

サ - ム
SAAMジャッキを用いた既設アンカーのり面の
面的調査マニュアル(案)

酒井 俊典 著・編

平成22年 3月

国土交通省建設技術研究開発助成制度
「SAAM ジャッキを用いた効果的なアンカーのり面の保全手法の開発」委員会

はじめに

投資余力が減少していく我が国において、国民の安全・安心で快適な日常生活および経済活動を維持するため、その基盤となっているインフラなどの既存社会資本を有効かつ長期に利用するための適切な維持管理が重要な課題となっている。こういった中、現在まで社会資本の整備に伴い切土のり面あるいは地すべり等の対策工法の1つとしてグラウンドアンカー（以下、アンカー）が数多く施工されてきた。アンカーは、我が国に1960年頃に導入されてから現在まで50年余りが経過してきている。当初のアンカーは防食技術が不十分であるため、1988年から二重防食が義務付けられたものの、施工後長期間経過したアンカーの中には機能低下を起こしているものも見られる。このため、今後アンカーに対し適切な維持管理が行われない状態が続くと、甚大な事故が発生する可能性が考えられ、国民の安心・安全、快適な生活にとって大きな脅威となることが予想される。

現在のアンカーの維持管理における機能評価は、目視、打音等による現状点検および頭部健全度調査、並びにリフトオフ試験あるいはロードセル等による緊張力調査などの結果を基に行われている。これらのうち、緊張力調査においてアンカーの残存引張り力を求めるために実施されるリフトオフ試験は、センターホール型ジャッキを用いて行われてきている。センターホール型ジャッキは、機器が大きく重いため、リフトオフ試験を実施するにあたり、足場の仮設、クレーン等による搬入・撤去、場合によっては道路の通行規制が必要となり、作業も大掛かりとなるため、一般にのり面全体の5～10%程度のアンカーを対象にリフトオフ試験が実施されている。しかし、このような従来の方法によってアンカーの健全性を評価する場合、調査カ所が限定されるとともに、明確に調査が必要なアンカーの特定が行えず、適切な維持管理を行う上で十分とは言えない。そこで、これらの問題に対し、従来のセンターホール型ジャッキと比べ大幅に小型・軽量化を図り、迅速に数多くのアンカーに対しリフトオフ試験が実施できるSAAMジャッキが開発され、これによってアンカーのり面の残存引張り力を面的にとらえることが可能となった。ところで、のり面に施工されたアンカーが示す緊張力は、現在のアンカーの状況を示すとともに、アンカー背面の地盤状況を反映するセンサーとしての機能を持つことが考えられる。このため、SAAMジャッキによってのり面に施工されたアンカーに対し数多くのリフトオフ試験を実施し、のり面のアンカー緊張力を面的にとらえることで、従来の個別アンカーに対する機能評価だけでなく、のり面全体の健全性を評価することが可能になるものと考えられる。

本マニュアルは、平成20,21年度の国土交通省建設技術研究開発助成制度による「SAAMジャッキを用いた効果的なアンカーのり面の保全手法の開発」の成果を基に、SAAMジャッキを用いたアンカーのり面における残存引張り力の面的調査結果から、アンカーのり面の健全性を評価する新たな手法を提案するものであり、今後アンカーのり面における維持管理手法の一つとなることを期待している。マニュアル作成にあたっては、SAAMジャッキを用いたアンカーのり面における残存引張り力の面的調査を数多く実施し、これらの結果を基に新たに考慮すべき事項や技術開発の方向性についての検討も行った。

今後、本マニュアルによりアンカーのり面の適切な維持管理を進歩させ、既存のストックを有効かつ長期的に利用し、国民の安全・安心で快適な社会・経済活動の維持に寄与できることを願っている。

最後に, 本マニュアル作成にあたり貴重なご意見をいただくとともにご協力いただいた委員ならびに関係各位の皆様に心から感謝の意を表します.

三重大学大学院生物資源学研究科

教授 酒井 俊典

「 SAAM ジャッキを用いた既設アンカーのり面の面的調査マニュアル（案）」
編集委員名簿

委員長 酒井 俊典 三重大学大学院

委 員	小野 誠	(株) 相愛
	川畑 大作	(独) 産業技術総合研究所
	川本 治	(独) 農村工学研究所
	工藤 康雅	北海道土質コンサルタント (株)
	後藤 祐二	日本地研 (株)
	小橋 秀俊	(独) 土木研究所
	斎藤 眞	(独) 産業技術総合研究所
	榊原 和成	中日本高速道路 (株)
	佐々木 靖人	(独) 土木研究所
	高木 方隆	高知工科大学
	竹本 将	(株) 高速道路総合技術研究所
	竹家 宏治	(株) エスイー
	土屋 彰義	(社) 全国地質調査業協会連合会
	常川 善弘	(株) 相愛
	永野 正展	高知工科大学
	三上 登	日特建設 (株)
	山本 高司	川崎地質 (株)

敬称略 アイウエオ順

～目 次～

1. 概説	1
1.1 適用	1
1.2 SAAM ジャッキによる面的調査の特徴	2
1.3 用語の説明	3
1.3.1 面的調査に関する用語	3
1.3.2 使用機器に関する用語	4
1.3.3 リフトオフ試験に関する用語	5
1.3.4 アンカー規格に関する用語	6
1.3.5 面的分布図作成に関する用語	7
1.3.6 アンカーの状態に関する用語	7
1.3.7 アンカー材料に関する用語	8
2. SAAM ジャッキ	10
2.1 SAAM ジャッキについて	10
2.1.1 SAAM ジャッキの仕様	11
2.1.2 その他使用機器	13
2.2 適用アンカー	14
3. 面的調査について	15
3.1 面的調査の概要と流れ	15
3.2 面的調査のり面の選定	17
3.3 面的調査項目	18
3.4 試験アンカー位置の選定	19
3.4.1 間引き調査における試験アンカー位置の選定	19
3.4.2 追加調査における試験アンカー位置の選定	21
3.5 面的分布図作成とアンカー座標位置	22
3.6 アンカー番号の決定	25
4. 現状点検	26
4.1 現状点検について	26
4.2 調査項目	26
4.2.1 既存資料調査	27
4.2.2 現地確認	27
4.3 データ整理	28
5. 頭部確認	29
5.1 頭部確認について	29
5.2 頭部確認作業順序と確認項目	30
5.3 データ整理	33

6. リフトオフ試験	37
6.1 リフトオフ試験の作業フロー	38
6.2 リフトオフ試験方法	41
6.2.1 荷計画.....	41
6.2.2 荷速度.....	43
6.2.3 荷方法.....	44
6.3 残存引張り力について	45
6.3.1 残存引張り力とリフトオフ荷重.....	45
6.3.2 リフトオフ試験回数について	47
6.3.3 温度の影響について	48
6.4 データ整理	49
7. 残存引張り力面的分布図.....	53
7.1 リフトオフ試験結果の整理	53
7.2 緊張力分布図の作成	55
8. のり面健全性評価	56
8.1 「グラウンドアンカー維持管理マニュアル」に準じたのり面の健全性評価	57
8.2 増打ちあるいは緊張力調整等の追加対策を実施したのり面	59
8.3 アンカー新規施工を行ったのり面.....	60
参考文献	61
参考資料	63
参考資料-1 アンカー座標位置取得手法.....	64
参考資料-2 面的分布図の作成例.....	68
参考資料-3 アンカー緊張力分布調査結果	72
参考資料-4 調査報告書とりまとめ例	75
参考資料-5 リフトオフ試験自動計測事例	103
参考資料-6 面的調査におけるリフトオフ試験時の安全管理事例.....	107
参考資料-7 ロッククライミング用具を用いた安全対策事例.....	108

1. 概説

1.1 適用

本マニュアルは、「SAAM ジャッキを用いた既設アンカーのり面の面的調査」に適用し、アンカー残存張り力の面的調査を基にアンカーのり面の健全性の評価を行い、今後のアンカーのり面における適切な維持管理の考え方を示すことを目的とする。

本調査は、グラウンドアンカーが施工されたのり面（以下、アンカーのり面）の健全性評価を効率的に行うため、SAAM ジャッキを用いてアンカーのり面に施工された既設アンカーの残存引張り力の面的分布を求め、この結果を基にアンカーのり面における問題力所を特定するとともに、健全性の確認が必要なアンカーを把握し、今後のアンカーのり面の適切な維持管理および対策の必要性について評価するために実施するものである。

また、本調査は、今後の維持管理に必要なアンカー新規施工後ののり面緊張力分布の把握、あるいは健全性に問題が認められるアンカーのり面に対して実施した、追加対策の効果判定にも利用することができる。

1.2 SAAMジャッキによる面的調査の特徴

SAAM ジャッキは、小型・軽量であるため、リフトオフ試験を実施するにあたり従来のセンターホール型ジャッキのようにクレーンでの搬入・撤去、足場の仮設、通行規制の必要がなく、迅速に数多くのアンカーに対してリフトオフ試験が実施できるため、効率的にアンカーのり面におけるアンカー緊張力の面的調査を行うことが可能である。

アンカーの緊張力の確認等に利用されているセンターホール型ジャッキは、新規施工時の定着・緊張、維持管理時のリフトオフ試験、あるいは再緊張・除荷といった多くの機能を有しているため、ストローク量が長く、機器が大きく重いため、リフトオフ試験を実施する場合、足場の仮設、クレーン等による搬入・撤去、場合によっては道路の通行規制等が必要となる。これに対し、SAAM ジャッキは、アンカーのり面の健全性評価にとって必要な残存引張り力を迅速に求めることに特化し、低ストロークにすることで大幅な小型・軽量化を図り、基本的に人力での搬入・撤去が可能であるため、簡便かつ迅速に数多くのアンカーに対してリフトオフ試験を実施することができ、これによりアンカーのり面の緊張力を面的にとらえることが可能である。

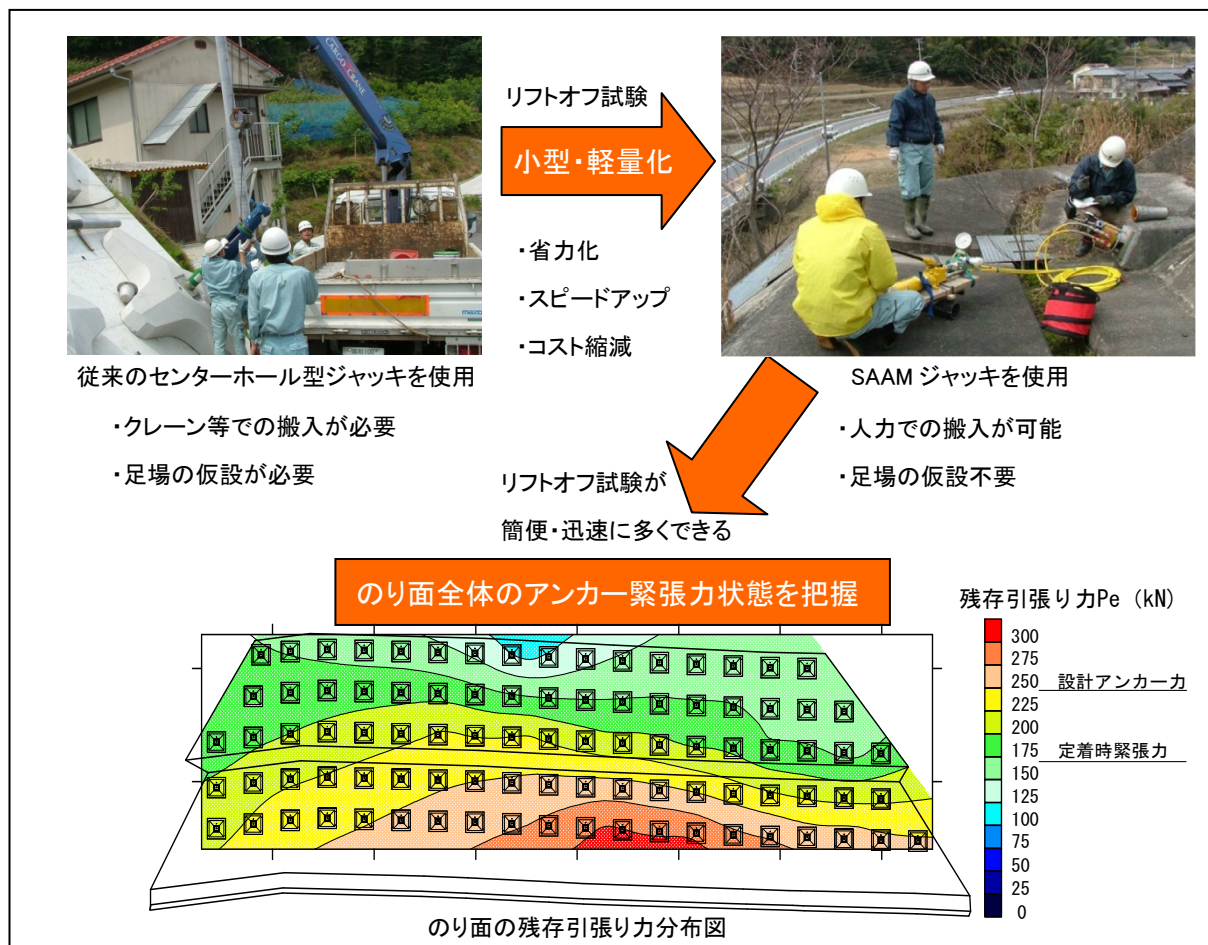


図 1.2.1 SAAM ジャッキを用いたリフトオフ試験の特徴

1.3 用語の説明

1.3.1 面的調査に関する用語

表 1.3.1.1 に面的調査に関する用語を示す.

表 1.3.1.1 面的調査に関する用語

用 語	解 説
アンカー	グラウンドアンカー
アンカーのり面	アンカー工が施工されたのり面をいう
アンカー緊張力の面的調査	アンカーのり面の面的な緊張力分布を把握するためのリフトオフ試験をいう
アンカーのり面の健全性評価	アンカー緊張力の面的調査結果を基に,「グラウンドアンカー維持管理マニュアル」におけるアンカー緊張力評価よりアンカーのり面の健全性を評価することをいう
アンカー健全性	グラウンドアンカーにおいて, アンカー体の定着部, 緊張力を含むアンカー機能の維持に関する健全性をいう
緊張力の面的分布図	アンカーのり面の健全性評価における面的な残存引張り力に関する分布図をいう

1.3.2 使用機器に関する用語

表 1.3.2.1 に使用機器に関する用語を示す.

表 1.3.2.1 使用機器に関する用語

用 語	解 説
SAAM ジャッキ	リフトオフ試験専用油圧ジャッキの一つで, 既設グラウンドアンカー工のリフトオフ試験を目的とし, 残存引張り力の確認を行うための小型・軽量のジャッキをいう
複動型油圧ジャッキ	シリンダーの伸縮を油圧で操作するタイプのジャッキをいう
シリンダー部	油圧ジャッキ本体
アタッチメント	油圧ジャッキからの力をアンカー定着具に伝える部材をいう
ラムチェアー	油圧ジャッキの台座で反力器具をいう
キャリブレーション	機器の校正をいう

写真 1.3.2.1 に, 使用機器および設置状況を示す.

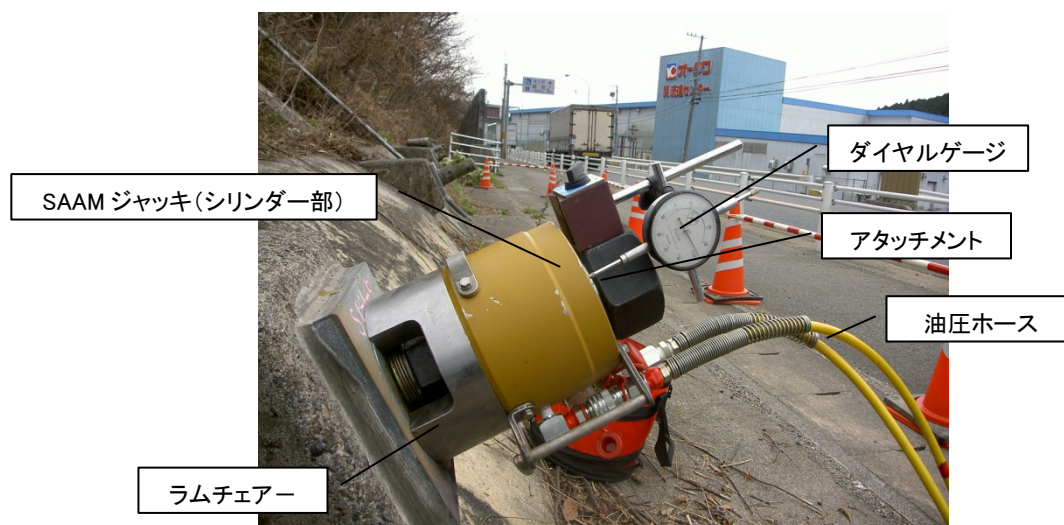


写真 1.3.2.1 SAAM ジャッキ設置状況 (N タイプ)

1.3.3 リフトオフ試験に関する用語

表 1.3.3.1 にリフトオフ試験に関する用語を示す。

表 1.3.3.1 リフトオフ試験に関する用語

用 語	記号	解 説	単位
リフトオフ試験	—	すでに定着されているアンカーの残存引張り力を測定する方法のうち、定着具やテンドン余長にジャッキを設置して載荷することで、定着具が支圧板から離れ始めたときの荷重を測定し、アンカー残存引張り力を求める試験をいう	—
リフトオフ	—	アンカー定着具が支圧板から離れ始めたことをいう	—
リフトオフ荷重	P_L	リフトオフ試験において定着具が支圧板から離れはじめたときの荷重をいう	kN
残存引張り力	P_e	リフトオフ試験における変位－荷重曲線から求まる近似直線の交点の荷重値をいう	
交点法	—	残存引張り力 P_e を変位－荷重曲線から求まる近似直線の交点から求める方法をいう	—
接点法	—	リフトオフ荷重を、変位－荷重曲線からリフトオフ前の近似直線との離れ始めの接点にて求める方法をいう	—
目視法	—	リフトオフ荷重を、定着具が支圧板から離れはじめを直接目視により確認し求める方法をいう	—

残存引張り力は、図 1.3.3.1 に示すようにリフトオフ試験時の荷重・変位関係から、リフトオフ前後の直線の交点より求まる値を採用する。定着具が支圧板から離れはじめたときに示されるリフトオフ荷重を求める場合、目視でリフトオフを確認することが難しい場合には、リフトオフ前の近似直線が荷重－変位関係の曲線と離れ始める荷重とする。

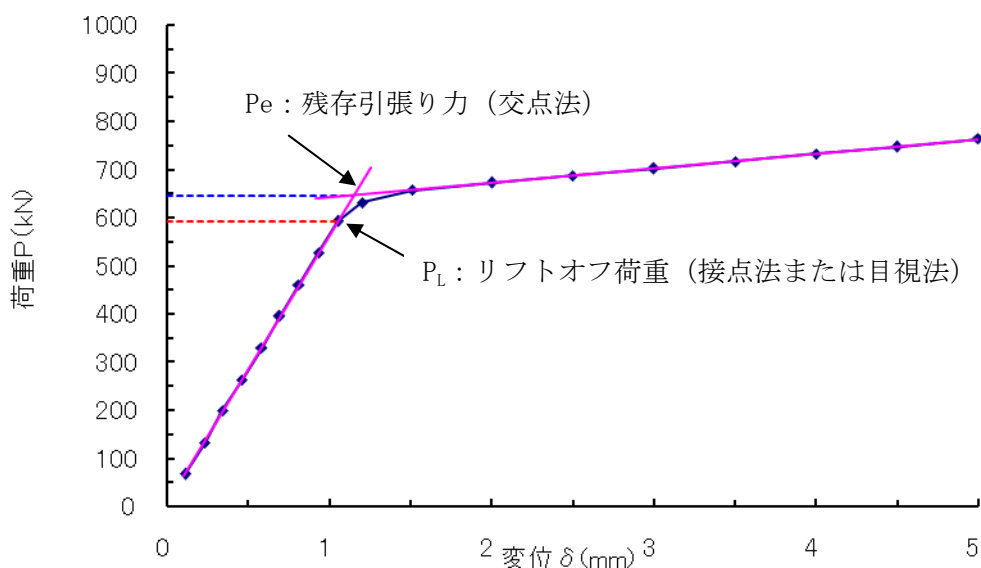


図 1.3.3.1 残存引張り力とリフトオフ荷重

表 1.3.3.2 リフトオフ試験に関する用語

用 語	記号	解 説
許容載荷荷重	T_p	リフトオフ後も載荷可能な上限荷重をいう
上限載荷荷重		載荷可能な上限荷重をいう 許容載荷荷重以上の場合, 上限載荷荷重以内で, 変曲点が確認でき次第載荷を中止する
試験最大荷重	T_t	試験で載荷した最大荷重をいう
初期荷重	T_0	変位－荷重曲線における試験機器等のセットロスの影響をなくするための荷重をいう 状況に応じて, 設計アンカー力の 1 割 (あるいは 10kN～100kN 程度) を目安に載荷する
予備載荷	－	載荷計画に基づき, 残存引張り力を求めるための 1 回目の載荷で, アタッチメントのセットロス等, 残存引張り力を求める際に, 変位－荷重曲線への影響をなくすために行う載荷をいう
本載荷	－	予備載荷後に実施する実際に残存引張り力を求める載荷をいう

1.3.4 アンカー規格に関する用語

表 1.3.4.1 にアンカー規格に関する用語を示す。

表 1.3.4.1 アンカー規格に関する用語

用 語	記号	解 説	単位
降伏点荷重	T_{ys}	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をいう (正式にはテンドンの降伏引張り力という)	kN
引張り荷重	T_{us}	テンドンに用いる鋼材の JIS に定める引張り荷重をいう (正式にはテンドンの極限引張り力という)	kN
設計アンカー力	T_d	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	kN
定着時緊張力	P_t	アンカー頭部の緊張・定着作業が終了した時にテンドンに作用している引張り力いう	kN
許容アンカー力	T_a	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最も小さい値をいう	kN
テンドンの許容引張り力	T_{as}	テンドンの極限引張り力またはテンドンの降伏引張り力をそれぞれの安全率で除したものの小さい値をいう	kN

1.3.5 面的分布図作成に関する用語

表 1.3.5.1 に面的分布図作成に関する用語を示す。

表 1.3.5.1 面的分布図作成に関する用語

用 語	記号	解 説	単位
設計アンカー力比	R_{td}	設計アンカー力 T_d に対する残存引張り力 P_e の百分率で、次式で求める。 $R_{td} = (\text{残存引張り力 } P_e / \text{設計アンカー力 } T_d) \times 100$	%
定着時緊張力比	R_{pt}	定着時緊張力 P_t に対する残存引張り力 P_e の百分率で、次式で求める。 $R_{pt} = (\text{残存引張り力 } P_e / \text{定着時緊張力 } P_t) \times 100$	%
降伏点荷重比	R_{tys}	降伏点荷重 T_{ys} に対する残存引張り力 P_e の百分率で、次式で求める。 $R_{tys} = (\text{残存引張り力 } P_e / \text{降伏点荷重 } T_{ys}) \times 100$	%
許容アンカー力比	R_{ta}	許容アンカー力 T_a に対する残存引張り力 P_e の百分率で、次式で求める。 $R_{ta} = (\text{残存引張り力 } P_e / \text{許容アンカー力 } T_a) \times 100$	%
アンカーひずみ量	ε_s	残存引張り力 P_e 時のひずみ量で、次式で求める。 $\varepsilon_s = \text{残存引張り力 } P_e / (\text{アンカー材料の断面積 } A_s \times \text{アンカー材料の弾性係数})$	—
アンカーの理論伸び量	δ_e	残存引張り力 P_e 時のアンカーの理論伸び量で、次式で求める。 $\delta_e = \text{ひずみ量 } \varepsilon_s \times \text{テンドン自由長 (伸び算定用)}$	mm

