137° 13' 40.59	
形状	楕円体 立方体 直方体 菱形柱 平板状 三角柱 くさび形 (扁平な三角柱 ~ 扁平な台形柱)			三角柱 その他	
大きさ	長辺 1.2 × 中辺 1.2 × 短辺 0.8			斜面傾斜	36°
体積	1.15m ³	長辺 × 中辺 × 短辺。ただし、三角柱・くさび形の場合は 1/2 乗 じることとする。		重量	2995kg (29.95kN)
					
直下の地質 (表土は除く)	硬質岩盤 風化軟岩 亀裂性軟岩 岩塊、転石 崖錘、土砂 その他 ()				
停止形態	<ul style="list-style-type: none"> ・ 土に埋まって停止している転石 (落石) <ul style="list-style-type: none"> 2/3 以上露出 2/3 ~ 1/2 露出 1/2 以下露出 ・ その他状況で停止している転石 (落石) <ul style="list-style-type: none"> 斜面や岩盤に乗っているだけ 木に支えられている 石に支えられている その他 () ・ 岩盤から分離した転石 (浮石) <ul style="list-style-type: none"> 底面は流れ盤 底面は平坦 底面は受盤 				
コメント	~ よりなり、 が最大で、上記の寸法は のもの。 は木に当たっており、 とも接触している。 は木に当たっており、 上に乗っている。 は土中に少し根入れがある。計画路線の直下にあり、非常に不安定な状態のため、施工時に除去することが望ましい。				
安定度評価	1	2	3	4	5
安定性評価	不安定		やや不安定		安定
対策の優先度	施工中 ~ 施工後に落下し道路や下方の民家等に重大な被害を及ぼす可能性があり、対策工の必要性は高い。 施工中 ~ 施工後に落下する可能性は比較的小さい。または、落下する可能性があるが重大な被害に至る可能性は比較的小さいため、対策工は必要であるが優先度は次点である。 比較的安定しており、落下する可能性は比較的小さい。または、落下しても保全対象まで至る可能性がないため、対策工の必要性は低い。				
写真					

図-9 転石等調査票 (例)

3. 調査結果

図-5における調査範囲において、総計 189 個の転石が確認された。このうち安定性評価で「不安定」と判定されたものが 74 個、「やや不安定」と判断されたものが 74 個、「安定」と判断されたものが 41 個であった。(図-10)

転石群については、総計 82 箇所延べ 6.48ha の転石群が確認された。このうち「不安定」と判断されたものが 38 箇所延べ 2.46ha、「やや不安定」と判断されたものが 37 箇所延べ 3.97ha、「安定」と判断されたものが、7 箇所延べ 0.05ha であった。(図-11)