1.3.6 アンカーの状態に関する用語

表 1.3.6.1 にアンカーの状態に関する用語を示す。

表 1.3.6.1 アンカーの状態に関する用語

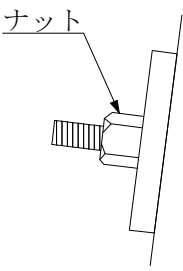
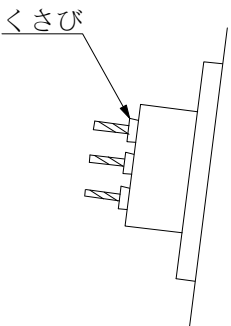
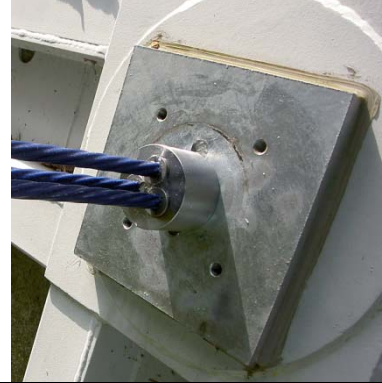
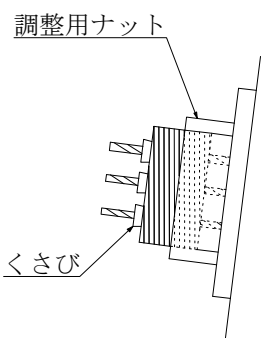
用 語	解 説
過緊張	設計アンカー力に対し、残存引張り力が上回ることをいう
劣 化	アンカー材料が錆び、腐食等により材料の機能が低下することをいう
損 傷	アンカー材料の破損等によりアンカー機能が低下または機能が失われることをいう
破 断	アンカー材料の断ち切れによりアンカー機能が低下または機能が失われることをいう
引抜け	アンカー体の引抜けによりアンカー機能が低下または機能が失われることをいう

1.3.7 アンカー材料に関する用語

(1) アンカー頭部定着方式

表 1.3.7.1 にアンカー頭部定着方式に関する用語を示す。

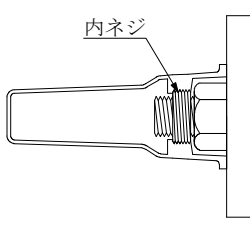
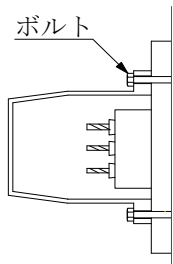
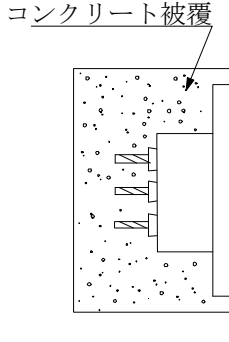
表 1.3.7.1 アンカー頭部定着方式に関する用語

頭部定着方式	解 説	構造例	写 真
ナット定着	引張り部をナット(ネジ)で定着させる方式	 ナット	
くさび定着	引張り部(PC 鋼より線)をくさびで定着させる方式	 くさび	
くさび + ナット定着	くさび定着にナットを併用した方式	 調整用ナット くさび	

(2) アンカー頭部保護方式

表 1.3.7.2 にアンカー頭部保護方式に関する用語を示す。

表 1.3.7.2 アンカー頭部保護方式に関する用語

頭部保護方式	解 説	構造例	写 真
内ネジ方式	直接アンカーの頭部 に取付ける方式		
ボルト固定方式	アンカー受圧板にボ ルトで固定する方式		
防護コンクリート 方式	アンカーの頭部を現 場打ちコンクリートで 被覆する方式		

2. SAAM ジャッキ

SAAM ジャッキは、リフトオフ試験専用油圧ジャッキである。

新規アンカーの初期緊張定着は対象とせず、既設アンカーの維持管理を目的に、残存引張り力の確認のために開発された、小型・軽量のジャッキである。

2.1 SAAMジャッキについて

SAAM ジャッキは、アンカーの維持管理を目的としたリフトオフ試験専用油圧ジャッキで、従来のセンターホール型ジャッキと比べ、小型・軽量、および高い汎用性を有し、簡便で迅速に既設アンカーのリフトオフ試験を行うことができる。表 2.1.1 に SAAM ジャッキと従来のセンターホール型ジャッキとの比較を示す。

表 2.1.1 SAAM ジャッキとセンターホール型ジャッキとの比較

項目		センターホール型ジャッキ	SAAM ジャッキ
施工性	ジャッキ	大型・重い	小型・軽量
	搬入・撤去	クレーン等が必要	基本的に人力のみで可能
	足場	足場仮設等が必要	はしご等の簡易足場で可能
	通行規制	必要	基本的に不要
汎用性		各アンカーに合わせて専用ジャッキを使用する必要がある	アタッチメントを変えることで、各アンカーに対応が可能
経済性		設備、保安対策が大掛かりとなり1カ所あたりの試験費が高い	簡易な設備、保安対策で十分なため1カ所あたりの試験費が安い

2.1.1 SAAM ジャッキの仕様

SAAM ジャッキ N タイプの設置状況および構成部品を写真 2.1.1.1, 写真 2.1.1.2 に示す。SAAM ジャッキの構成部品はシリンダー、ラムチェアー、アタッチメント、止めナットである。表 2.1.1.1 に SAAM ジャッキの仕様を示す。

SAAM ジャッキのアンカーへの装着は表 2.1.1.3 に示すように、アタッチメントをテンドン余長(定着具) に取付けた後、ラムチェアー、シリンダーの順に装着し、最後に止めナットで固定するのみである。また、本機は、アタッチメントの変更により、ナット定着方式のアンカーだけでなく、テンドン余長が十分であればクサビ定着方式のアンカーに対しても試験が可能である。



写真 2.1.1.1 SAAM ジャッキ設置状況 (N タイプ)



写真 2.1.1.2 SAAM ジャッキ構成部品 (N タイプ)

表 2.1.1.1 SAAM ジャッキ N タイプの仕様 (SAAMJ-N タイプ)

	SAAMJ-N300	SAAMJ-N600	SAAMJ-N1000
対象アンカーの 頭部定着方式	ナット定着方式	ナット定着方式 くさび・ナット併用定着方式	
最大引張り力 (kN)	323	618	1034
最大直径 (mm)	153	188	238
ジャッキ長 (mm)	151	165	178
ジャッキ質量 (kg)※	13.8	24.5	41.5

※ジャッキ質量は、シリンダー部のみの質量

表 2.1.1.2 AAM ジャッキ設置手順

	アンカー余長部に、アタッチメントを取り付ける
	ラムチェアーを取り付ける
	SAAM ジャッキを取り付ける
	止めナット、高圧ホース、変位計を取り付け、設置完了

2.1.2 その他使用機器

リフトオフ試験で使用するその他使用機器を下記に示す。

その他使用機器の規格・仕様について、現場状況、試験対象アンカー、使用ジャッキに基づき、必要に応じて選定し、試験目的に対応できる精度、機能を有するものを用いる。

(1) SAAM ジャッキ付属品

項目	規格・仕様	備 考
ラムチェア		
アタッチメント		
止めナット		

(2) 油圧ポンプ

項目	規格・仕様	備 考
油圧ポンプ	最大圧力：70Mpa	
油圧ホース		

(3) 計測機器

項目	規格・仕様	備 考
変位計	最小目盛：0.01mm	
圧力計	最小目盛：1Mpa	
マグネットスタンド		
データロガー		
パソコン		

2.2 適用アンカー

グラウンドアンカー工は、頭部定着方式が異なる多数の種類がある。SAAM ジャッキが適用できる頭部定着方式は表 2.2.1 に示すものである。

表 2.2.1 SAAM ジャッキ適用アンカー一覧

○:適用可能 △:アタッチメント製作により可能

頭部定着方式	アンカー種類	適用※
ナット定着	SEEE	○
	EGS	○
	NEW PZ	△
	NM	△
	アラミド FRP	△
	CERP	△
くさび・ナット併用定着	SFL	○
	SMC(R 型)	○
	KTB	○
	EHD(R 型)	○
	VSL(ER タイプ)	△
	SHS(N タイプ)	△
くさび定着 (余長が6cm 以上に適用)	VSL(E タイプ)	○
	EHD(N 型)	○

※適用範囲は試験荷重が 1000kN 以下のアンカー
(平成 22 年 3 月現在)

3. 面的調査について

面的調査は、現状点検および頭部確認によりアンカー調査カ所の選定を行った上でリフトオフ試験を実施し、この結果を基にアンカー緊張力の面的分布を求め、この面的緊張力分布からアンカーのり面の健全性の評価を行うための調査である。

また、面的調査は、新規アンカー施工後ののり面の面的な緊張力分布の初期値を求める調査、あるいは増打ちあるいは緊張力調整等の追加対策を実施したのり面の効果判定のための調査にも利用することができる。

3.1 面的調査の概要と流れ

面的調査は、図 3.1.1 のフローに従い実施する。面的調査は、図 3.1.1 の波線内の項目を対象に、まず現地確認、および既存資料調査、現状調査などの現状点検を実施するとともに、アンカー頭部確認を実施し、面的調査カ所の選定を行った上でリフトオフ調査を実施する。面的調査の実施により過緊張あるいは緩み領域が確認された場合、必要に応じて追加調査を検討する。

アンカーのり面の面的調査結果を基にアンカー緊張力の面的分布図を作成し、この結果を基に 8 章に示すのり面の健全性の評価を行う。

面的調査は、新規アンカー施工後ののり面緊張力分布の初期値を求める調査、のり面において増打ちあるいは緊張力調整等の追加対策を実施した場合の効果判定のための調査に利用することができる。また、以前に実施した面的調査と同一アンカーを基本とする再調査を実施することでアンカー緊張力の変化を把握し、このアンカー緊張力の変化からのり面の健全性評価についての評価を行うことができる。

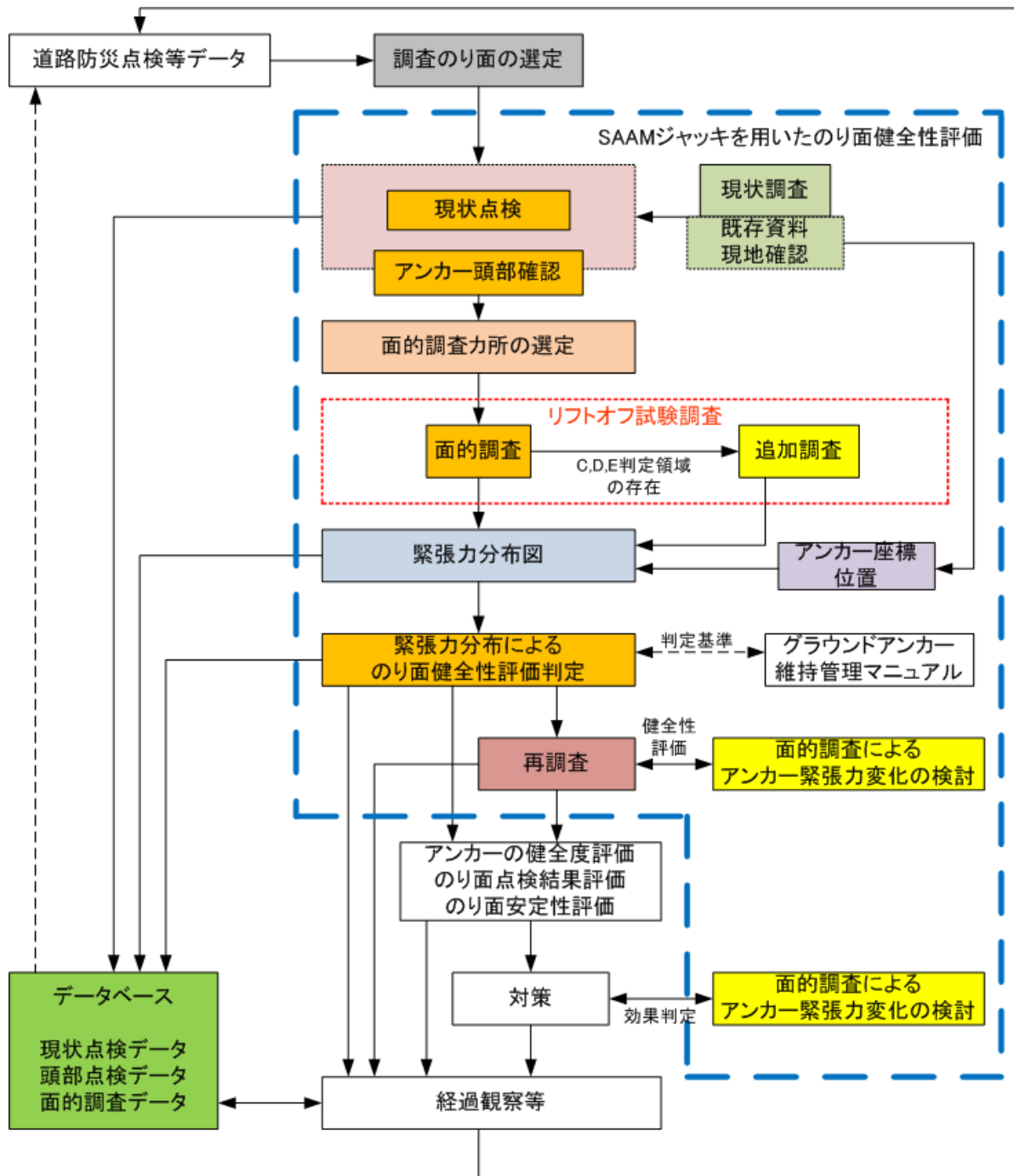


図 3.1.1 SAAM ジャッキを用いた面的評価フロー

3.2 面的調査のり面の選定

面的調査を実施するアンカーのり面の選定は、アンカー維持管理マニュアルを基本にし、管理者の判断に任せられる。

なお、調査のり面の選定に当たって維持管理記録等に基づくのり面状況あるいは対象施設の重要度等にも留意する。留意事項としては下記のようなものが考えられる。

- ・アンカーおよびのり面に変状が認められるのり面
- ・過去に変状対策等を行ったのり面
- ・既存調査で過緊張アンカーが存在するのり面
- ・既存調査でアンカー緊張力の値が一様でないのり面
- ・ロードセル等によるモニタリングにより荷重変化が大きいアンカーがあるのり面
- ・地質的な問題が考えられるのり面
- ・地震、豪雨等の影響を受けたのり面



アンカーキャップの浮き出し



PC 鋼より線の引き込まれと
アンカープレートのずれ



アンカープレートのずれ



のり面のクラック

写真 3.2.1 アンカーおよびのり面の問題例

また、面的調査のり面の選定にあたっては、今後の維持管理を行う上で必要となる新規アンカー施工後の緊張力分布の初期値を求める必要のあるのり面、あるいは増打ちあるいは緊張力調整等の追加対策を実施したのり面における効果判定を行いたい場合などについても考慮する。

3.3 面的調査項目

面的調査を実施するにあたり、まず既存資料調査および現地踏査による現状点検を行い、調査計画を立案する。調査の実施にあたり、アンカー頭部確認時に異常が確認された場合には、現場状況調査の結果と併せて調査の可否を判断し、その上で調査地点を決定して面的調査を実施する。その後、面的調査結果を基にのり面の緊張力分布を求め、アンカーのり面の健全性の評価を行う。

- 1) 現状点検：既存資料、現地踏査等によりアンカーのり面の現状の点検を行い、結果を記録し保存する。
- 2) アンカー頭部確認：リフトオフ試験を実施する予定のアンカー頭部の確認を行い、結果を記録し保存する。頭部確認時に異常が認められるアンカーに関しては、リフトオフ試験の実施の可否を検討する。
- 3) 面的調査：現状点検およびアンカー頭部確認を基にアンカー調査地点の選定を行い、のり面の緊張力の状況を把握する面的調査のためのリフトオフ試験を実施する。面的調査により、のり面に過緊張および緩みの領域が認められた場合には、必要に応じて過緊張あるいは緩み領域を特定するための追加調査の実施を検討する。
- 4) 健全性評価：グラウンドアンカー維持管理マニュアルにおける残存引張り力とアンカー健全度の目安に準じ、調査を実施したのり面に対する健全性の評価を行い、今後のアンカーおよびアンカーのり面の維持管理および対策の実施について検討する。

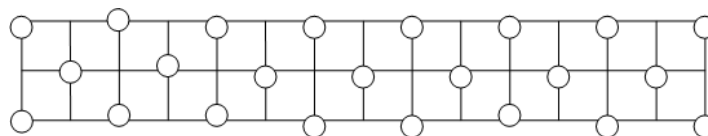
3.4 試験アンカー位置の選定

面的調査の試験アンカー位置の選定において、全数調査が望ましいが、全数調査が行えない場合には、全アンカー本数の $1/2 \sim 1/4$ 程度を目安とした間引き調査を実施し、この面的調査結果を基に必要に応じて追加調査を実施する。

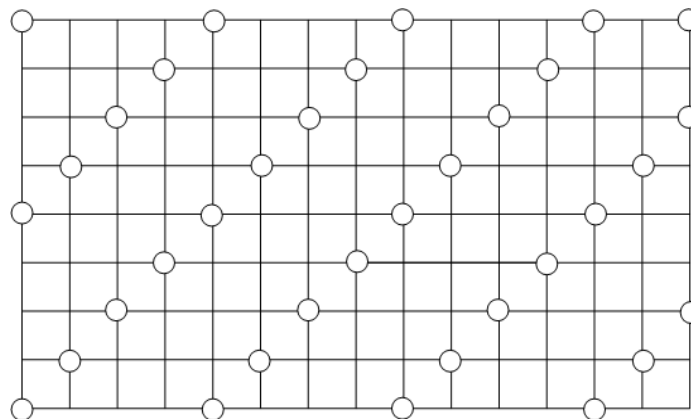
3.4.1 間引き調査における試験アンカー位置の選定

間引き調査において試験を実施するアンカー位置の選定は、図 3.4.1.1 に示す段・列に抜けがない千鳥あるいは斜め方向の調査を基本とする。

実際の試験位置の決定においては、現地のアンカー施工本数、配列状況およびアンカー頭部確認結果に応じて、試験位置の選定を行う。なお、のり面に施工されたアンカー本数が少ない場合、あるいはアンカーが一列に施工されているような面的に配置されていないのり面に対する調査位置については別途検討を行う。



千鳥配列：試験割合 $1/2$ の例（23 箇所/45 箇所）



斜め配列：試験割合 $1/4$ の例（35 箇所/135 箇所）

図 3.4.1.1 間引き調査における試験アンカー位置の例

面的調査における試験本数と緊張力分布評価の関係について、のり面のアンカー全数（73本）、1/2程度、1/3程度、1/4程度の間引き調査における残存引張り力の面的分布を求めた結果（図 3.4.1.2）、1/2 調査の場合、列、段に飛びがない交互調査を行うことで、全数調査とほぼ一致する分布傾向を得ることができる。また、半数調査でも列、段を飛ばした調査を行った場合、全数調査の分布傾向と異なる傾向を示す場合があるのに対し、全数の 1/3 あるいは 1/4 程度の調査数であっても、列、段に飛びがない調査位置を選定することで、過緊張領域を特定することは可能である。

このため、のり面に施工されたアンカー本数が多い場合、まず 1/4 程度のアンカーを対象に、列、段に飛びがない調査を実施して過緊張（緊張力低下）領域の特定を行った上で、次に過緊張（緊張力低下）領域を中心に追加調査を実施して、過緊張（緊張力低下）の領域を特定することが効果的な調査方法であると考えられる。

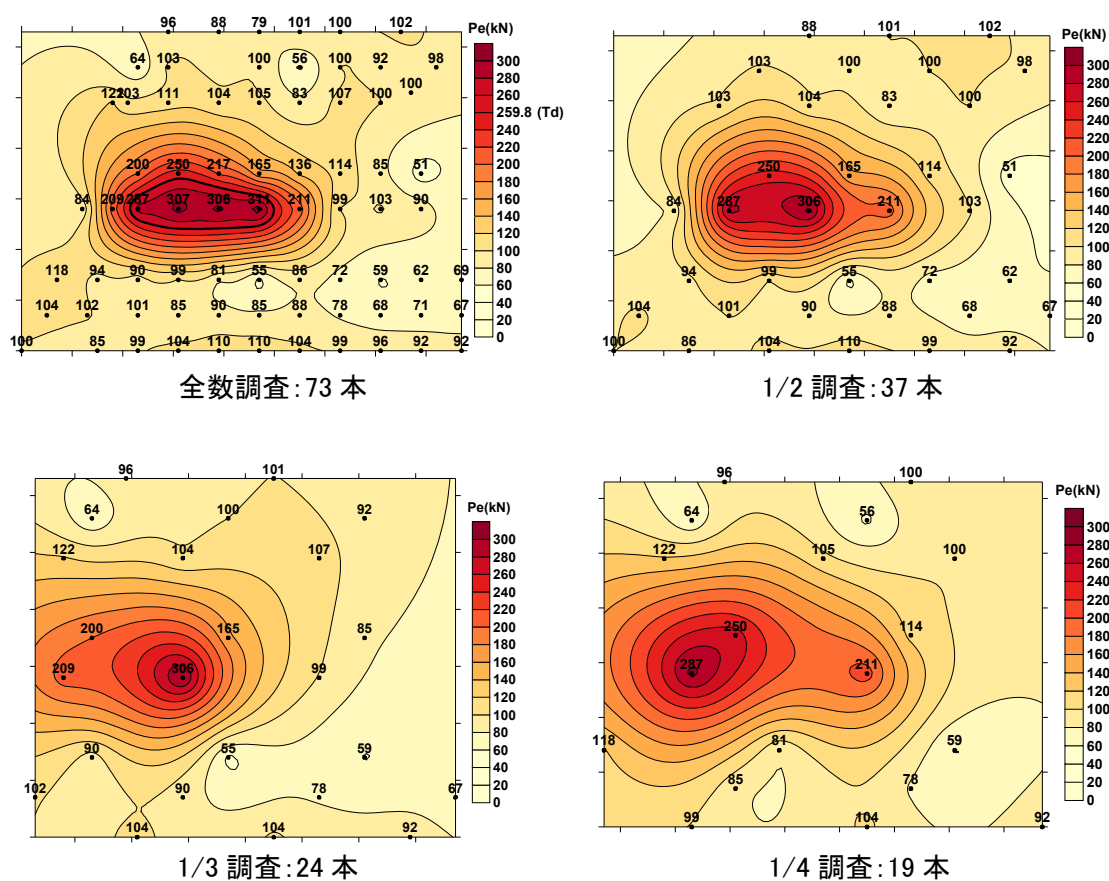


図 3.4.1.2 面的調査の試験割合と分布図の関係

3.4.2 追加調査における試験アンカー位置の選定

間引き調査を実施し、のり面に過緊張あるいは $0.5P_t$ 以下に緊張力が低下している領域が確認された場合には、のり面におけるこれらの領域を特定するため、必要に応じて追加調査の実施を考える。

追加調査にあたっては、図 3.4.2.1 に示すように問題が見られる領域を中心に調査地点を選定し、過緊張あるいは緊張力低下領域の確定を行う。

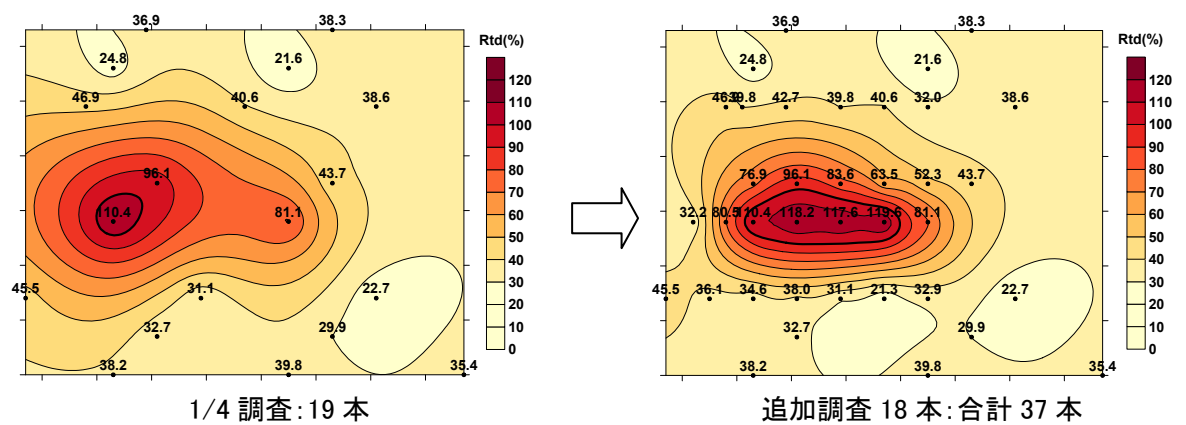


図 3.4.2.1 1/4 の間引き調査からの追加調査例

3.5 面的分布図作成とアンカー座標位置

面的分布図の作成に必要な図面およびアンカー座標位置は、既存資料の利用を基本に考える。ただし、設計変更や追加対策等により、実際のアンカー位置と既存資料とが異なっていることも考えられるため、アンカー座標位置の取得にあたっては現場状況が図面と合致していることを確認する。

既存資料において図面等が入手できない場合、現地での測量あるいは写真撮影等をもとにしたアンカー座標の取得について、必要に応じて別途検討を行う。なお、巻末資料（参考資料・1）にアンカー座標位置の取得方法について示す。

以下に面的分布図の作成例を示す。

- 1) 道路台帳，設計・施工図面（展開図等）等の既存資料の図面に分布図を貼り付ける例

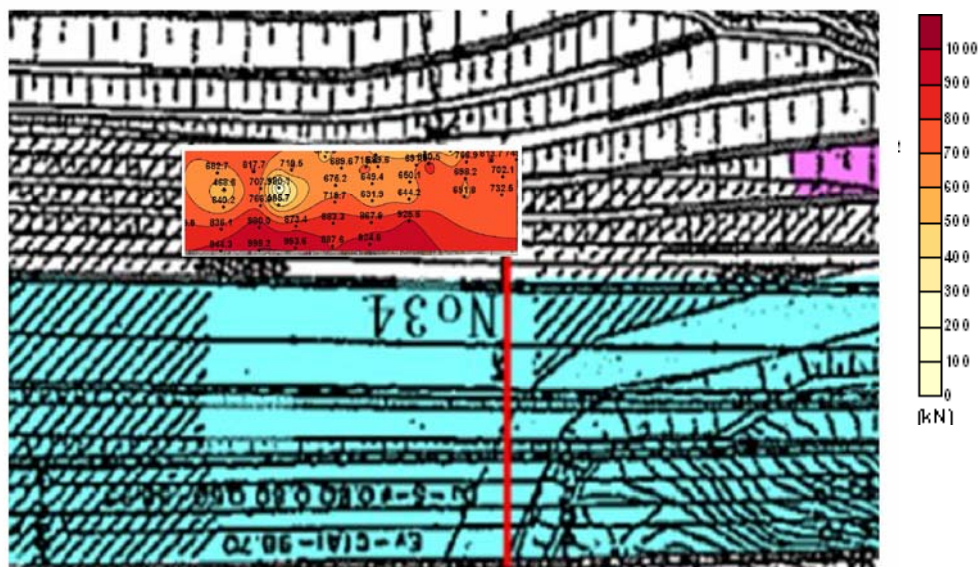


図 3.5.1 道路台帳，CAD 図面等の利用例

- 2) 現地で撮影した写真に分布図を貼り付ける例

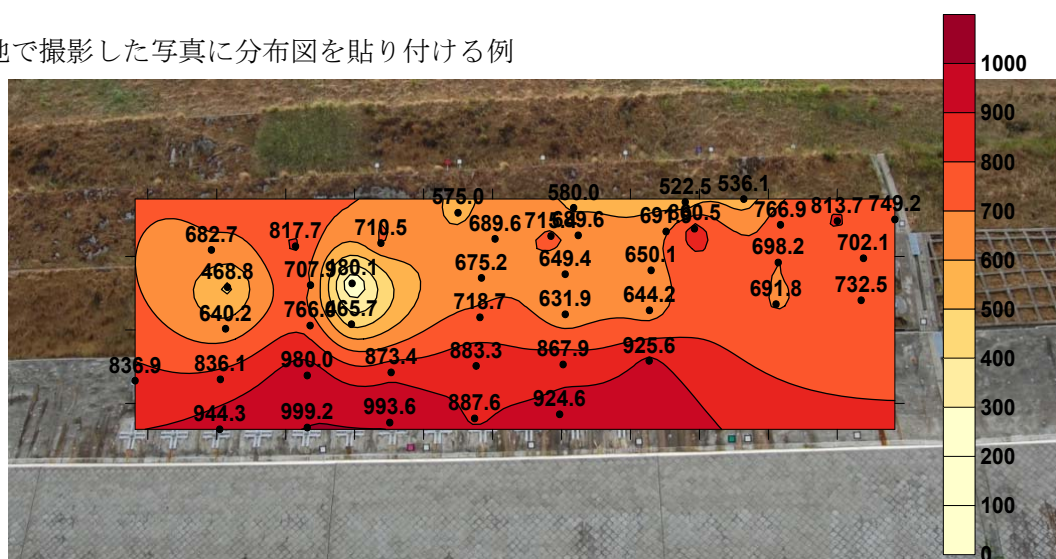


図 3.5.2 現地で撮影した写真の利用例

3) 既知のアンカー座標を利用する例

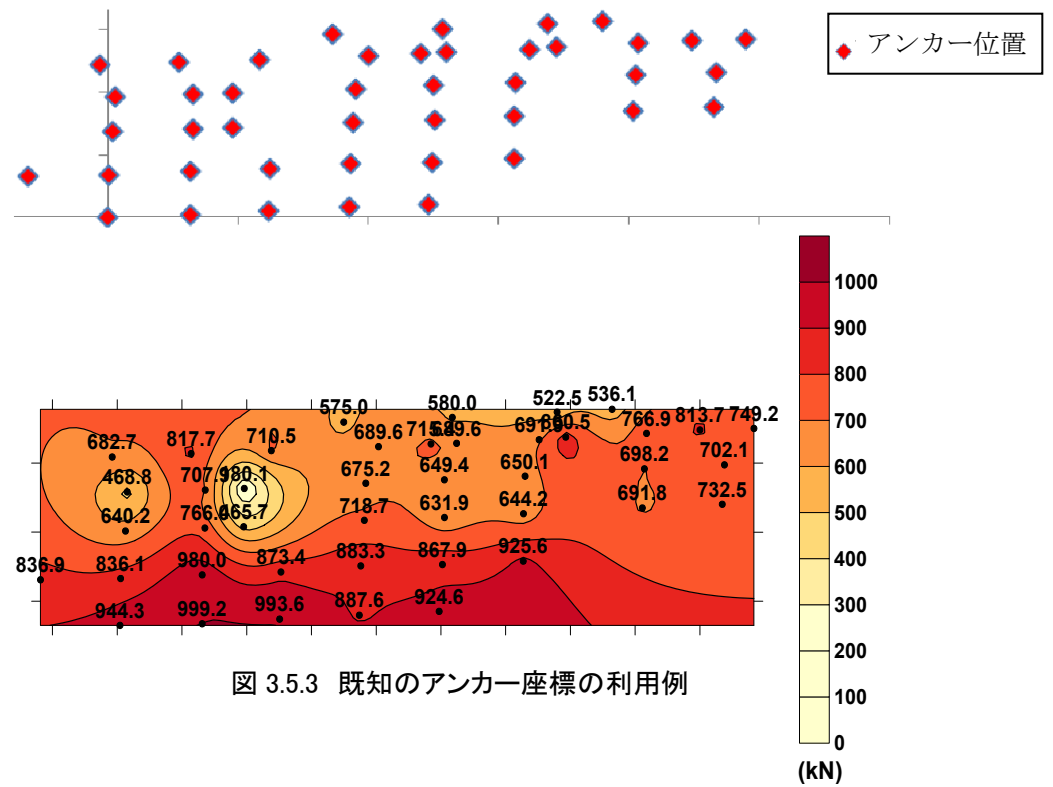


図 3.5.3 既知のアンカー座標の利用例

4) 写真を基に座標位置を取得しこれを利用する例 (Kuraves-G², KURABO)

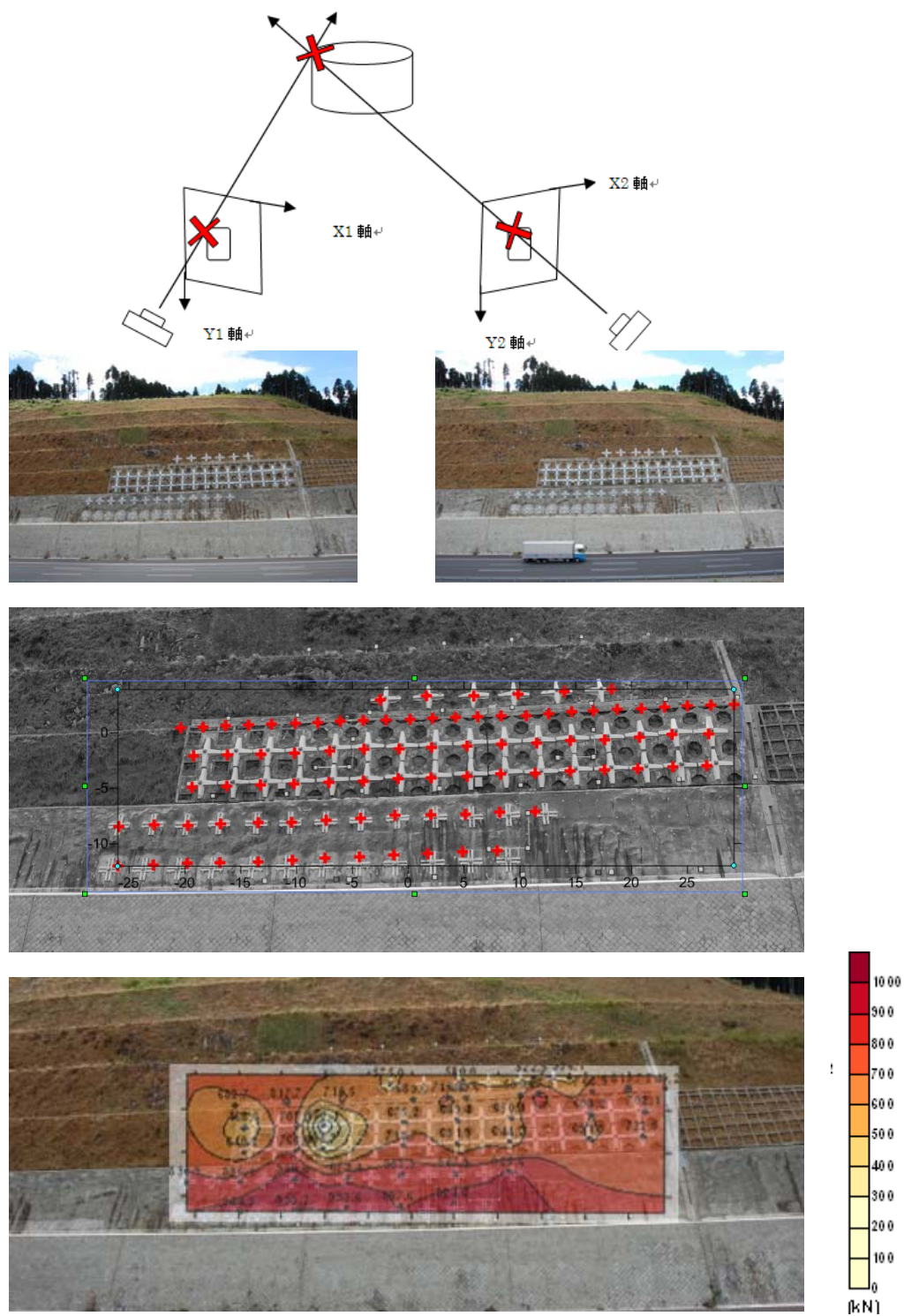


図 3.5.4 写真を基に取得した座標の利用例

3.6 アンカー番号の決定

アンカー番号の決定について、事前に協議を行い決定する。

特に、既存資料等がなくアンカー番号が不明な場合は、グラウンドアンカー維持管マニュアルに示された維持管理のためのアンカー番号付けを参考に決定する。

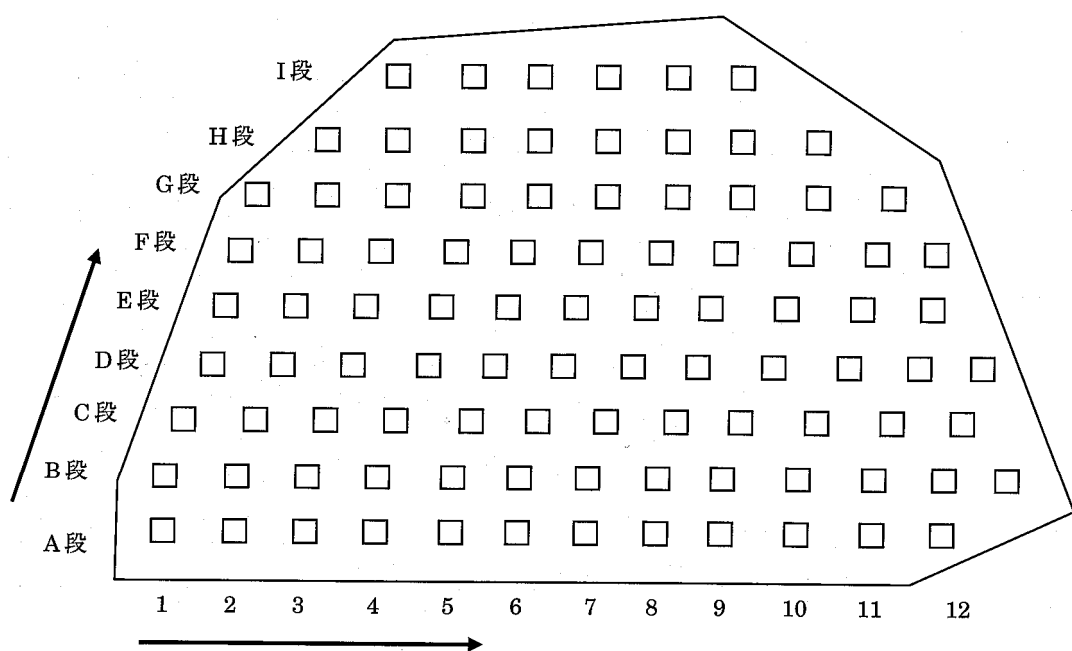


図 3.6.1 アンカーの番号付け例

4. 現状点検

4.1 現状点検について

現状点検とは、現場試験に先立つ事前調査で、①既存資料調査および②現地確認をいう。特に、事前の現地確認は必ず実施し、アンカーの施工本数・アンカー工の配置・アンカー材料の種類・規格等の確認、既存資料との整合性の確認、および試験時の安全対策の立案等の面的調査計画に必要な項目の確認を行う。

現状調査は、面的調査計画を立てる際に必要な工程であり、調査対象のアンカーのり面の健全性評価基準の整理・設定と、面的調査の主体作業であるリフトオフ試験を確実に安全に実施するために行う。

4.2 調査項目

現状調査の項目は、表 4.2.1 を基本とする。

①調査対象のアンカーのり面における健全性評価基準の整理・設定

主に調査・設計・施工・維持管理等の既存資料収集により行う。特に、既存資料が不足し設計基準が確認できない場合には、現地確認によりアンカー材料や受圧板等の付帯構造物から、許容アンカー力等の材料基準に基づく評価基準を設定する。

②現地試験計画の立案

既存資料調査をもとに現地確認を行い、既存資料調査資料との整合性を確認するとともに、現場試験の試験機器の選定、載荷計画、試験工程等、安全対策の計画立案に必要な情報収集を行う。

表 4.2.1 現状点検調査項目

	項 目	内 容
現 状 調 査 項 目	土工・構造物情報	斜面形状・構造物形状・地形地質情報等
	アンカー情報	アンカーの配列、アンカー本数、アンカー工法（規格）、自由長、定着長、設計アンカー力、定着時緊張力、受圧版形状等
	保全対象評価情報	動態観測データ（荷重計・動態観測等）、道路防災総点検結果、補修履歴情報等
	その他	現地作業に関する情報（伐採、作業用の駐車場、搬入路等作業経路、通行規制等）

4.2.1 既存資料調査

既存資料調査において、表 4.2.1.1 に関する資料を可能な範囲で収集する。

表 4.2.1.1 既存資料調査項目

項 目	内 容
調査記録	変状履歴の有無，地形地質概要（走向・傾斜）・ボーリングデータ，すべり面，地下水位等
設計条件	計画安全率，必要抑止力，計画水位，定着層，周面摩擦抵抗 τ ，工法・材料規格等
施工記録	品質保証試験，定着荷重，状況写真等
維持管理記録	対策工記録，点検記録，変状履歴の有無等

特に，地形地質情報（対象のり面の地質・層向傾斜，のり面カルテ等の地質スケッチ，写真等）があれば，記録に残す。

また，既存資料調査で使用した報告書名，納品日，作成者，管理者等の諸元を記録し保存する。

4.2.2 現地確認

現地確認において，既存資料調査と現場状況が一致しない場合があるため，必ず現地確認を行う必要がある。現地確認では，少なくとも 1 箇所はアンカーキャップを取り外し，アンカー頭部確認（第 5 章を参照）を行い，アンカー種類・規格，アタッチメント・ジャッキの設置の可否の確認を行う。また，アンカータイプが複数ある場合は，少なくともそれぞれ 1 箇所のアンカー頭部確認を同様にを行う。

現場状況に応じた試験工程，安全対策，通行規制等の有無を立案する観点から現地調査を行う必要がある。特に，コンクリートキャップのはつり作業や，伐採作業等が必要な場合には，その後の処理方法等も含め，作業工程等について事前に確認しておくことが必要である。

表 4.2.2.1 現地確認項目

項 目	内 容
切土のり面に関する情報	斜面の勾配・高さ・向き・付帯構造物（擁壁等）の形式・寸法，クラック，湧水等
アンカーに関する情報	アンカー工法・規格・受け台・寸法・アンカー本数・配列，荷重計等
保全対象に関する情報	その他観測機器，安全対策を必要とする保全対象等
その他	伐採，作業用の駐車場，搬入路等作業経路，通行規制等

4.3 データ整理

現状点検結果は整理し、保存する。現状点検結果の整理については、グラウンドアンカー維持管理マニュアルに示された維持管理のための帳票を基本に考え、その他必要に応じて項目を追加する。

表 4.2.3.1 現状調査結果の整理例

アンカーカルテ				都道府県名	東京 ▼
				管理機関名	
管理番号		保全対象	道路 ▼	路線名・施設名	
工事名			所在地		
受注業者		設計業者		専業者	
位置図[縮尺1/5,000～1/25,000程度で当該位置が把握できるもの]			平面図[アンカーの配置が確認できるもの、写真可]		
アンカー諸元			旧タイプアンカーの判定		旧タイプでない ▼
工法名	VSL	施工本数	100 本	施工延長	2,000.0 m
使用目的	斜面对策 ▼	準拠基準	土質工学会基準(1988年) ▼		
テンドンの種類	PC鋼より線 ▼		防錆方法	グラウト+カプセル ▼	
受圧構造物	現場打吹付法枠 ▼		標準的な配置間隔	縦 2.0 m × 横 2.0 m	
施工記録					
設計計算書	☒ 有 ☐ 無	アンカー構造図	☒ 有 ☐ 無	標準断面図	☒ 有 ☐ 無
引抜き試験記録	☒ 有 ☐ 無	長期試験記録	☐ 有 ☒ 無	品質保証試験記録	☒ 有 ☐ 無
荷重計記録	☐ 有 ☒ 無	荷重計数	3 カ所	荷重計の現状	すべて稼働中 ▼
履歴					
被災履歴	☐ 有 ☒ 無	被災詳細			
補修・補強	☐ 有 ☒ 無	補修・補強手法			
特記事項					
カルテ作成日			カルテ作成者		

5. 頭部確認

5.1 頭部確認について

頭部確認は、面的調査のリフトオフ試験の前に実施し、アンカーキャップを取り外して目視でアンカー頭部の状況確認を行う。

安全に留意して試験を実施する為、リフトオフ試験の実施が可能かどうか、アンカー頭部の余長や劣化・破損の有無についての確認をリフトオフ試験実施箇所全数について行う。

頭部確認は、一般のアンカー詳細点検時の健全性等を評価する頭部確認と異なり、基本的にはリフトオフ試験が実施できるかどうかの判定に主眼を置いた状況確認で、試験機器の設置が可能か、また、既に試験前にアンカーの引抜けや破断・損傷がないかの確認を行い、試験実施の可否を決定する。

頭部確認にて、試験機器の設置余長が不足している場合や、既にアンカーの破断・損傷等が確認された場合には、このカ所の試験は実施せず、近接するアンカーに試験箇所を変更して試験を実施する。なお、アンカー材の引抜け・破断等で試験を実施しなかった箇所については、面的調査結果を踏まえて、機能低下の原因確認等のために再調査を行うことが望ましい。

頭部確認にて、リフトオフ試験が実施可能と判断した場合であっても、アンカー材料全体の劣化の有無や健全性の評価は、目視確認だけでは十分確認できないため、リフトオフ試験を実施する際には安全に留意して行う。特に、頭部が防護コンクリートでキャップされた旧タイプアンカー等は、容易に頭部確認ができず、またアンカー材料の諸元や健全性が十分確認できないなどの問題があるため、状況に応じて別途必要な安全対策を実施するとともに、事前に補足調査を実施しておくことが望ましい。

5.2 頭部確認作業順序と確認項目

頭部確認の項目は、表 5.2.1 頭部確認作業順序と確認項目を基本とする。

表 5.2.2 の頭部確認のポイントを参考に、頭部状況が確認できる写真記録、記事を記録し、表 5.2.3 のリフトオフ試験実施判定を参考にリフトオフ試験実施の評価を行う。写真 5.2.1 に頭部状況の確認によりリフトオフ試験を中止した例を示す。

表 5.2.1 頭部確認作業順序

作業順序	点検項目	記録
頭部キャップ 取り外し前	・アンカーキャップの浮き出し・損傷の有無 ・受け台（のり枠、独立受圧版等）の損傷・亀裂の有無 ・防錆油の染み出しの有無、湧水の有無 ・支圧板のずれ等の有無	状況写真 記事
頭部キャップ 取り外し後	・防錆油の充填・変質の有無 ・湧水・錆汁の有無	状況写真 記事
防錆油 ふき取り後	・アンカーヘッドの浮き出し・損傷・錆の有無 ・ナット/PC 鋼より線・くさびの損傷・錆の有無 ・ナット・さびの浮き出し・くさびの沈み込みの有無 ・アタッチメント設置部の確認（ネジ部の損傷の有無、余長の計測） ・ジャッキ・ラムチェアー設置部の確認（支圧板の寸法、角度、その他付帯構造物のジャッキへの接触の有無）	状況写真 記事
リフトオフ試験中	その他、リフトオフ試験中の湧水の有無、リフトオフ試験後のアンカーヘッドのずれ等、アンカーの頭部状況に変化がある場合は、別途追記	状況写真 記事
リフトオフ試験後		

表 5.2.2 頭部確認の記録写真のポイント

対象		点検項目	点検のポイント
アンカー	キャップ	浮き出し，飛出し	アンカー本体が浮き出し，飛び出していないか確認
	定着具	錆，腐食	錆や腐食の状況を目視によって調査
		くさびのすべり，異物の混入	くさびの間に詰まっているゴミやセメントミルクの有無および，すべりの確認
		アンカーヘッド，ナットのセット状況	ナットがプレートに対して適切な角度で取り付けられているか，かみ合わせが十分かを確認 ねじの傷み等，アタッチメントが設置できるか確認
	テンドン	錆，腐食	錆や腐食の状況を目視によって調査
		破断，引抜けの有無	テンドンやより線の破断の有無，引抜けおよびくさびのすべりなどを確認
		余長	アンカーヘッドにねじ切りがない場合，アタッチメントが設置できる余長があるか計測
		切断方法	テンドンの切断方法を目視により確認

アタッチメント設置可能なテンドン余長は，ナットタイプで 4cm 以上，くさびタイプで 6cm 以上を目安とする。

表 5.2.3 頭部確認によるリフトオフ試験実施判定

評価区分	状況
○：実施	明瞭な機能低下が認められないアンカー
×：中止	明瞭な機能低下が認められるアンカー (リフトオフ試験により損傷の可能性が確認されたアンカー，アタッチメントの設置不能なアンカー等)