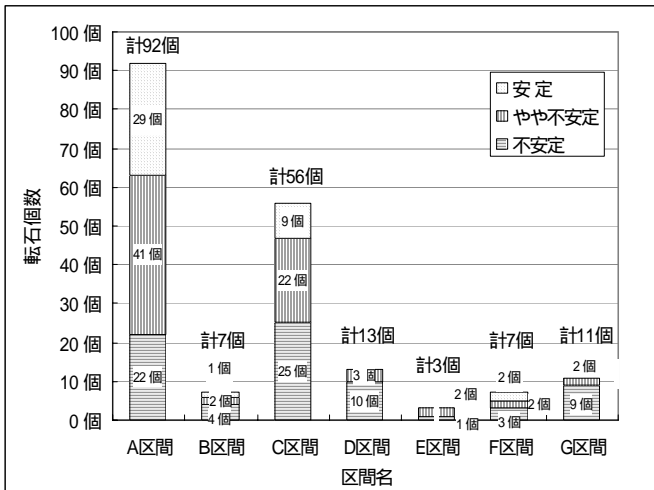


図-10 転石分布個数

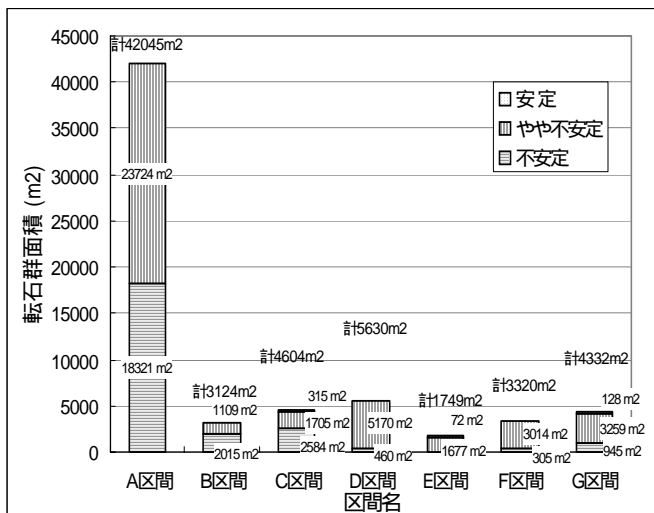


図-11 転石群分布面積

落石対策工の検討と施工状況

1. 落石対策工検討の基本方針

落石対策工には、発生源対策としての「落石予防工」と発生した落石による被害を軽減するための「落石防護工」がある。本工区における検討に際しては、下記を基本方針とした。

転石調査により、不安定、やや不安定と判断された箇所について対策を行う。

落石対策工の資材及び施工機械は、なるべく軽量でモルタル等により運搬が容易である工法とする。

落石対策工は急斜面での施工に適し、施工中に落石を発生させる危険が少ない工法とする。落石対策工に伴う用地対策がなるべく発生しない工法とする。

立木は落石を防護する役割があること、また環境にも配慮し、施工や資材搬入時なるべく木を伐採しない工法とする。

コスト縮減を念頭におき、経済的な工法とする。

2. 本工区で採用可能な落石対策工法

落石対策工検討の基本方針及び『落石対策便覧』P92、93 の対策工選定フローチャート等から、本工区において選定される適切な落石対策工法は下記(表-1)のとおりとなった。

表-1 本工区で選定される落石対策工

落石予防工	落石防護工
(1)ロープ伏工	(3)ポケット式落石防護網工
(2)ワイヤーロープ掛工	(4)落石防護柵工
	(5)高エネルギー吸収柵工

3. 落石対策工の選定手順

落石対策工の検討は、不安定・やや不安定と判定され、対策が必要な転石等を含む尾根間で区間分けし、尾根毎にそれぞれ比較検討を行った。

落石対策工法は、図-12 に示すように、落石予防工(発生源対策)と落石防護工(待ち受け捕捉対策)を並列的に検討し、この検討によって選定された複数の工法に対して経済性、施工性、安全性等を比較して決定した。状況に応じて、落石予