アンカープレートの顕著なズレ (PC 鋼より線へせん断方向への負荷の可能性)



アンカープレートのズレと PC 鋼より線の引き込まれ



アンカーヘッドの浮き出し



余長が短いさびタイプアンカー
(アタッチメントが設置できないアンカー)

写真 5.2.1 頭部確認によりリフトオフ試験を中止した例

5.3 データ整理

アンカー頭部確認結果を整理し，保存する．

表 5.3.1 から表 5.3.3 にアンカー頭部確認を行った結果の整理例を示す．

表 5.3.1 アンカー頭部確認結果整理例

のり段	アンカーNo.	管理No	アンカー緒元			リフトオフ試験 実施判定	外観 キャップ	防錆油	定着具 (アンカーヘッド)	定着具 (くまび)	糸長 (mm)	受圧板 /アンカープレート (反力盤)	備考
			アンカー規格	Td(kN)	Pt(kN)								
1段目	50	1-2'-18'	SMC4-3	254.3	254.3	○	異常なし	色:変色なし/量:良	軽微な錆あり	異常なし	95~100	異常なし	
	51	1-1'-17'	SMC4-3	254.3	254.3	○	異常なし	色:変色なし/量:良	軽微な錆あり	異常なし	100	異常なし	
	52	1-2'-16'	SMC4-3	254.3	254.3	○	異常なし	色:変色なし/量:良	軽微な錆あり	異常なし	100	異常なし	
	53	1-1'-15'	SMC4-3	254.3	254.3	○	異常なし	色:変色なし/量:良	軽微な錆あり	異常なし	35	異常なし	
	54	1-2'-14'	SMC4-3	254.3	254.3	○	異常なし	色:変色なし/量:良	軽微な錆あり	異常なし	100	異常なし	
	55	1-1'-13'	SMC4-3	254.3	254.3	○	異常なし	色:変色なし/量:良	軽微な錆あり	異常なし	105	異常なし	
	56	1-2'-12'	SMC4-3	254.3	254.3	○	異常なし	色:変色なし/量:良	軽微な錆あり	異常なし	90	異常なし	
	57	1-1'-11'	SMC4-3	254.3	254.3	○	異常なし	色:変色なし/量:良	軽微な錆あり	異常なし	50	異常なし	
	58	1-2'-10'	SMC4-3	254.3	254.3	○	異常なし	色:変色なし/量:良	軽微な錆あり	異常なし	100~105	異常なし	
	59	1-1'-9'	SMC4-3	254.3	254.3	○	異常なし	色:変色なし/量:良	軽微な錆あり	異常なし	100	異常なし	
	60	1-2'-8'	SMC4-3	254.3	254.3	○	異常なし	色:変色なし/量:良	軽微な錆あり	異常なし	100~105	異常なし	
	2	2-2'-16	VSL E5-3	297.4	297.4	×	異常なし	色:変色有/量:良	軽微な錆あり	異常なし	80	2cmずれあり	アンカープレートのずれが大き
2段目	5	2-2'-17	VSL E5-3	297.4	297.4	○	異常なし	色:変色有/量:良	軽微な錆あり	異常なし	75	異常なし	
	10	2-1'-15	VSL E5-3	297.4	297.4	○	異常なし	色:変色有/量:良	軽微な錆あり	異常なし	75	異常なし	
	13	2-2'-13	VSL E5-3	297.4	297.4	○	異常なし	色:変色有/量:良	軽微な錆あり	異常なし	80	異常なし	
	16	2-1'-12	VSL E5-3	297.4	297.4	○	異常なし	色:変色有/量:良	軽微な錆あり	異常なし	80~90	異常なし	
	18	2-1'-11	VSL E5-3	297.4	297.4	○	異常なし	色:変色有/量:良	軽微な錆あり	異常なし	75	異常なし	
	20	2-1'-10	VSL E5-3	297.4	297.4	○	異常なし	色:変色有/量:良	軽微な錆あり	異常なし	70	異常なし	
	24	2-1'-8	VSL E5-3	297.4	297.4	○	異常なし	色:変色有/量:良	軽微な錆あり	異常なし	75	1cmずれあり	
	25	2-2'-7	VSL E5-3	297.4	297.4	○	異常なし	色:変色有/量:良	錆あり	異常なし	76	1cmずれあり	
	30	2-1'-5	VSL E5-3	297.4	297.4	○	異常なし	色:変色有/量:良	軽微な錆あり	異常なし	72~78	異常なし	
	33	3-2'-8	VSL E5-3	297.4	297.4	○	異常なし	色:変色なし/量:良	異常なし	異常なし	90	異常なし	
	36	3-1'-7	VSL E5-3	297.4	297.4	○	異常なし	色:変色なし/量:良	異常なし	異常なし	90	異常なし	
	37	3-2'-6	VSL E5-3	297.4	297.4	○	異常なし	色:変色なし/量:良	異常なし	異常なし	85~90	異常なし	
3段目	40	3-1'-5	VSL E5-3	297.4	297.4	○	異常なし	色:変色なし/量:良	異常なし	異常なし	89	異常なし	
	41	3-2'-4	VSL E5-3	297.4	297.4	○	異常なし	色:変色なし/量:良	異常なし	異常なし	85~90	異常なし	
	44	3-1'-3	VSL E5-3	297.4	297.4	○	異常なし	色:変色なし/量:良	異常なし	異常なし	85~90	異常なし	
	41	3-2'-3	VSL E5-3	297.4	297.4	○	異常なし	色:変色なし/量:良	異常なし	異常なし	85~90	異常なし	
	45	3-2'-2	VSL E5-3	297.4	297.4	○	異常なし	色:変色なし/量:良	異常なし	異常なし	85	異常なし	

表 5.3.2 頭部確認状況記録写真(例)

アンカーNo	B-O	試験年月日	200〇/〇/〇
備 考			



全景



頭部状況



頭部状況



頭部状況



防錆油状況



頭部状況

表 5.3.3 頭部確認状況記録写真—リフトオフ中止箇所(例)

アンカーNo	A-O	試験年月日	2000/0/0
備 考	リフトオフ試験中止		



全景



頭部状況(PC 鋼より線の引き込まれ)



防錆油状況



頭部状況(くさびが外れる)



頭部状況(アンカープレートの変位)



頭部状況



頭部状況



頭部状況

6. リフトオフ試験

SAAM ジャッキを用いたリフトオフ試験は、アンカーのり面の面的緊張力分布図作成のための残存引張り力を効率的に得るための現場試験で、リフトオフ試験の実施に当たっては、SAAM ジャッキの仕様、試験計画および頭部確認の結果に基づき、安全に留意して行う。

リフトオフ試験は、非常に大きな荷重を扱う载荷試験であるため、試験の実施にあたり使用機器の仕様、精度管理、载荷計画、载荷方法に基づき、安全に留意して実施する。

6.1 リフトオフ試験の作業フロー

リフトオフ試験の作業フローを図 6.1.1 および表 6.1.1, 表 6.1.2 に示す。

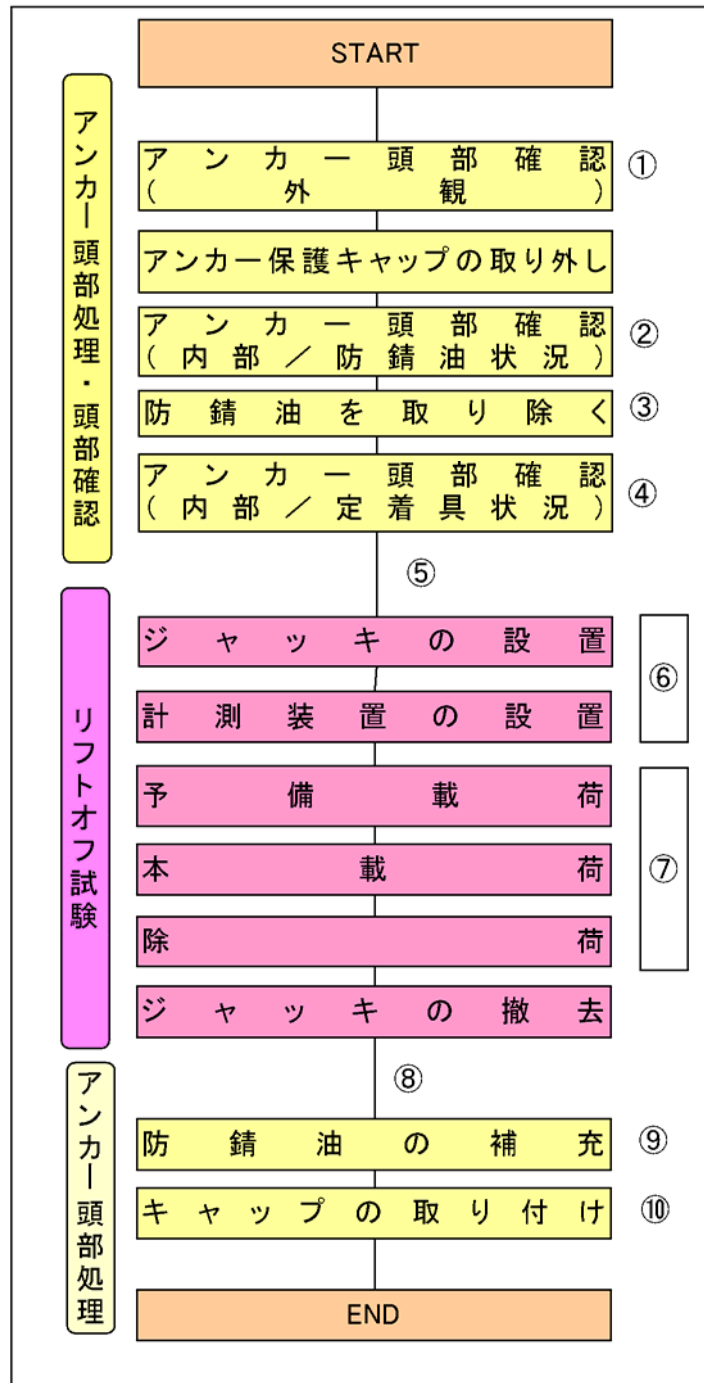


図 6.1.1 アンカー頭部確認およびリフトオフ試験の作業フロー
(①から⑩の番号は表 6.1.1, 表 6.1.2 の写真番号に対応)

表 6.1.1 アンカー頭部確認およびリフトオフ試験の作業フロー

	①【アンカー頭部確認(外観)】 外観の変状の有無を確認する
	②【アンカー頭部確認(内部)】 キャップを取り外し、アンカー定着具の劣化や防錆油の変質、流出等の有無を確認する
	③【アンカー頭部処理】 頭部の防錆油の除去を行う
	④【アンカー頭部確認】 頭部の錆の有無、破損、緊張余長等を確認する
	⑤【移動】 アンカー頭部確認後のジャッキ設置までの間、水・土などが頭部に付着するような場合は、ビニール等で覆う

表 6.1.2. アンカー頭部確認およびリフトオフ試験フロー

	⑥【リフトオフ試験】 試験機器を設置する
	⑦【リフトオフ試験】 載荷を行う
	⑧【移動】 リフトオフ試験後からアンカーキャップ取り付けまでの間、水・土などが頭部に付着するような場合は、ビニール等で覆う
	⑨【アンカー頭部処理】 現況復旧を基本とし、特にアンカーヘッドへの防錆油のつけなおしを十分行う 防錆油の不足が著しい場合は、補修対象として報告する
	⑩【アンカー頭部処理】 アンカーキャップを取付ける

6.2 リフトオフ試験方法

6.2.1 載荷計画

リフトオフ試験において、現状点検、アンカー頭部確認結果に基づき、安全に留意し適切な載荷計画をたてる。載荷計画例を表 6.2.1.1 に示す。

表 6.2.1.1 載荷計画例

載荷計画表							
現場名	〇〇地区						
アンカー材料	KTB K5-3						
油圧ジャッキ	SAAMJ-N600						
校正係数	8.9584 kN/Mpa						
圧力計	PG-1TH						
校正係数	0.03331 kN/Mpa						
校正温度	16.5 °C						
降伏点荷重	468 KN	Tys					
	421 KN	0.9Tys					
引張り荷重	549 KN	Tus					
許容荷重	329 KN	Tas(0.6Tus)					
	362 KN	1.1Tas					
設計アンカー力	262 KN	Td					
定着時緊張力	262 kN	Pt					

載荷段階	荷重F KN	圧力P MPa	Rtd %	Rpt %	Rta %	Rtys %	備考
1	26.2	2.9	10	10	8	6	
2	52.4	5.8	20	20	16	11	
3	78.6	8.8	30	30	24	17	
4	104.8	11.7	40	40	32	22	
5	131.0	14.6	50	50	40	28	
6	157.2	17.5	60	60	48	34	
7	183.4	20.5	70	70	56	39	
8	209.6	23.4	80	80	64	45	
9	235.8	26.3	90	90	72	50	
10 Td	262.0	29.2	100	100	80	56	設計アンカー力
11	288.2	32.2	110	110	88	62	
12 1.2Td	314.4	35.1	120	120	96	67	許容載荷荷重
Ta	329.0	36.7	126	126	100	70	
1.1Ta	362.0	40.4	138	138	110	77	
0.9Tys	421.0	47.0	161	161	128	90	上限載荷荷重

(1) 許容載荷荷重

許容載荷荷重は，原則，設計アンカー力の 1.2 倍以内とするが，目的に応じて協議し決定する．許容載荷荷重内であれば，リフトオフ後，残存引張り力 P_e の 1.1 倍程度，またはリフトオフ後の直線勾配が評価できる程度（変位 2.5mm 程度）まで載荷確認を行う．設計アンカー力が不明な場合は，アンカー材料規格を基に許容アンカー力 T_a の 1.1 倍を目安に，許容載荷荷重を決定する．

なお，許容載荷荷重以内でリフトオフが確認できないことも想定されるため，必ず上限載荷荷重等の載荷終了条件について事前に決定しておく．

(2) 上限載荷荷重

上限載荷荷重は，許容載荷荷重内でリフトオフしなかった場合を想定し決定する．

上限載荷荷重値は，原則アンカー材料の降伏荷重 T_{ys} の 90%以内とするが，目的に応じて決定する．

(3) 試験最大荷重

試験最大荷重は，表 6.2.1.2 を目安とする．特に，許容載荷荷重内でリフトオフしない場合で，さらに上限載荷荷重以内で載荷確認を継続する場合には，安全に留意し変曲点が確認でき次第速やかに載荷を中止する．

表 6.2.1.2 試験最大荷重

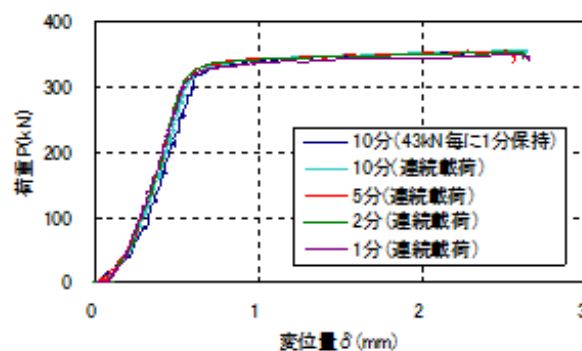
条 件	試験最大荷重	残存引張り力の評価方法
許容載荷荷重内でリフトオフする場合	許容載荷荷重以内で，残存引張り力 P_e の 1.1 倍程度または，リフトオフ後の勾配が確認できる程度（変位 2.5mm 程度）まで載荷した荷重	交点法
許容載荷荷重内でリフトオフしない場合	上限載荷荷重以内で，変曲点が確認できる程度の荷重	接点法 目視法

6.2.2 載荷速度

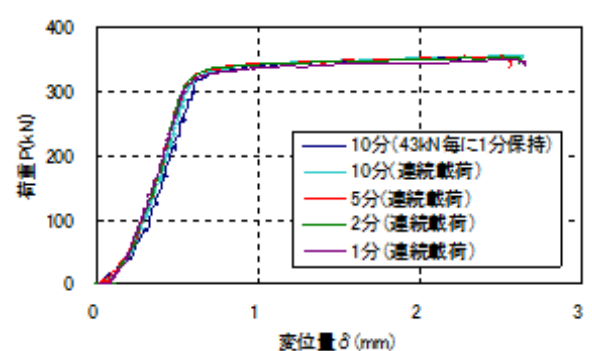
載荷速度は、リフトオフ前後の直線勾配の評価に必要な測定点数が確保でき、アンカーや試験機に異常が確認された場合にすみやかに試験が中止できる、安全に考慮した速度を採用する。

特に、アンカーが劣化、損傷している場合は、リフトオフ直後に破断等の損傷事例が報告されているため、リフトオフ前後からの載荷には特に注意して載荷を行う。

リフトオフ試験における載荷速度の影響について検討を行うため、計画最大荷重まで 1 分、2 分、5 分、10 分間で連続的に載荷を行う方法と、計画最大荷重を 10 段階に分け、1 段階毎に 1 分間の保持を行うアンカー引張試験に準じた段階的な載荷を、室内および現場で行い、その結果を図 6.2.2.1 に示す。連続載荷、段階載荷とも、室内試験および現場試験のどちらも変位と残存引張り力との関係に顕著な差は見られず、リフトオフ試験においては、載荷方法および載荷速度が残存引張り力に及ぼす影響は顕著でないと考えられる。このため、リフトオフ試験において、計画最大荷重まで 5 分程度の比較的早い速度で試験を行っても残存引張り力に及ぼす影響は小さいと考えられるものの、載荷速度を速めた場合、過緊張状態のアンカー、アンカー体に問題が生じた場合の対処、あるいは変曲点荷重を越えて過剰な速度で載荷する危険性等が考えられるため、載荷速度は現地の状況に十分注意し安全を考慮して決定する必要がある。



室内試験結果：エスイーアンカー(F60UA)



現場試験結果：SFL アンカー (SFL-3)

図 6.2.2.1 載荷速度と残存引張り力の比較

6.2.3 載荷方法

リフトオフ試験における載荷は、予備載荷を行った後、本載荷を行う。

予備載荷は、1 回目のリフトオフ試験で、ジャッキ・アタッチメントおよびラムチェアー等の試験機器の設置時の緩み（セットロス）による変位－荷重曲線への影響を除くために実施する。

なお、予備載荷を参考値とし 2 回目以降の本載荷を行い、残存引張り力は本載荷の値を採用する。

(1) 予備載荷

予備載荷は、試験機器設置後、載荷計画に基づきゼロ荷重から載荷を開始し、リフトオフ確認後はアンカーおよび周辺状況を十分確認の上、許容載荷荷重以内で、残存引張り力 P_0 の 1.1 倍程度または、リフトオフ後の直線勾配が評価できる程度（2.5mm 程度）まで載荷し終了する。載荷終了後は速やかに除荷を行い、設計アンカー力の 1 割（あるいは 10kN～100kN）程度の初期荷重を残し終了する。

(2) 本載荷

本載荷は、予備載荷終了後、速やかに載荷を開始する。なお、予備載荷と本載荷の 1 回目の荷重差が 5% 程度以上ある場合や、本載荷時に残留変位が 1mm 程度確認される場合等は 2 回目の本載荷を行う。載荷終了後は、速やかに除荷を行い、荷重が 0kN になったことを確認し試験を終了する。

(3) 記録

リフトオフ試験時の時間および気温と、載荷計画に基づく荷重段階毎の荷重（圧力）と変位を記録する。

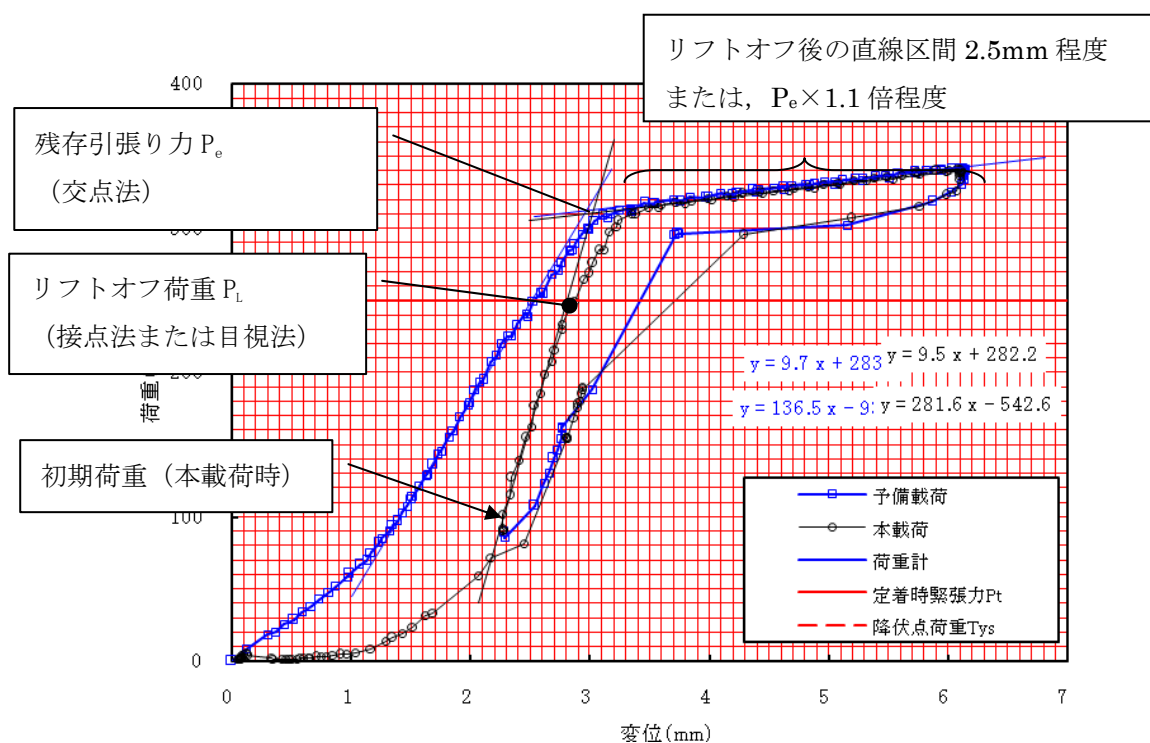
なお、載荷時に可能であれば目視にてリフトオフの確認を行う。リフトオフ開始点が確認できる場合には、その時点での荷重（圧力）を記録する。特に旧タイプアンカーにおいては変位・荷重曲線が安定せず、荷重・変位関係のグラフからリフトオフを評価することが難しい場合があるため、目視によってリフトオフ開始点を確認しておくことが望ましい。

6.3 残存引張り力について

残存引張り力は、リフトオフ試験時の荷重－変位関係から求まるリフトオフ前後の直線の交点より求まる値を採用する。

6.3.1 残存引張り力とリフトオフ荷重

残存引張り力は、図 6.3.1.1 に示すようにリフトオフ試験時の荷重－変位関係から求まるリフトオフ前後の直線の交点より求まる値（交点法）を採用する。



- (1)交点法：荷重-変位曲線のリフトオフ前後の近似直線の交点より求める荷重
- (2)接点法：リフトオフ前の近似直線が荷重－変位関係の曲線と離れ始める荷重
- (3)目視法：定着具が支圧板から離れはじめたときに示されるリフトオフ荷重を目視により確認

図 6.3.1.1 リフトオフ荷重の求め方

リフトオフ試験を実施し荷重－変位関係における変曲点の形状と残存引張り力の関係を見ると、リフトオフ前の前勾配部分の直線からアンカー体の伸びに起因するリフトオフ後の勾配部分の直線との間の曲線は、図 6.3.1.2 のケース 1 のように緩やかな曲線を描くものと、ケース 2 のように折れ曲がった曲線を描くものに大きく分けられる。リフトオフ試験中に目視でアンカー定着具が支圧板から離れ始めるリフトオフを確認すると、両図に示した△付近の変位であり、ケース 1 のアンカーの場合

合前勾配の直線から外れ始める点（接点法）であるのに対し、ケース 2 のアンカーの場合曲線の折れ曲がり点とほぼ一致する。このため、ケース 1 のような場合には、実際のリフトオフ時の荷重と二直線の交点から求まる残存引張り力に違いが見られる。

定着具が支圧板から離れはじめたときに示されるリフトオフ荷重を目視により確認（目視法）することが難しい場合、リフトオフ前の近似直線が荷重－変位関係の曲線と離れ始める荷重（接点法）をリフトオフ荷重とする。