防工と防護工の併用案についても検討した。

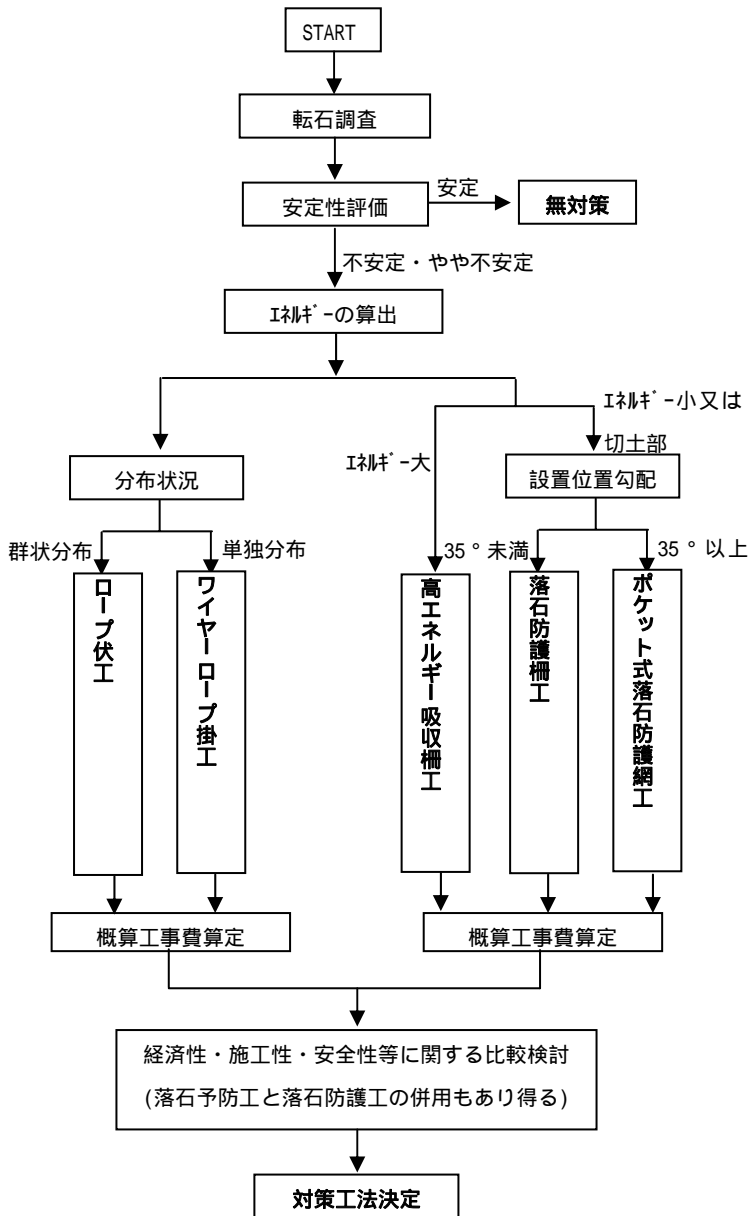


図-12 落石対策工法の検討フロー

4. 各工法の紹介

(1) ロープ伏工 (写真-4~7)

ロープ伏工はワイヤーロープを縦・横に斜面に沿わせて格子状に張り、主ワイヤーロープの交点(標準 2.0m間隔)をアンカーボルトで固定し、その間に補助ロープを張って(標準 0.5m間隔)斜面の転石群を押さえ込む工法である。補助ロープ間隔を 50cm まで狭くすることが出来るため、場合によっては金網を併用することも出来るため、小径の転石にも効果を発揮する。よって本工区においては、転石群箇所に採用した。ワイヤーロープを現地形状に合わせて立ち木間に張るので伐採の必要がないため、自然林の美

観を損なうことなく、除根作業に伴う落石発生危険もない。また大型機械を必要とせず、人力施工が可能であるため、本工区の落石対策としては最適な工法であった。



写真-4 ロープ伏工施工後状況



写真-5 岩部アンカー削孔状況



写真-6 岩部アンカー挿入状況



写真-7 ワイヤーロープ等設置状況

本工区では、今後施工を予定している。

(2) ワイヤロープ掛工(写真-8)

ワイヤロープ掛工は、個々に単独で分布する浮石・転石を複数本の横ロープ用いて角度をとって抱き込むように張設し、両端部のアンカーで斜面上に固定させ、滑動・転落を防止する工法である。横ロープにバランスよく負荷させるためと間隔保持材の役目を兼ねて縦ロープ及び縦補強ロープを張設し、交点を十字アンカークリップやクロスクリップで留める。ロープ径は、12mmから18mmのワイヤロープを組み合わせて設計を行う。アンカーは岩盤部にセメントアンカー、土砂部にロケットアンカー等を使用する。

ロープ伏工と同様に立木伐採の必要がなく、また大型機械を必要とせず、人力施工が可能な工法である。

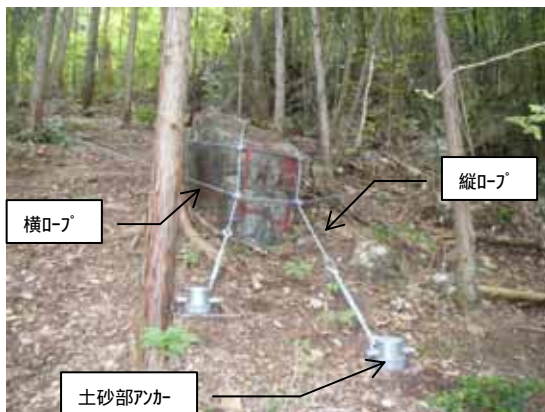


写真-8 ワイヤロープ掛工

(3) ポケット式落石防護網

ポケット式落石防護網とは吊ロープ、支柱、金網、ワイヤロープ等からなり、上部に落石の入口を設け、金網に落石が衝突することにより、落石の持つエネルギーを吸収する。本工区では、落石エネルギーが比較的小さい箇所または切土法面箇所等に採用した。

本工区においては、現時点において未施工であり、本体工事の進捗に併せ施工する計画である。

(4) 落石防護柵工

落石防護柵工は、斜面下部にH鋼を支柱としワイヤと金網を張った柵を設けて、落石の道路への到達を防止する工法である。本工区では落石エネルギーが比較的小さく設置箇所の勾配が緩い箇所等に採用した。