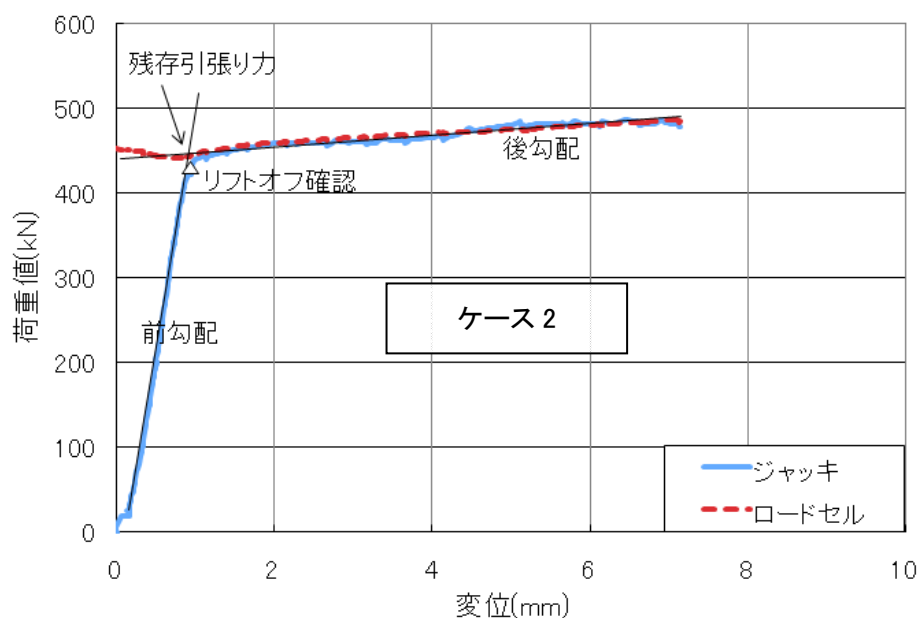
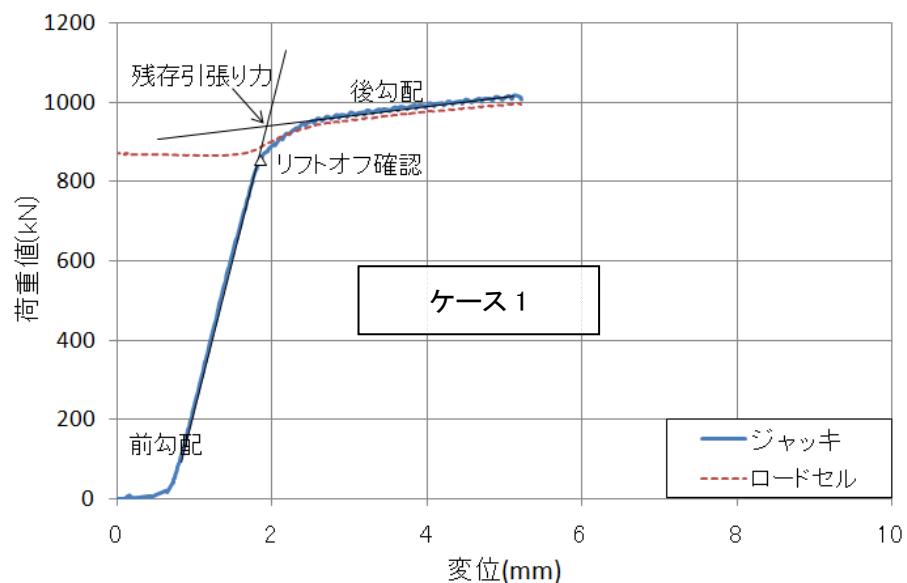


図 6.3.1.2 変曲点形状と残存引張り力との関係

6.3.2 リフトオフ試験回数について

残存引張り力を求めるにあたり、リフトオフ試験による荷重－変位関係において 1 回目と 2 回目以降に違いが見られる場合があるため（図 6.3.2.1）、リフトオフ試験の実施にあたっては、一度予備載荷を行った後、2 回目以降の結果を採用する。なお、荷重、残留変位が安定しない場合には、試験は予備載荷を含めて 3 回までとし、安定しない旨を特記事項に記載する。

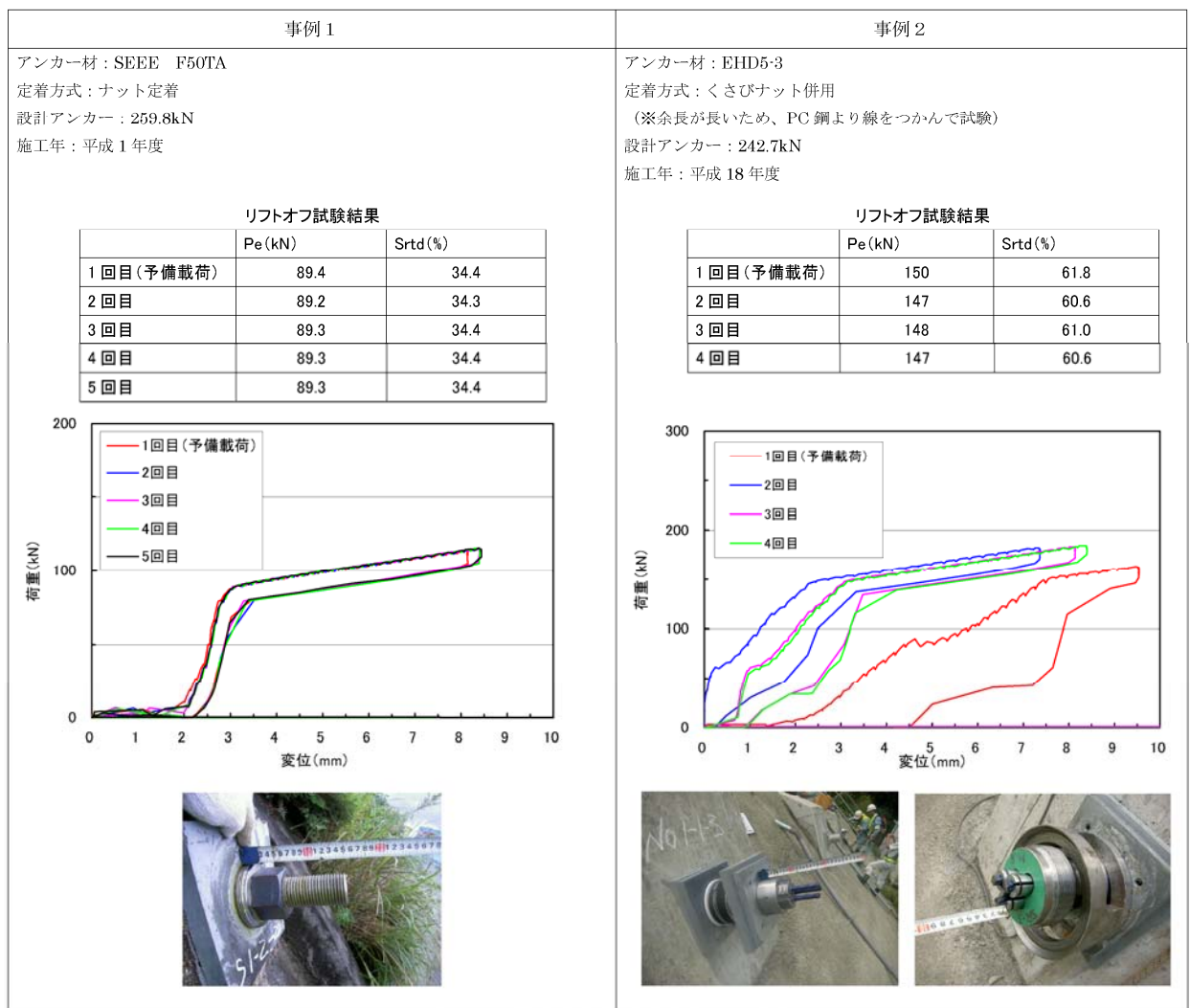


図 6.3.2.1 リフトオフ試験回数と残存引張り力の関係

6.3.3 温度の影響について

図 6.3.3.1 に示すようにひずみゲージ式の計測機器は温度ドリフトの影響による測定値の違いが考えられる。ロードセル等のひずみゲージを用いた計測では、一般に $0.1\%/^{\circ}\text{C}$ 程度の誤差があるとされており、気温による残存引張り力の差異が考えられる。このため、試験時の日時、気温、天気を試験結果に明記する。また、試験実施にあたり試験機器が高温にならないように留意する。

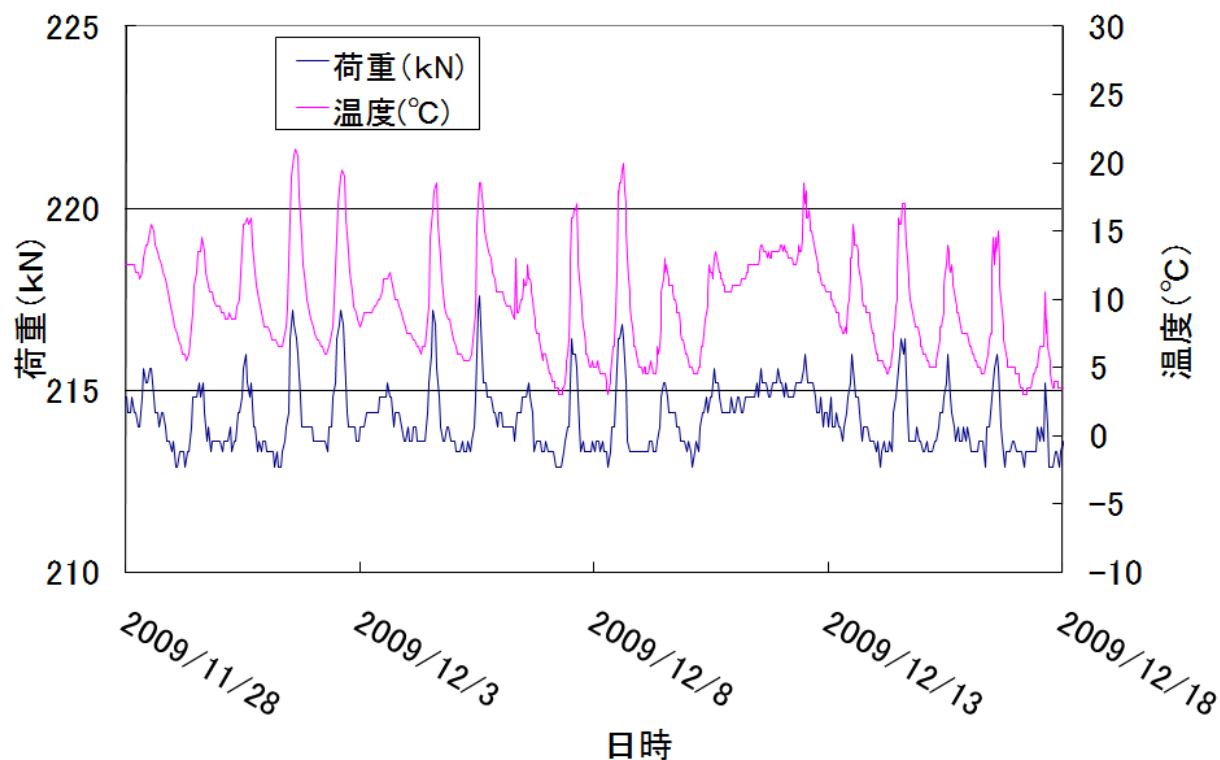


図 6.3.3.1 気温によるロードセルの荷重値変化

6.4 データ整理

試験結果に基づき、表 6.4.1 の項目についてデータ整理を行う。

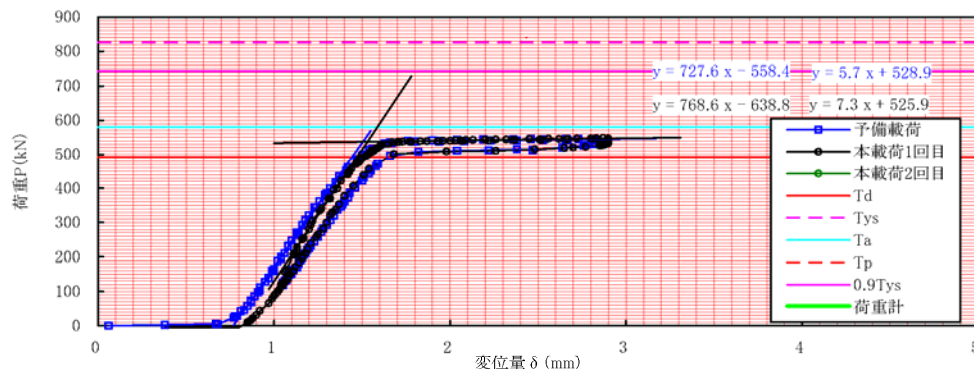
図 6.4.1, 図 6.4.2, 図 6.4.3 にデータ整理例を示す

表 6.4.1 データ整理項目

項 目	内 容
現場概要	現場名・日時・気温・試験者名等
アンカー諸元	アンカー種類, アンカー長, 設計アンカー力 T_d 等
使用試験機器	試験機器, 計測機器, 校正係数等
試験方法	載荷方法, 計測方法等
試験結果, 記録	残存引張り力, 残留変位, 試験最大荷重等, 変位－荷重曲線, 測定野帳等

リフトオフ試験(変位量-荷重曲線)

	既設グラウンドアンカーの健全度評価に関する調査業務		
業務名	***道 ***地区 KP***~KP*** (上り線)		
業務場所	**県 **市 **地区		
管理者	***事務所		
請負者	株式会社 **		
記録者	SAAM 太郎	試験年月日時	20**/**/** 15:13
天候	晴れ	気温	9.5℃
アンカーNo	C-4-14		
アンカー工法・タイプ	SEEE工法 F100TA	施工年度	
アンカーキャップタイプ	アルミキャップ	新・旧タイプ	新タイプアンカー
アンカー定着具タイプ	ナット型	受圧板タイプ	のり枠
荷重計		設置年月日	
設計アンカー力: Td(kN)	492.5	降伏点荷重: Tys(kN)	826
定着時緊張力: Pt(kN)	492.5	許容アンカー力: Ta(kN)	579.6
アンカー長: ls(m)	21.0	弾性係数: Es (kN/mm ²)	186
テンドン自由長: lsf(m)	20.5	断面積: As(mm ²)	519.3
定着長: la(m)	3.0	理論伸び率: tan θ	4.7
変位計	DDP-50A	油圧ポンプ(手動・電動)	ENAPAC-70Mpa
圧力計	PG-1TH	油圧ジャッキ	SAAMJ-N1000
測定器	TC-32K		
荷荷方法	連続	計測方法	自動
データ測定頻度(sec/回) (kN/回)	1	アタッチメント設置位置	アンカーヘッド
荷重速度(kN/min)			
許容載荷荷重: Tp(kN)	743.4	上限載荷荷重 (kN)	743.4
試験結果	予備載荷	本載荷 1回目	本載荷 2回目
方 法	交点法	交点法	
残存引張り力 Pe (kN)	540	537	
設計アンカー力比 Rtd (%)	109.6	109.0	
定着時緊張力比 Rpt (%)	109.6	109.0	
降伏点緊張力比 Rtys (%)	65.4	65	
許容アンカー力比 Rta (%)	93.2	92.7	
ひずみ ε s (μ ST)	5.59E-03	5.56E-03	
テンドン自由長理論伸び量 δ e(mm)	727.6	768.6	
初期荷重 T ₀ (kN)	0	119	
最大試験荷重 T _t (kN)	546	549	
残留変位量 δ p (mm)	0.12	0.00	
リフトオフ前伸び率(tan θ 1)	727.6	768.6	
リフトオフ後伸び率(tan θ 2)	5.7	7.3	
リフトオフ荷重: PL (kN)	510	510	
荷重計測値: Pload (kN)			



備考欄)

リフトオフ荷重Pel(kN):リフトオフが確認された時の荷重値

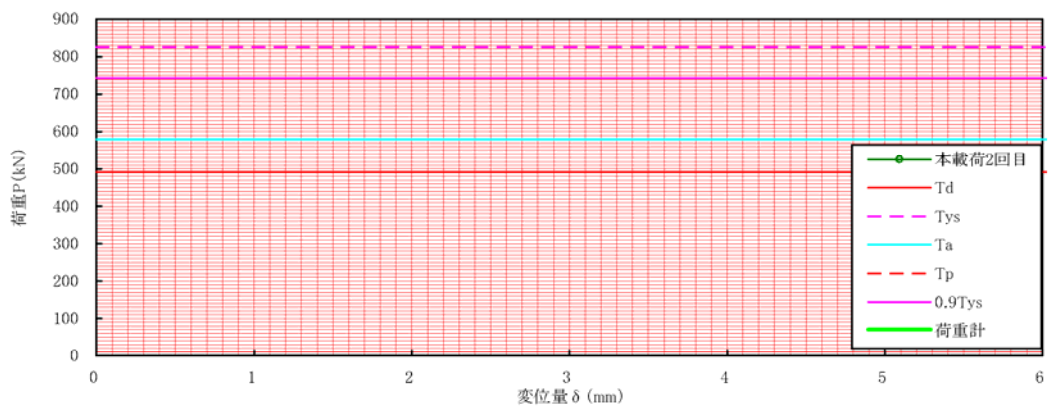
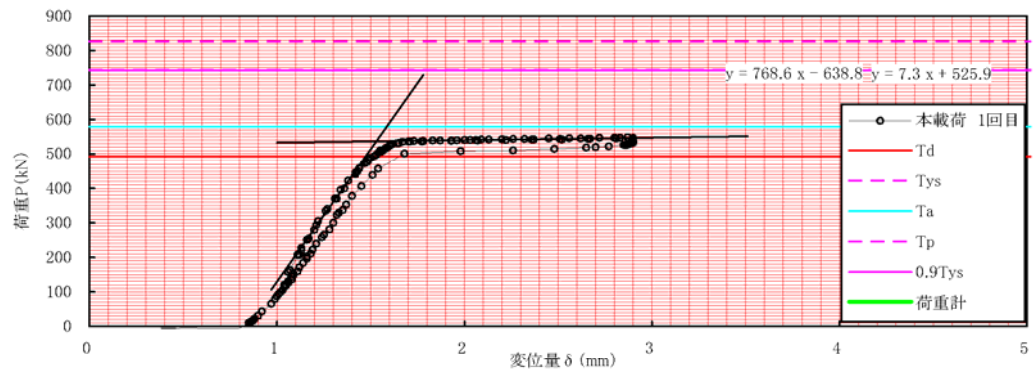
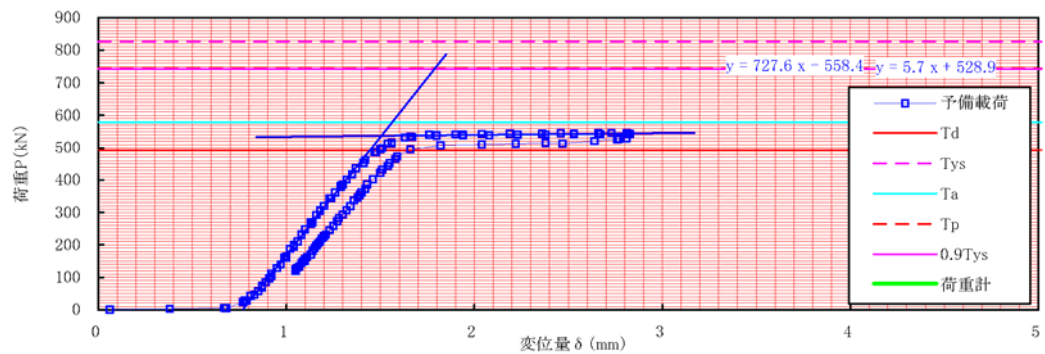
ひずみ ε (μ ST): $\epsilon = P_e / (E \cdot A_s)$

図 6.4.1 リフトオフ試験結果例(グラフ)

リフトオフ試験 (変位量-荷重曲線)

1/1

調査件名	既設グラウンドアンカーの健全度評価に関する調査業務 ***道 ***地区 KP**~KP*** (上り線)		
請負者	株式会社 **		
記録者	SAAM 太郎	試験年月日時	20**/**/** 15:13
天候	晴れ	気温	9.5℃
アンカーNo	C-4-14		
試験結果	予備載荷	試験回数(1回目)	試験回数(2回目)
残存引張り力 P_e (kN)	540	537	
初期荷重 T_0 (kN)	0	119	
最大試験荷重 T_t (kN)	546	549	
残留変位量 δ_p (mm)	0.12	0	
荷重計測値: Pload (kN)	510	510	



備考欄)

図 6.4.2 リフトオフ試験結果例(グラフ)

リフトオフ試験（測定）										1/5
調査件名			既設グラウンドアンカーの健全度評価に関する調査業務							
			****道 ****地区 KP***～KP***（上り線）							
請負者			株式会社 **							
記録者			SAAM 太郎		試験年月日時		20**/**/** 15:13			
天候			晴れ		気温					
アンカーNo			C-4-14							
試験段階			予備載荷		試験回数(回目)		-			
アンカー工法・タイプ			SEEE工法 F100TA		降伏点荷重:Tys(kN)		468			
設計アンカー力Td (kN)			492.5		定着緊張力Pt (kN)		492.5			
載荷方法			連続		計測方法		自動			
データ測定頻度(sec/回) (kN/回)			1		上限載荷荷重 (kN)		743.4			
残存引張り力Pe(kN)			540		最大試験荷重:Tt(kN)		546			
変位計			DDP-50A		校正係数①		0.01	mm/ μ ST		
圧力計			PG-1TH		校正係数②		0.03332	Mpa/ μ ST		
油圧ジャッキ			SAAMJ-N1000		校正係数③		15.052	kN/Mpa		
荷重計					校正係数④			kN/ μ ST		
					零バランス⑤			μ ST		
近似直線区間(リフトオフ前)			変位量 δ (mm)		荷重P (kN)		近似直線区間(リフトオフ後)		変位量 δ (mm)	
開始点			0.97		139		開始点		2.04	
終了点			1.35		418		終了点		2.67	
									543	
									545	
No	時間	変位量 δ (mm)	荷重P (kN)	荷重計Pload (kN)	No	時間	変位量 δ (mm)	荷重P (kN)	荷重計Pload (kN)	
1	11:04:40	0.06	0.0		51	11:06:18	1.35	417.2		
2	11:04:41	0.06	0.0		52	11:06:20	1.37	435.7		
3	11:04:43	0.06	0.0		53	11:06:22	1.41	453.3		
4	11:04:45	0.06	0.0		54	11:06:24	1.41	450.8		
5	11:04:47	0.06	0.0		55	11:06:26	1.42	461.3		
6	11:04:49	0.38	2.0		56	11:06:28	1.47	485.9		
7	11:04:51	0.67	5.5		57	11:06:30	1.48	485.9		
8	11:04:53	0.68	4.5		58	11:06:32	1.50	495.4		
9	11:04:55	0.77	23.6		59	11:06:34	1.51	499.4		
10	11:04:57	0.78	28.1		60	11:06:36	1.54	512.9		
11	11:04:59	0.79	27.6		61	11:06:38	1.56	512.9		
12	11:05:01	0.81	42.1		62	11:06:40	1.56	515.9		
13	11:05:03	0.83	45.6		63	11:06:42	1.63	532.0		
14	11:05:05	0.85	57.2		64	11:06:43	1.67	533.5		
15	11:05:07	0.87	68.7		65	11:06:45	1.66	535.0		
16	11:05:09	0.87	73.2		66	11:06:47	1.76	540.0		
17	11:05:11	0.89	85.2		67	11:06:49	1.80	537.0		
18	11:05:13	0.91	96.8		68	11:06:51	1.80	538.5		
19	11:05:15	0.92	103.3		69	11:06:53	1.90	541.0		
20	11:05:17	0.92	111.3		70	11:06:55	1.94	538.0		
21	11:05:19	0.95	128.4		71	11:06:57	1.94	540.5		
22	11:05:21	0.95	128.4		72	11:06:59	2.04	542.5		
23	11:05:23	0.97	139.4		73	11:07:01	2.08	539.0		
24	11:05:25	0.99	160.4		74	11:07:03	2.08	539.0		
25	11:05:27	1.00	159.9		75	11:07:05	2.19	543.5		
26	11:05:29	1.00	164.0		76	11:07:07	2.23	540.5		
27	11:05:30	1.02	187.5		77	11:07:09	2.23	541.0		
28	11:05:32	1.04	196.5		78	11:07:11	2.36	543.5		
29	11:05:34	1.04	195.0		79	11:07:13	2.38	541.0		
30	11:05:36	1.04	200.1		80	11:07:15	2.46	545.0		
31	11:05:38	1.06	210.1		81	11:07:17	2.53	542.0		
32	11:05:40	1.08	230.1		82	11:07:19	2.53	544.5		
33	11:05:42	1.08	232.1		83	11:07:21	2.66	545.0		
34	11:05:44	1.10	247.2		84	11:07:23	2.67	542.0		
35	11:05:46	1.13	263.7		85	11:07:25	2.73	545.5		
36	11:05:48	1.14	269.3		86	11:07:27	2.81	545.5		
37	11:05:50	1.13	269.8		87	11:07:29	2.81	543.0		
38	11:05:52	1.16	291.8		88	11:07:31	2.82	544.0		
39	11:05:54	1.18	307.4		89	11:07:33	2.82	543.0		
40	11:05:56	1.18	305.4		90	11:07:35	2.83	542.5		
41	11:05:58	1.20	319.9		91	11:07:37	2.82	542.0		
42	11:06:00	1.23	343.5		92	11:07:39	2.81	529.5		
43	11:06:02	1.24	343.5		93	11:07:41	2.77	527.5		
44	11:06:04	1.26	361.5		94	11:07:43	2.76	526.5		
45	11:06:06	1.29	378.1		95	11:07:45	2.64	520.5		
46	11:06:08	1.29	381.1		96	11:07:47	2.47	512.9		
47	11:06:10	1.30	385.1		97	11:07:49	2.38	515.4		
48	11:06:12	1.32	400.6		98	11:07:51	2.22	512.4		
49	11:06:14	1.35	417.2		99	11:07:53	2.04	510.4		
50	11:06:16	1.35	417.7		100	11:07:55	1.82	507.9		
備考欄										
変位量 δ (mm)=ひずみ(μ ST)×校正係数①										
荷重P (kN)=ひずみ(μ ST)×校正係数②×校正係数③										
荷重計Pload (kN)=(ひずみ(μ ST)-零バランス⑤(μ ST))×校正係数④										

図 6.4.3 リフトオフ試験結果例（計測）

7. 残存引張り力面的分布図

リフトオフ試験による面的調査を実施し，求めた残存引張り力を基に面的分布図の作成を行い緊張力の面的分布結果を基に，のり面の健全性評価を行う．

7.1 リフトオフ試験結果の整理

リフトオフ試験により求めた残存引張り力を基に分布図の作成を行うためのデータ整理を行う．表 7.1.1 に示す面的調査結果整理例を参考に，表 7.1.2 の緊張力分布図作成における面的調査リフトオフ試験結果総括表の作成を行う．

表 7.1.1 面的調査結果整理例

項目	内容	備考
アンカー諸元	アンカーNo. (管理 No.含む) アンカー種類・アンカー材料 (降伏点荷重 T_{ys} ，許容アンカー力 $T_a=0.6 \times$ 引張荷重 T_{us} ，テンドン断面積 A_s ，テンドン自由長 (伸び量計算用)， 弾性係数 E_s) 設計アンカー力 T_d ，定着荷重 P_t	—
位置座標	緊張力の分布図の座標	—
リフトオフ試験結果	残存引張り力	残存引張り力に関する事項 変曲点確認の有無，クラック， 湧水等変状箇所の情報

表 7.1.2 緊張力分布図作成における面的調査リフトオフ試験結果総括表例

面的調査リフトオフ試験結果総括表

[illegible]

※コンター図作成の為の任意座標

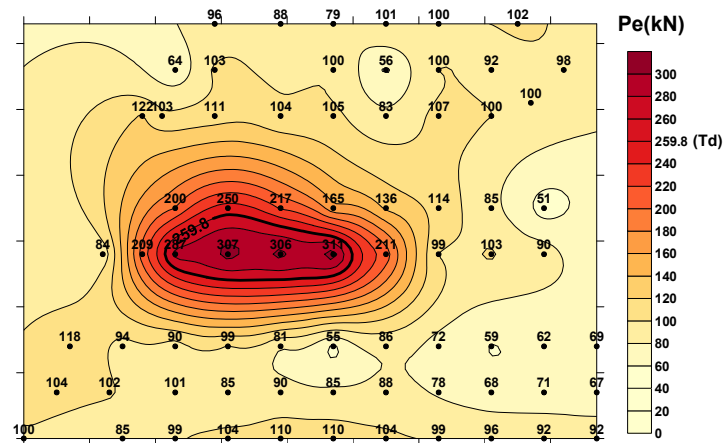
○:明瞭
△:不明瞭
×:変曲点なし

7.2 緊張力分布図の作成

面的調査を実施し求めた残存引張り力を基に、のり面の健全性評価を行う資料とするため、緊張力分布図の作成を行う。緊張力分布図作成にあたり、同一のり面において設計アンカー力が異なるアンカーが施工されている場合には、残存引張り力による評価が困難であるため、参考資料-2に示す、設計アンカー力、定着時緊張力、降伏店荷重、許容アンカー力等に対する比率による評価を考える。

図 7.2.1 に残存引張り力分布図および設計アンカー力比分布図の例を示す。

1)残存引張り力分布図 (P_e) : 調査により求めた残存引張り力(P_e)の結果を基に作成する分布図。



2)設計アンカー力比分布図(R_{td}) : 設計アンカー力(T_d)に対する調査で求めた残存引張り力の比率を求め作成する分布図。 $R_{td}=P_e/T_d \times 100(\%)$

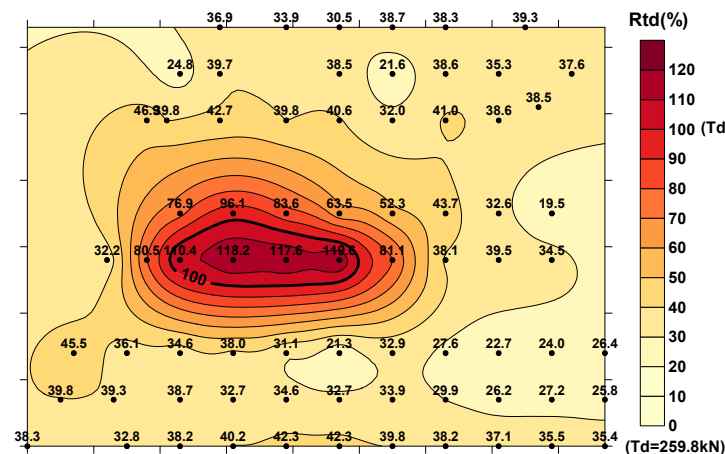


図 7.2.1 緊張力分布図の作成例

8. のり面健全性評価

面的調査により求めたのり面の残存引張り力分布の結果を基に、のり面の健全性評価を行う。のり面の健全性評価は、「グラウンドアンカー維持管理マニュアル」に準じ、調査により求めた緊張力の面的分布値および分布領域の結果を基に評価を行う

表 8.1 に示す「グラウンドアンカー維持管理マニュアル」における残存引張り力とアンカー健全度の目安に準じ、リフトオフ試験により求めた残存引張り力の値を基に A から E の判定を行い、この結果から健全性の評価を行う。健全性の評価を行うにあたり、残存引張り力の値だけではなく、のり面の緊張力分布の一樣性にも留意し、一部に緊張力の高い（あるいは低い分布）が認められるような一様でない分布を示す場合には、再調査の検討を考える。図 8.1 にアンカー健全度区分図例を示す。

また、面的調査は、増打ちあるいは緊張力調整等の追加対策を実施したのり面の効果判定のための調査、およびアンカー新規施工後ののり面緊張力分布の初期値を求める調査に利用することができる。

表 8.1.残存引張り力とアンカー健全度の目安

残存引張り力の範囲	健全度	状 態	対処例
0.9Tys 1.1Ta 許容アンカー力(Ta) 設計アンカー力(Td) 定着時緊張力(Pt) 0.8Pt 0.5Pt 0.1Pt	E	破断の恐れあり	緊急対策を実施
	D	危険な状態になる恐れあり	対策を実施
	C	許容値を超えている	
	B		経過観察により対策の必要性を検討
	A	健全	
	A	健全	
	B		経過観察により対策の必要性を検討
	C	機能が大きく低下している	対策を実施
	D	機能していない	

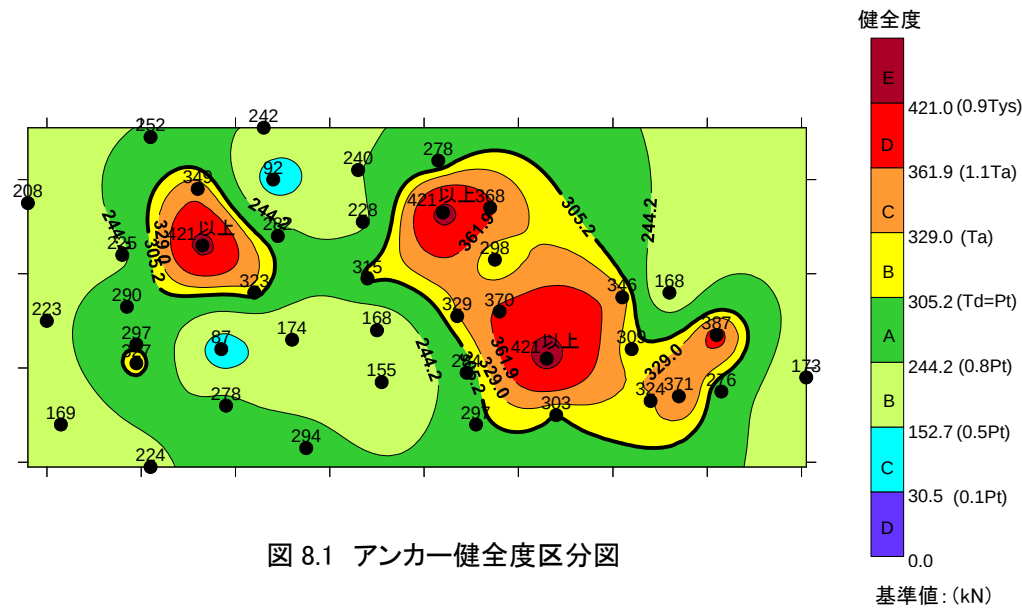


図 8.1 アンカー健全度区分図

8.1 「グラウンドアンカー維持管理マニュアル」に準じたのり面の健全性評価

面的調査によって求めた緊張力分布図の結果を基に行うのり面の健全性評価は、図 8.1.1 のフローに従って実施し、この結果を基にのり面における対策等の必要性についての判定を行う。

1) E 判定の過緊張が認められるアンカーが存在するのり面。

E 判定のアンカーが存在するのり面では、アンカー破断の危険性が高いため対策を検討するのり面として緊急対策の実施を考える。

2) D 判定の過緊張あるいは緊張力低下が認められるアンカーが存在するのり面。

D 判定の領域が認められるのり面は、対策を検討するのり面として対策の検討を考える。特に過緊張でかつアンカーあるいはのり面に変状等が見られる場合には、のり面が危険な状態となっていることが考えられるため、緊急対策の実施を考える。なお、D 判定であっても緊張力が低下している場合には、のり面の緊張力分布の変化を調べるため、必要に応じて再調査の実施を検討する。再調査により、残存引張り力の変化が 1 割未満／年の場合には、対策の必要性を検討するのり面とする。

3) C 判定の過緊張あるいは緊張力低下が認められるアンカーが存在するのり面。

C 判定の領域が認められるのり面は、対策の必要性を検討するのり面として対策の必要性についての検討を考える。なお、のり面の緊張力分布の変化を調べるため、必要に応じて再調査の実施について検討し、再調査により残存引張り力の変化が 1 割未満／年の場合には、経過観察するべきのり面とする。

4) A,B 判定の範囲にあり、明瞭な過緊張、緊張力低下が存在しないのり面

A,B 判定ののり面は健全であると判断し、経過観察するべきのり面とする。ただし、待ち受け効果を期待して低い緊張力で施工されたのり面も考えられるため、必要に応じてのり面の緊張力分布の変化を調べるための再調査の実施を検討し、この調査により、残存引張り力の変化（増加）が 1 割以上／年の場合には、対策の必要性を検討するのり面として対策の必要性についての検討を考える。

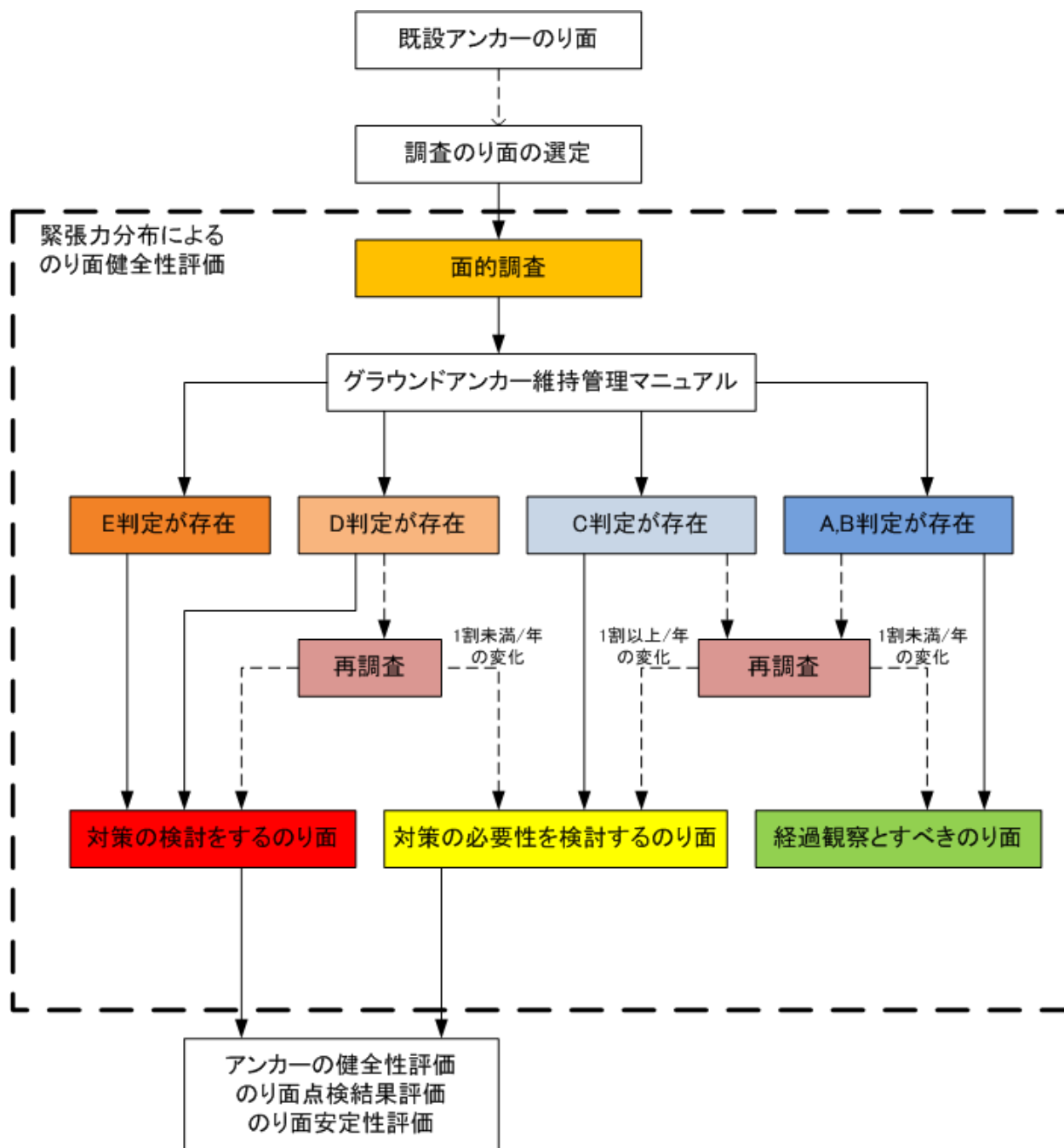


図 8.1.1 のり面健全性評価フロー

8.2 増打ちあるいは緊張力調整等の追加対策を実施したのり面

追加対策を実施したのり面に対する健全性の評価は、図 8.2.1 のフローに従って実施する。

追加対策の効果判定を行うため、追加対策後に面的調査を実施し、対策前（あるいは対策時）の調査結果との比較を行い、対策前後の緊張力の変化から対策の効果判定を行う。E 判定が存在しない場合、残存引張り力の変化（増加）が 1 割以上／年の場合には、対策の必要性を検討するのり面として対策の必要性についての検討を考える。

追加対策前に緊張力の調査を実施していない場合には、調査後必要に応じて再調査の実施を検討し再調査により残存引張り力の変化（増加）が 1 割以上／年の場合には、対策の必要性を検討するのり面として対策の必要性についての検討を考える。

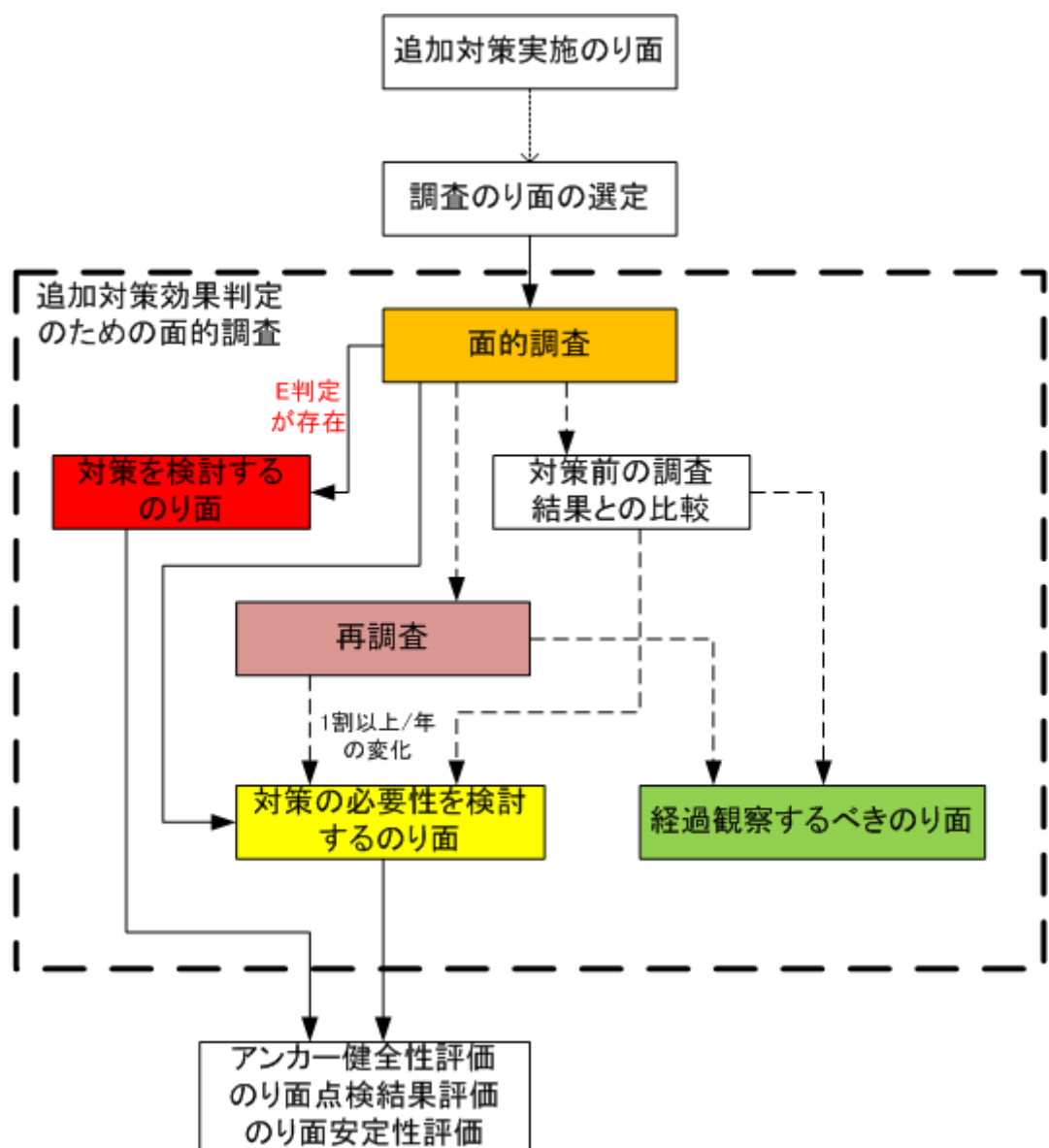


図 8.2.1 追加対策効果判定のための面的調査フロー

8.3 アンカー新規施工を行ったり面

新規施工されたアンカーのり面に対する評価は、図 8.3.1 のフローに従って実施する。

アンカーが新規施工されたのり面において、今後の維持管理を行う上で必要となる緊張力分布の初期値を求めるための面的調査を必要に応じて実施する。

アンカーは施工後初期に緊張力が低下することが考えられるため、施工後 1 年程度に再調査を実施し、施工後の緊張力低下の程度を求め、アンカーの健全性評価および維持管理のためのデータとして利用することも考える。