(5) 高エネルギー吸収柵工(図-13、写真-9~13)

高エネルギー吸収柵工は、落石の運動エネルギーを剛な構造で対抗するのではなく、リングネットの大きな変形及びブレーキリングによってエネルギーを吸収する可撓性の落石防護柵である。比較的大きな落石エネルギーに対応可能で、250kJ~2000kJの規模のものに対応できる。

本工法は、円形に巻き上げたリングをユニットとそれらを4箇所で見交させ編み組したリングネット、リングネットを吊るために設置するサポートロープと支柱、支柱の頭部を地山につなぎとめるリテイニングロープ等から構成される。

基礎ベースアンカー、アップスロープアンカー等について、ロータリーパーカッションで削孔する為、支柱の前後に足場の設置が必要となることから、10m幅程度の伐採が必要となる。しかし地山を緩めるようなことはなく、また資材や使用機械等についても比較的軽量で、モノレールで運搬可能であった。

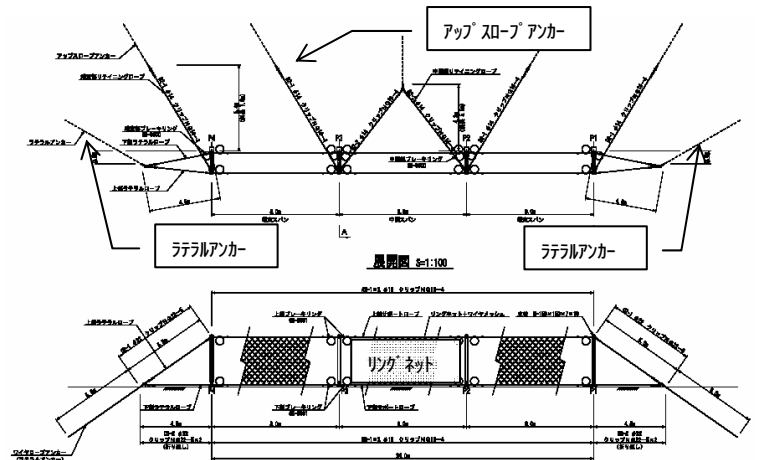


図-13 高エネルギー吸収柵工 構造図

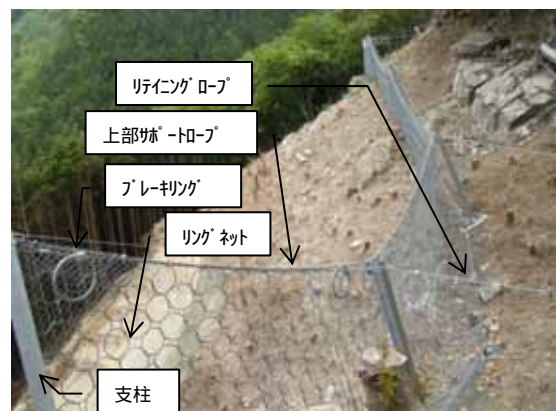


写真-9 高エネルギー吸収柵工



写真-10 ロ-列-パ°-カッションによる削孔後の
支柱基礎へ°-アソカ-挿入状況



写真-11 アッ°-スロ-°-アソカ-の設置状況



写真-12 支柱設置状況



写真-13 リング°-ネット設置状況

・おわりに

今回の農業用道路建設に係る地山の転石対策に際し、転石調査、落石対策工箇所の用地交渉等に時間を要した。しかしながら、農業用道路工事施工中の作業員及び近隣集落に対する安全と安心感、供用開始後の車両の通行に対する安全性を確保することができたと考える。(写真-14,15)



写真-14 施工済の高メッシュ°-吸収柵で捕らえた
20×30×20cm 程度の転石



写真-15 地山の転石対策後の
農業用道路工事状況

引用/参考文献

- ・落石対策便覧 平成12年6月 (社)日本道路協会
- ・道路土工 のり面工・斜面安定工指針
平成11年3月(社)日本道路協会
- ・5万分の1地質図幅 金山地域の地質 1992
水谷伸次郎、小井土由光
- ・ロ-プ°-ネット工技術資料 CCM 協会
- ・建設技術審査証明(砂防技術)報告書 リング°-ネット落石吸収柵工法 (財)砂防・地すべり技術センター