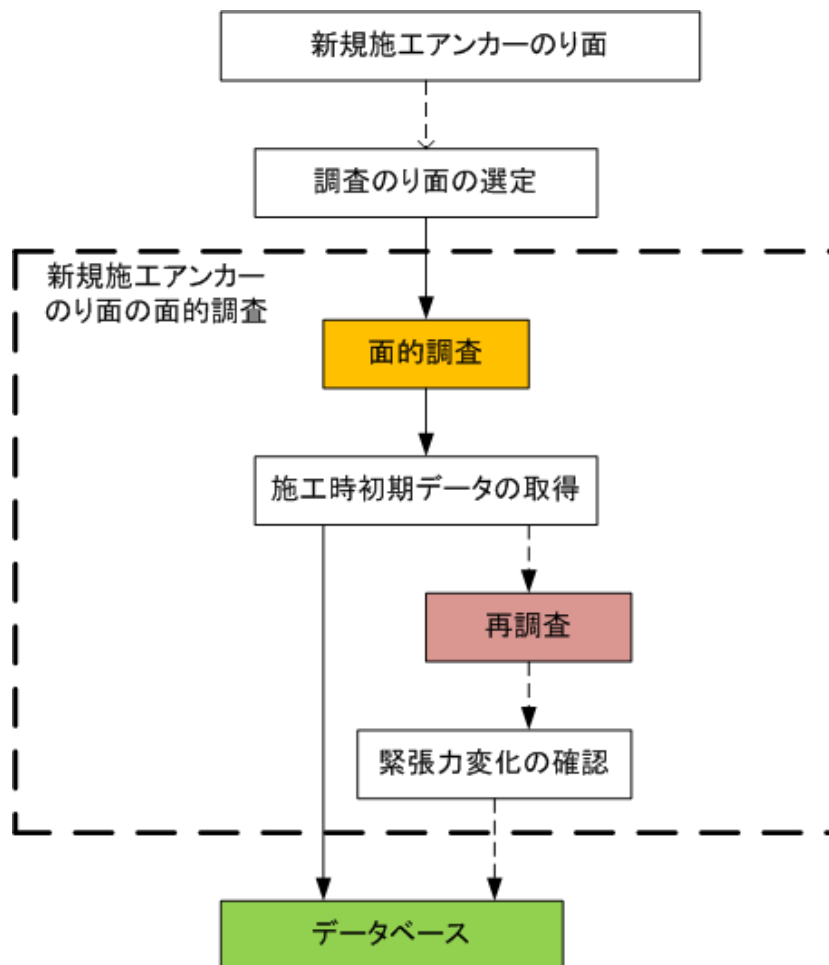


図 8.3.1 新規施工アンカーのり面の面的調査フロー

参考文献

- 1) グラウンドアンカー工法設計施工指針，森北出版，1996
- 2) 道路防災カルテ作成・運用要領，(財)道路保全技術センター，1996
- 3) グラウンドアンカー設計・施工基準同解説，地盤工学会，2000
- 4) グラウンドアンカー工の点検及び健全度調査マニュアル(案)，日本道路公団，2002
- 5) グラウンドアンカー施工のための手引書，日本アンカー協会，2003
- 6) グラウンドアンカー工保全のための SAAM ジャッキを用いたリフトオフ試験マニュアル(案)，全国地質調査業協会連合会，2008
- 7) 道路防災点検の手引き（豪雨・豪雪等），(財)道路保全技術センター，2007
- 8) グラウンドアンカー維持管理マニュアル，鹿島出版会，2008
- 9) 道路土工（要綱，切土工・斜面安定工指針），(独)日本道路協会，2009
- 10) 酒井俊典・中村和弘・福田雄治・竹家宏治：小型・軽量新型アンカーメンテナンスジャッキの開発，地盤工学会誌，55(4)，39-41，2007
- 11) 酒井俊典・中村和弘・福田雄治・山崎尚明・柳川亨史・常川善弘：アンカーリフトオフ試験における載荷速度の影響，第42回地盤工学研究発表会講演集，1389-1390，2007
- 12) 酒井俊典・山崎尚明・福田雄治・船井孝誠・柳川亨史・常川善弘：新型メンテナンスジャッキを用いたグラウンドアンカーリフトオフ試験について，平成19年度農業農村工学会全国大会講演集，726-727，2007
- 13) 福田雄治・酒井俊典・中村和弘：新型メンテナンスジャッキを用いたグラウンドアンカーリフトオフ試験，第62回土木学会年次学術講演会講演概要集，Ⅲ，139-140，2007
- 14) 酒井俊典・山崎尚明・福田雄治・柳川亨史・常川善弘：小型・軽量，新型アンカーメンテナンスジャッキを用いたグラウンドアンカー工の面的調査について，斜面防災対策技術フォーラム‘07講演集，67-68，2007
- 15) M. Ono, N. Yamasaki, Y. Fukuda, K. Yanagawa, Y. Tsunekawa, M. Nagano and T. Sakai : Study of Constructing Asset Management System for Ground Anchor, 社会マネジメントシステム学会，2008
- 16) 酒井俊典・中村和弘・山崎尚明・福田雄治・常川善弘：SAAM ジャッキを用いたアンカー残存引張り力の調査方法，技術e-フォーラム講演集，B-6 46，2008
- 17) 酒井俊典・福田雄治・常川善弘・山崎尚明・柳川亨史：SAAM ジャッキを用いたグラウンドアンカーのリフトオフ試験，第43回地盤工学研究発表会講演集，1361-1362，2008
- 18) 酒井俊典・常川善弘・福田雄治・永野正展：SAAM ジャッキを用いた既設アンカー法面の面的調査，第20回中部地盤工学シンポジウム論文集，119-122，2008
- 19) 酒井俊典・常川善弘・福田雄治・永野正展：SAAM ジャッキを用いたアンカー残存引張り力の調査方法，地盤工学会誌，56(12)，42-45，2008
- 20) 酒井俊典・常川善弘・後藤大輔・福田雄治：既設グラウンドアンカーに対する面的調査方法の検討，第44回地盤工学研究発表会講演集，1101-1102，2009
- 21) 酒井俊典・常川善弘・關泰史・藤原優・竹本将・横田聖哉・竹家宏治・福田雄治：リフトオフ試験の荷重一変位曲線の勾配と残存引張り力の関係，第44回地盤工学研究発表会講演集，1103-1104，2009

- 22) 酒井俊典・常川善弘・横田聖哉・竹本将・藤原優：SAAM ジャッキを用いた既設グラウンドアンカーの残存引張り力調査について， 第 54 回地盤工学シンポジウム， 263-268， 2009
- 23) 酒井俊典・常川善弘・藤原優・竹本将・横田聖哉：SAAM ジャッキを用いたグラウンドアンカーにおける既設ロードセルの検定， 第 64 回土木学会年次学術講演会講演， VI， 713-714， 2009
- 24) 酒井俊典・常川善弘・藤原優・竹本将・横田聖哉・福田雄治：既設グラウンドアンカー緊張力と残存引張り力の関係について， 第 64 回土木学会年次学術講演会講演概要集， VI， 711-712， 2009
- 25) 常川善弘・酒井俊典・小野誠・山崎尚明：グラウンドアンカーの初期緊張力管理について， 技術 e-フォーラム講演集， B-6 46， 2009
- 26) 小野誠・山崎尚明・常川善弘・酒井俊典：小型軽量ジャッキを用いたグラウンドアンカー緊張力の調査および管理方法について， 斜面防災対策技術フォーラム講演集， 37-38， 2009
- 27) 酒井俊典・常川善弘・小野誠他：SAAM ジャッキを用いたリフトオフ試験の有効性， 地盤工学会誌， 57(19)， 46-47， 2009

参考資料

- 参考資料－1 アンカー座標位置の取得方法
- 参考資料－2 面的分布図作成例
- 参考資料－3 アンカー緊張力分布調査結果
- 参考資料－4 調査報告書とりまとめ例
- 参考資料－5 リフトオフ試験自動計測事例
- 参考資料－6 面的調査における安全管理事例
- 参考資料－7 ロッククライミング用具を用いた安全対策事例

参考資料-1 アンカー座標位置取得手法

面的分布図の作成に必要となるアンカー座標位置は、データベース化を行う上で絶対位置参照が好ましいが、提供されない場合には既存資料の利用を考える。

1. アンカー座標の取得方法

面的調査を実施し、のり面の緊張力分布を作成するにあたりアンカー位置座標が必要となる。アンカーの位置座標は、アンカーの緊張力データだけでなく、地形・地質・土質等のデータも入力可能な絶対位置参照が可能な座標系で入力することが好ましい。しかし、道路台帳や防災点検カルテ等の既存資料は絶対位置座標で提供されておらず、新たに絶対位置座標を求めるには GPS 機器等が必要であるため、面的緊張力分布を描く場合には、既存資料の図面あるいはデジタルデータを利用する方法を考える。アンカーのり面の展開図等の図面が紙でしか提供されない場合には、それをスキャナで読み取り画像情報として用いることや、図面が全く無い場合には現地で写真を撮影しそれをもとにアンカーの座標（写真座標）を決定する方法などを検討する。また、実際のアンカー位置と既存資料とが異なっていることも考えられ、アンカー座標位置の取得にあたっては必要に応じて下記の方法について検討を行う。

2. 絶対座標での座標取得手法

2.1 高精度 GPS 観測

高精度（1～2cm 精度）で簡単に座標を取得するには、測量用の高精度 GPS を用いて、アンカー毎に測定する手法が最も好ましい。高精度を実現させるために、国土地理院の設置している電子基準点の情報を参照データとして用いる。一般にこの観測手法は、干渉測位と呼ばれ、中でも VRS 方式や FKP 方式は、多数の電子基準点の情報を参照するために安定した観測が可能となっている。

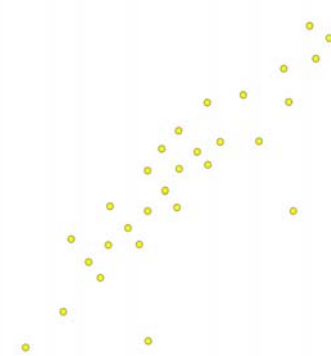
(1)RTK 観測

携帯電話回線を通して、電子基準点データを受信しながら観測を行う手法である。数分間の観測で数 cm の精度で観測が可能である。ただし、携帯電話回線のサービスエリア内でなければならない。また、リアルタイムで電子基準点データを解析するサービスを受ける必要があり、回線使用量も非常にかかるために最も高コストで高精度の手法である。

(2) Static 観測

携帯電話回線が利用できない場合、後処理によって高精度の位置情報を解析することが出来る。現地で 10 分程度静止した状態で GPS 観測を行うことで、数 cm の精度で観測が可能である。解析のためには、専用のソフトウェアと国土地理院の電子基準点データが必要である。

参・図 1.1 は、愛媛県八幡浜市田浪地区において GPS Static VRS 観測を行った観測風景とその結果である。



参・図 1.1 GPS 観測風景と観測結果

2.2 ディファレンシャル GPS 観測を用いる方法

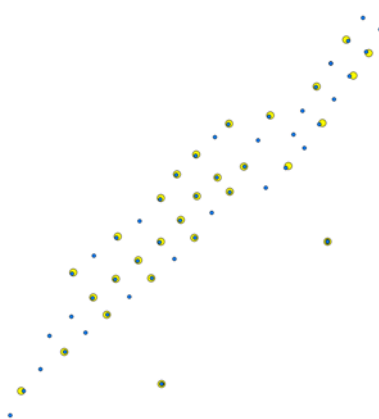
ディファレンシャル GPS 観測によって数 m の精度で座標を取得することが可能である。ディファレンシャル測位は、補正情報を FM 波や中波の電波を受信して測位する方法で、海上保安庁は、現在船舶のナビゲーション用に中波を利用したサービスを行っている。中波を利用するため、山間部でも受信可能であるものの、このサービスに対応した GPS は少なく数十万円と少々高価ではあるが、1m 程度の精度で観測することが出来き、アンカーの位置情報取得には適した機材といえる。

2.3 相対座標での座標取得手法

(1) トータルステーションを用いる方法

トータルステーションは、水平角・鉛直角の測量に加えて、対象物までの距離を光波やレーザを用いて測る機器である。測量の作業は技術を要するが、これを用いれば、アンカーの 3 次元での位置を 1cm 未満の精度で測ることが出来る。絶対座標が分かっている既知の基準点 2 点から測量することで絶対座標での位置情報に変換することが出来る。また、レーザが搭載されたトータルステーションであれば、反射板やプリズムを測量の対象物に設置する必要はなく、対象物自身にレーザを照射することで測定が出来るため、測量の効率は非常によい。

参・図 1.2 は、愛媛県八幡浜市田浪地区においてトータルステーションによる測量を行った測量風景とその結果である。



参・図 1.2 トータルステーション観測風景と観測結果

(2) デジタル写真測量による方法

デジタル写真測量は、対象物を二方向から撮影することで三次元計測を行うものである。近年、デジタルカメラが進歩して来たことから、非常に高精度で測定できるようになって来ている。1000 万画素を越えるデジタル一眼レフカメラにおいてレンズ歪みの補正を行えば、トータルステーションなみの測角精度を有している。デジタル写真測量のためのソフトウェアもいくつか販売されており、これらのソフトウェアを用いれば、容易に写真測量を行うことが出来る。

デジタル写真測量では、基準点はなくとも、ある 2 点間の距離が分かっているれば、相対的な座標を計測することが出来、2 点の絶対座標を与えれば、相対座標から絶対座標に変換することも可能である。

(3) デジタルカメラ画像を直接用いる方法

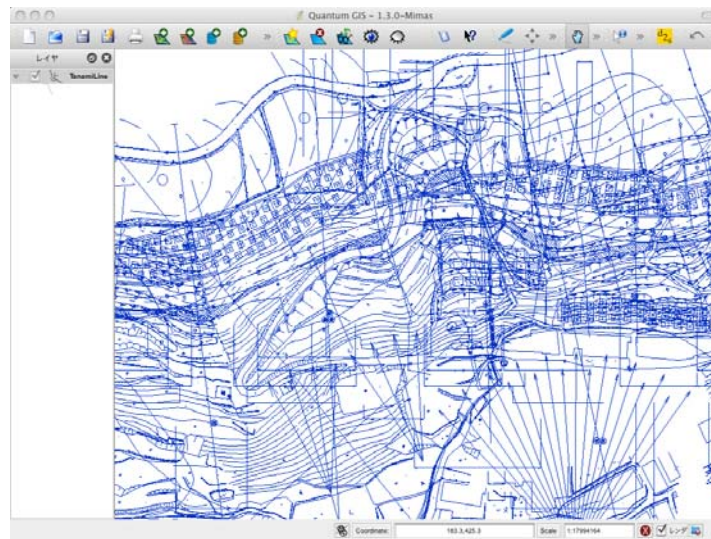
現地の風景をデジタルカメラで撮影し、撮影されたアンカーの画像座標を位置情報として利用する方法である。ただし、地形の状況や植生の状況により、現地の全景を撮影できる場所があるかどうか問題となる。調査地点が広範囲の場合には、複数の写真を繋ぎ合わせる等の工夫が必要である。



参・図 1.3 デジタルカメラ画像におけるアンカーの位置

(4) 道路台帳や防災点検カルテの図面を用いる方法

道路台帳や道路防災点検カルテの図面の地図においてアンカーの位置がデジタル化されている場合、アンカー座標データの取得が可能である。道路台帳や道路防災点検カルテが紙地図等でデジタル化されていない場合、まずスキャナにより画像化させることも考える。参・図 1.4 は、田浪地区における道路台帳データを GIS 上に表示したものである。現在、道路台帳データが CAD 形式で保存されている場合、他のデータと重ね合わせるためには絶対座標への変換が必要となる。



参・図 1.4 道路台帳におけるアンカーの位置

参考資料-2 面的分布図の作成例

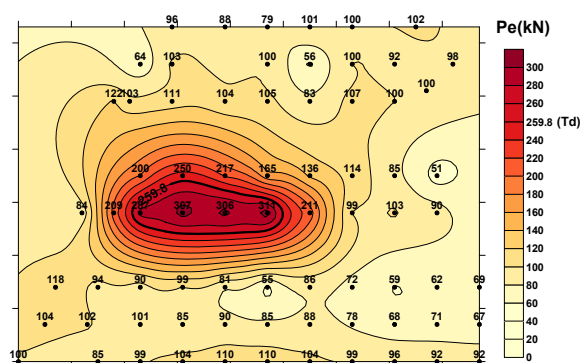
1. 緊張力分布図

緊張力の面的調査を実施し，求まった残存引張り力を基に分布図の作成を行うにあたり，のり面の健全性および追加対策等の評価を行う資料とする際，必要に応じて参・表 2.1.1 に示す 7 種類の分布図の作成を考える．

参・表 2.1 緊張力の面的分布図一覧

	項 目	記号
1	残存引張り力分布図	P_e
2	設計アンカー力比分布図	R_{td}
3	定着時緊張力比分布図	R_{pt}
4	降伏点荷重比分布図	R_{yus}
5	許容アンカー力比分布図	R_{ta}
6	ひずみ量分布図	ε_s
7	アンカー理論伸び量分布図	δ_e

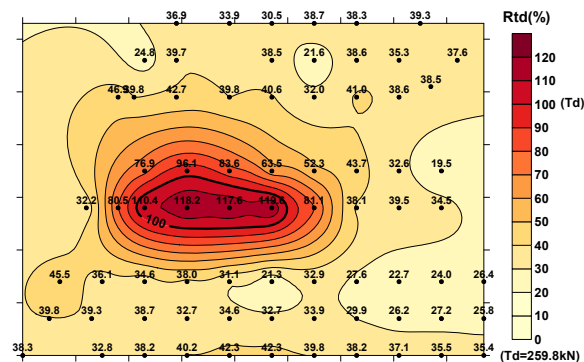
- 1) 残存引張り力分布図 (P_e)：調査により求まった残存引張り力(P_e)の結果を基に分布図を作成する．分布図のコンターは 0kN から最大残存引張り力程度までを 15 段階程度に区分する．



参・図 2.1 残存引張り力分布図例 (P_e)

- 2) 設計アンカー力比分布図(R_{td})：設計アンカー力(T_d)に対する調査で求めた残存引張り力の比率を求め分布図を作成する．分布図のコンターは設計アンカー力の 120%まで $0.1T_d$ 毎に区分する．

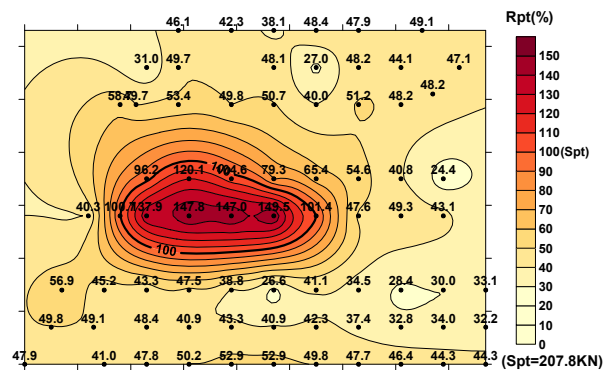
$$R_{td}=P_e/T_d \times 100(\%)$$



参・図 2.2 設計アンカー力比分布図例(R_{td})

- 3) 定着時緊張力比分布図(R_{pt})：定着時緊張力(P_t)が明らかな場合には，定着時緊張力に対する調査で求めた残存引張り力の比率を求め分布図を作成する．分布図のコンターは定着時緊張力 P_t の 150%まで $0.1T_d$ 毎に区分する．

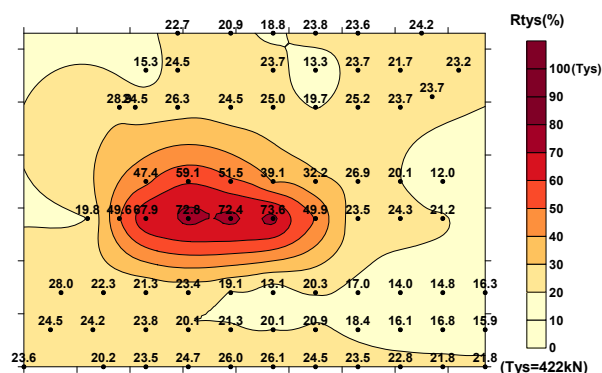
$$R_{pt}=P_e/P_t \times 100(\%)$$



参・図 2.3 定着時緊張力比分布図例(R_{pt})

- 4) 降伏点荷重比分布図(R_{tys})：アンカーの降伏点荷重 (T_{ys}) に対する調査で求めた残存引張り力の比率を求め分布図を作成する．分布図のコンターは $1.0T_{ys}$ まで $0.1T_{ys}$ 毎に区分する．

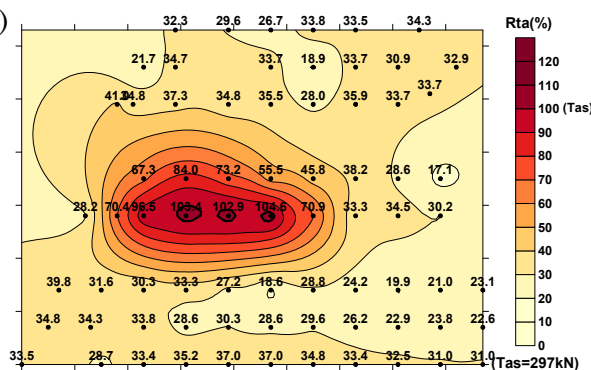
$$R_{tys}=P_e/T_{ys} \times 100(\%)$$



参・図 2.4 降伏点荷重比分布図例(R_{tys})

- 5) 許容アンカー力比分布図(R_{ta}): アンカーの許容アンカー力 (T_a) に対する調査で求めた残存引張り力の比率を求め分布図を作成する. 分布図のコンターは $1.2T_a$ まで $0.1T_a$ 毎に区分する.

$$R_{ta} = P_e / S_{ta} \times 100(\%)$$

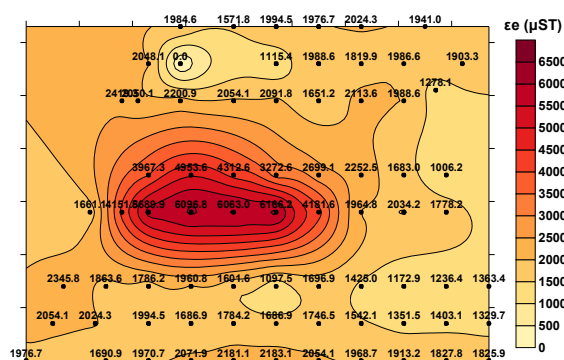


参・図 2.5 許容アンカー力比分布図例(R_{ta})

- 6) ひずみ量分布図(ϵ_s): 調査で求めた残存引張り力 P_e を基に, アンカー材料の断面積および弾性係数からひずみ量を求め分布図を作成する. 分布図のコンターは 0%から最大ひずみまでを 15 段階程度に区分する.

$$\epsilon_s = P_e / (A \times E)$$

A: アンカー材料の断面積(m^2), E: アンカー材料の弾性係数(kN/m^2)

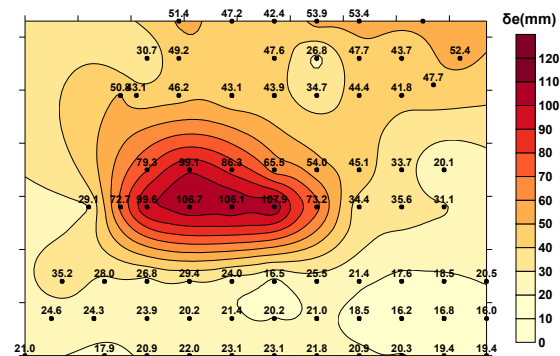


参・図 2.6 ひずみ量分布図例(ϵ_s)

- 7) アンカー理論伸び量分布図(δ_e): ひずみ量およびアンカー長を基に, みかけのアンカーののび量を求め分布図を作成する. 分布図のコンターは 0mm から最大のび量までを 15 段階程度に区分する.

$$\delta_e = \epsilon_s \times L \times 1000(mm)$$

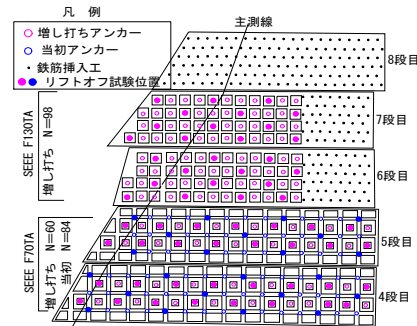
L: アンカー材料のアンカー長(m)



参・図 2.7 アンカー理論伸び量分布図例(δ_e)

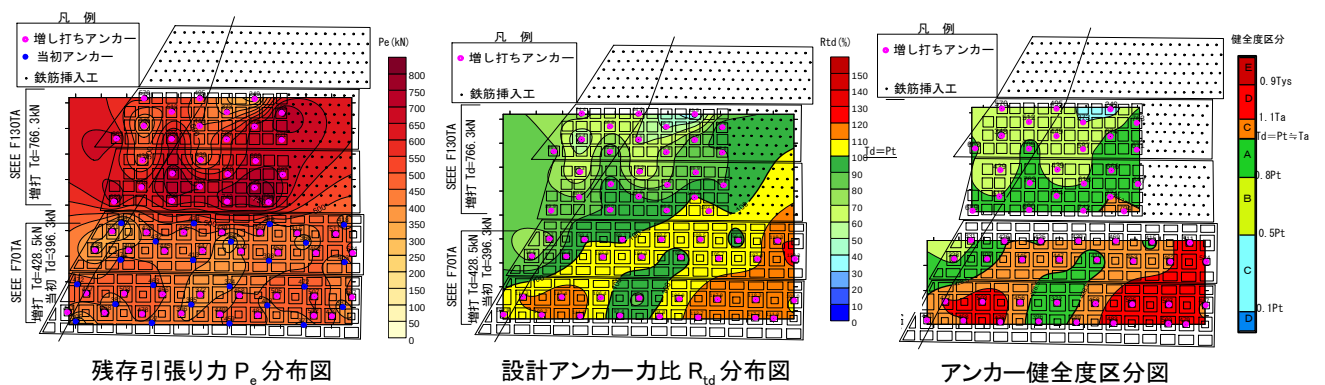
2. アンカー健全度区分および緊張力変化評価例

増し打ちアンカーによる追加対策を実施したのり面を対象に、面的調査による追加対策および緊張力変化に関する緊張力分布図およびアンカー健全度区分図の例を示す。（本のり面は、当初アンカーについて平成9年にリフトオフ試験が実施されている。）



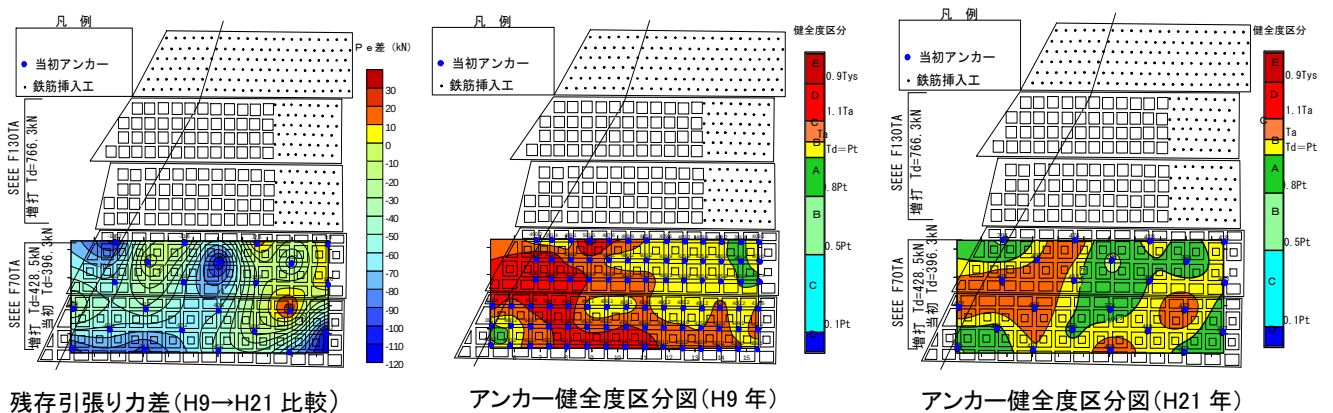
参・図 2.8 アンカー工配置図と試験位

2.1 追加対策の効果判定およびアンカー健全度の評価例



参・図 2.9 追加対策（増打ちアンカー）の効果判定評価例

2.2 当初施工アンカーの緊張力の経時変化およびアンカー健全度変化の評価例

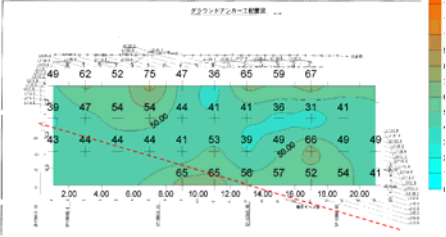
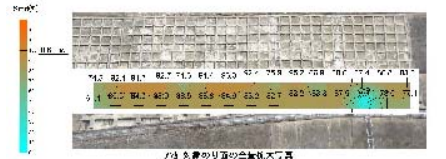
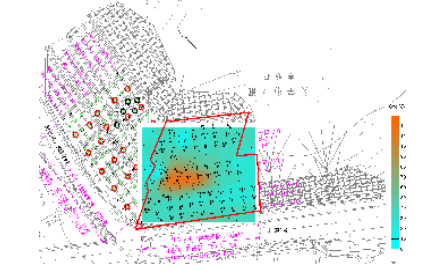
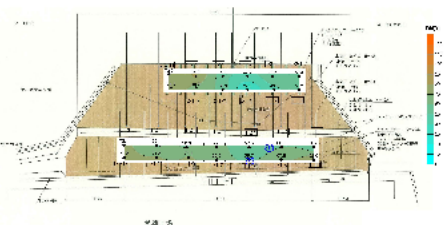


参・図 2.10 当初アンカーのアンカー緊張力経時変化評価例

参考資料-3 アンカー緊張力分布調査結果

平成 20・21 年度の国土交通省建設技術研究開発助成による「SAAM ジャッキを用いた効果的なアンカーのり面の保全手法の開発」において調査を実施し、得られたアンカー緊張力分布図を以下に示す。

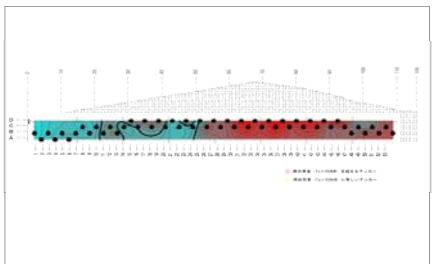
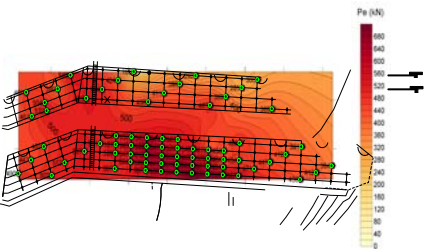
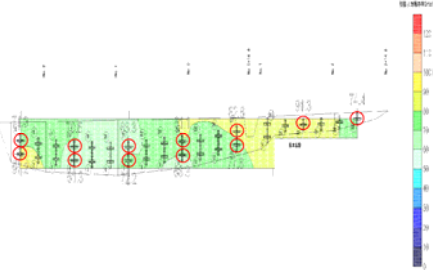
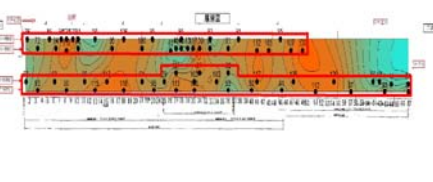
参・表 3.1 アンカー緊張力分布図調査結果一覧表

	施工アンカー:KTB K6-3H 施工年度:平成 18 年度 リフトオフ試験年度:平成 20 年 11 月 試験本数／施工本数:37 本/145 本(25.5%) 設計アンカー力 Td:345.0kN 地質:泥岩 使用ジャッキ:SAAMJ-N 600, SAAMJ-N1000
	施工アンカー:SEEE F40UA 施工年度:平成元年度 リフトオフ試験年度:平成 20 年度 12 月 試験本数／施工本数: 30 本/30 本(100%) 設計アンカー力 Td:216.4kN 地質:凝灰角礫岩 使用ジャッキ:SAAMJ-N 300
	施工アンカー:SEEE F50TA 施工年度:平成元年度 リフトオフ試験年度:平成 20 年度 10 月 試験本数／施工本数: 73 本/75 本(97.3%) 設計アンカー力 Td:259.8kN 地質:砂岩, シルト岩 使用ジャッキ:SAAMJ-N 600
	施工アンカー:VSLE5-2, EHD5-3 施工年度:平成 14 年度, 18 年度 リフトオフ試験年度:平成 20 年度 10 月 試験本数／施工本数: 26 本/48 本(54.2%) 設計アンカー力 Td:125.7～242.7kN 地質:黒色片岩, 砂質片岩 使用ジャッキ:SAAMJ-F430

参・表 3.2 アンカー緊張力分布図調査結果一覧表

	施工アンカー: KTB K5-3H 施工年度: 平成 17 年度 リフトオフ試験年度: 平成 21 年 11 月 試験本数/施工本数: 42 本/185 本 (22.7%) 設計アンカー力 Td: 305.3kN 地質: 結晶片岩 使用ジャッキ: SAAMJ-N 600
	施工アンカー: VSLE5-3, VSL5-5 EHD4-3, EHD4-4 施工年度: 平成 15 年度 リフトオフ試験年度: 平成 21 年 9 月 試験本数/施工本数: 55 本/158 本 (34.8%) 設計アンカー力 Td: 291.3~340kN 地質: 砂岩頁岩 使用ジャッキ: SAAMJ-N600
	施工アンカー: SEEE F70TA, SEEE F130TA 施工年度: 平成 9 年度 リフトオフ試験年度: 平成 21 年 10 月 試験本数/施工本数: 80 本/242 本 (33.1%) 設計アンカー力 Td: 395~766.3kN 地質: 砂岩泥岩 使用ジャッキ: SAAMJ-N600, SAAMJ-N1000
	施工アンカー: SEEE F160MA, SEEE F130MA, SFL-2, SFL-3 施工年度: 平成 20 年度 リフトオフ試験年度: 平成 21 年 11 月 試験本数/施工本数: 49 本/408 本 (10.0%) 設計アンカー力 Td: 173.6~939.6kN 地質: 砂岩泥岩 使用ジャッキ: SAAMJ-N600, SAAMJ-N1000
	施工アンカー: KTB K6-3H 施工年度: 平成 21 年度 リフトオフ試験年度: 平成 21 年 10 月 試験本数/施工本数: 47 本/47 本 (100%) 設計アンカー力 Td: 398.7kN 地質: 結晶片岩 使用ジャッキ: SAAMJ-N600

参・表 3.3 アンカー緊張力分布図調査結果一覧表

	施工アンカー: SEEE F70TA, SEEE F40TA 施工年度: 平成 13 年度 リフトオフ試験年度: 平成 21 年 12 月 試験本数/施工本数: 53 本/53 本 (100%) 設計アンカー力 Td: 194~389kN 地質: 泥岩 使用ジャッキ: SAAMJ-N300, SAAMJ-N600
	施工アンカー: SEEE F50TA 施工年度: 平成 7 年 11 月 リフトオフ試験年度: 平成 21 年 12 月 試験本数/施工本数: 23 本/61 本 (37.7%) 設計アンカー力 Td: 250kN 地質: 泥質片岩 使用ジャッキ: SAAMJ-N600
	施工アンカー: SEEE F100TA 施工年度: 平成 6 年度 リフトオフ試験年度: 平成 22 年 2 月 試験本数/施工本数: 70 本/171 本 (41.5%) 設計アンカー力 Td: 492.5~545.8kN 地質: 緑色片岩・泥質片岩 使用ジャッキ: SAAMJ-N1000
	施工アンカー: EHD-3 施工年度: 平成 17 年度 リフトオフ試験年度: 平成 20 年 7 月 試験本数/施工本数: 12 本/33 本 (36.3%) 設計アンカー力 Td: 288.4kN 地質: 花崗岩 使用ジャッキ: SAAMJ-F430
	施工アンカー: SEEE F100UA, SEEE F50UA, SEEE F40UA 施工年度: 平成 13 年度 リフトオフ試験年度: 平成 20 年 9 月, 10 月 試験本数/施工本数: 45 本/243 本 (18.5%) 設計アンカー力 Td: 184.2~498.2kN 地質: 泥岩 使用ジャッキ: SAAMJ-N 300, SAAMJ-N600, SAAMJ-N1000

参考資料-4 調査報告書とりまとめ例

SAAM ジャッキを用いたリフトオフ試験報告書のとりまとめ例を以下に示す。

既設グラウンドアンカー工の健全性評価に関する調査

*****道***地区 KP**~KP**

報 告 書

県市

平成***年***月

***事務所

株式会社**

～ 目 次 ～

1. 調査概要.....	1
2. 実施方針.....	4
2-1. 打合わせ.....	5
2-2. 現状調査.....	5
3. 調査方法.....	6
3-1. アンカー頭部確認およびリフトオフ試験.....	6
3-2. アンカー頭部確認	7
3-3. リフトオフ試験.....	8
3-3-1 搬入・撤去.....	8
3-3-2 載荷計画	8
3-3-3 試験機の設置手順.....	9
3-4. 試験方法.....	11
3-5. 残存引張り力とリフトオフ荷重	12
4. 使用機器一覧表.....	13
5. 試験結果.....	14
5-1. アンカー頭部確認結果.....	14
5-2. リフトオフ試験結果.....	14
5-3. 残存引張り力分布図.....	16
5-4. アンカーのり面の健全度評価.....	18

～ 巻末資料 ～

リフトオフ試験結果データシート
ジャッキキャリブレーション成績書
現場記録写真【頭部確認状況】
現場記録写真【作業状況】

1. 調査概要

- (1) 試験名 : 既設グラウンドアンカー工の健全性評価に関する調査
*****道*****地区 KP**~KP**
- (2) 試験場所 : **県 **市
- (3) 調査期間 : 平成**年**月**日~平成**年**月**日
- (4) 試験目的 : 当調査のり面に施工された既設グラウンドアンカーについて、リフトオフ試験を行い、のり面全体のアンカー状態を把握するとともに、今後の維持管理のための基礎資料とすることを目的とする。
- (5) 試験数量 : 試験の数量を表 1-1 に示す。
尚、詳細は図 1-1.試験位置図, 表 1-2 アンカー諸元を示す。

表 1-1 試験内容一覧表

試験項目	数 量	備 考
リフトオフ試験	44 本	当初調査(試験割合 25.7%)
リフトオフ試験	26 本	追加調査
合計	70 本	施工本数 171 本 (試験割合 40.9%)

- (6) 発注者 : **事務所
*****課
TEL***** FAX*****
- (7) 請負者 : 株式会社**
〒***** **県**市**
TEL***** FAX*****
*****部
TEL***** FAX*****
主任技術者 ** **
担当技術者 ** **

表 1-2.アンカー諸元

項 目	内 容	備 考
施工年度	平成 7 年 3 月	増し打ちアンカー
アンカー工法・規格	SEEE 100TA	のり面勾配 1 : 0.5
試験本数／施工本数	70 本／171 本 (40.9%)	当初調査 44 本 (25.7%) 追加調査 26 本
設計アンカー力 : T_d	492.5kN	
定着時緊張力 : P_t	492.5kN	
引張荷重 : T_{us}	966 kN	
許容アンカー力 : T_a	579.6 kN	$0.6T_{us}$
降伏点荷重 : T_{ys}	826 kN	$0.9T_{ys}=743.4\text{kN}$
アンカー長	13.0m～22.0m	
定着長 l_a	3.0m	

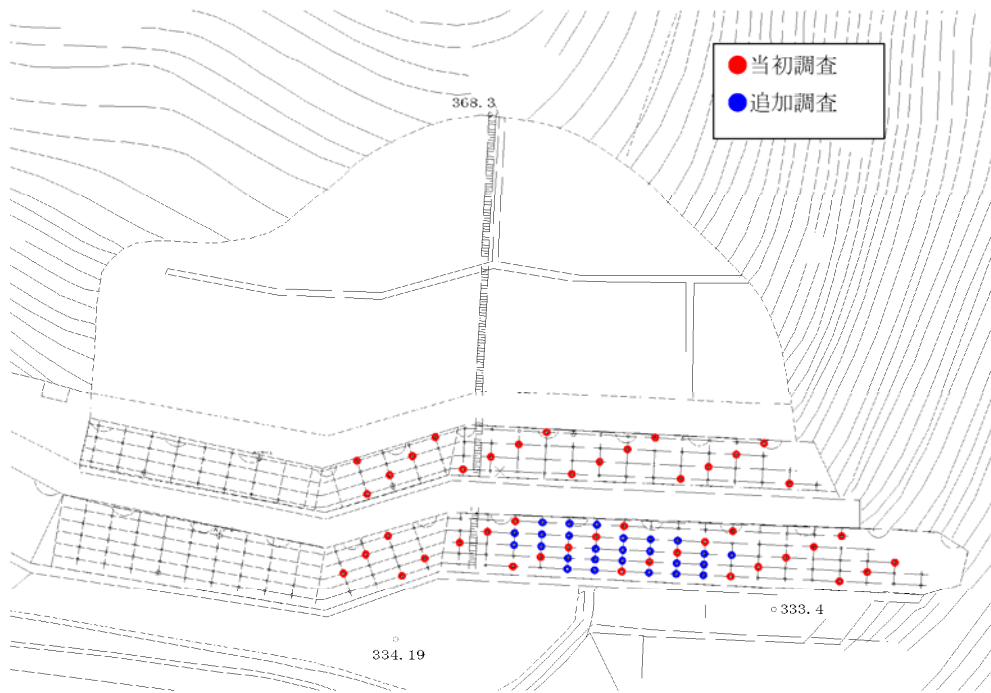


図 1-1.試験位置図

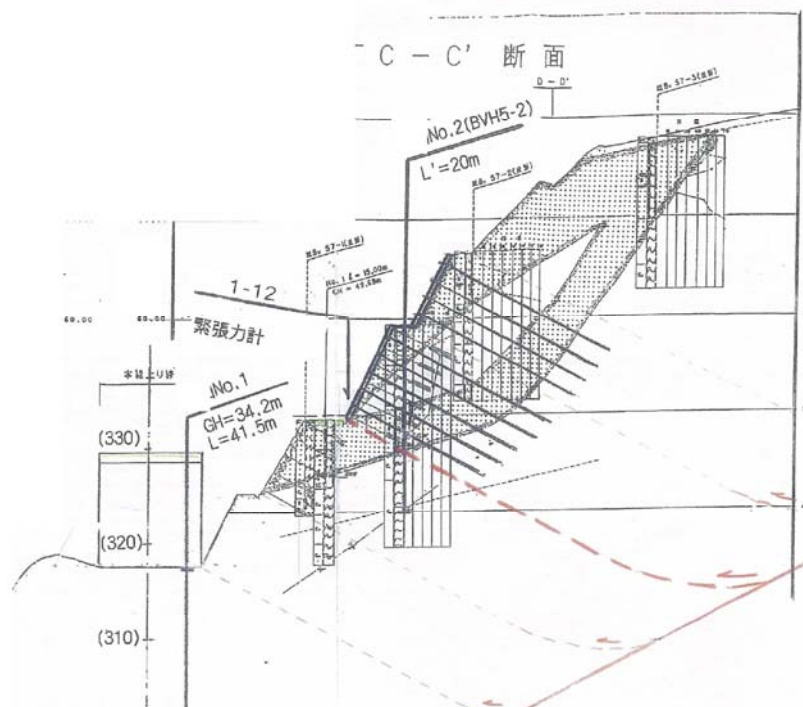
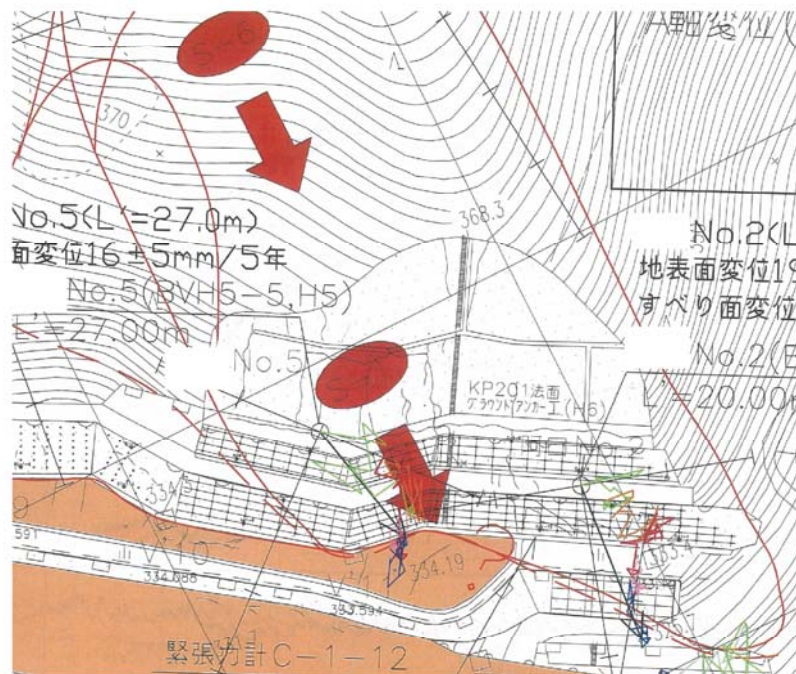


図 1.2 既存資料

2. 実施方針

本調査の実施にあたっては、図 2-1 業務フローにしたがって実施する。

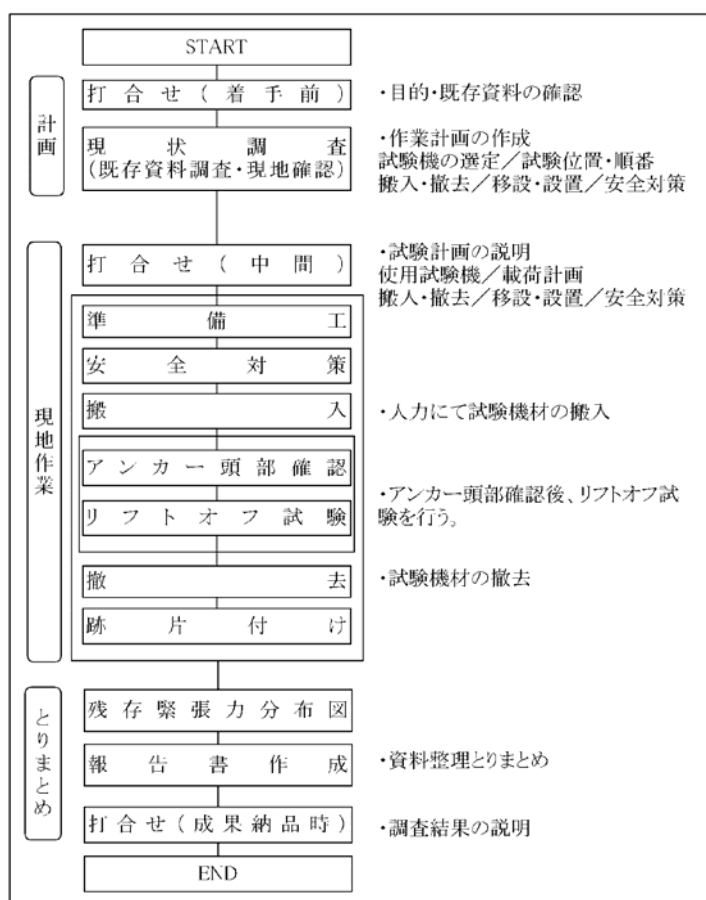


図 2-1 業務フロー

2－1． 打合わせ

打合わせは、基本的に着手時、中間、納品時の3回実施し、必要に応じて中間打合わせを追加する。

(1)着手前打合せ

既設アンカー工の調査目的および既存資料の有無の確認を行う。また、調査時におけるアンカーの引抜け・破断等を含めた不測の事態に備え、緊急時の連絡体制および対応について責任技術者と打合わせを行う。

(2)中間打合せ

現状調査（既存資料調査および現地確認）に基づき、現地点検を行い、リフトオフ試験計画および安全対策の打ち合わせを行う。

(3)納品時打合せ

調査結果の説明など、最終報告を行う。

2－2． 現状調査

リフトオフ試験計画作成のため、既存資料調査および現地確認を行い、施工アンカーの種類や本数、設計アンカー力を確認し、健全性評価に必要な資料を収集する。

尚、必ず現地にて、現状点検およびアンカー頭部確認を行い、現状調査で得た資料と現場が合致しているか確認し、リフトオフ試験機器（ジャッキ・アタッチメント等）の選定、載荷計画および安全対策を含めた作業計画の立案を行う。

3. 調査方法

当調査において、リフトオフ試験を実施する。

3-1. アンカー頭部確認およびリフトオフ試験

アンカー頭部確認およびリフトオフ試験を実施する。

(1) 作業工程

アンカー頭部確認は、リフトオフ試験時に合わせて試験箇所全箇所について実施する。

アンカー頭部確認およびリフトオフ試験の作業工程を図3-2-1に示す。

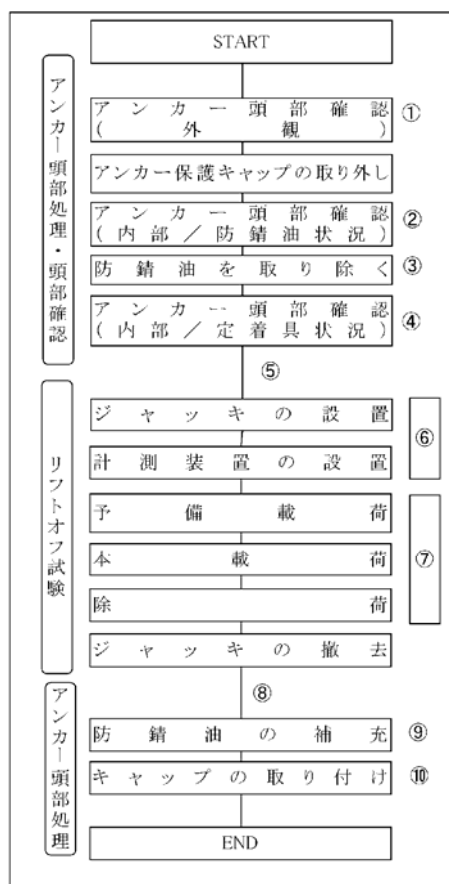


図3-2-1 アンカー頭部確認およびリフトオフ試験作業フロー

3-2. アンカー頭部確認

頭部確認は、面的調査のリフトオフ試験の前に実施し、アンカーキャップを取り外して目視でアンカー頭部の状況確認を行う。

安全に留意して試験を実施する為、リフトオフ試験の実施が可能かどうか、アンカー頭部の余長や劣化・破損の有無についての確認をリフトオフ試験箇所全数について行う。

(1) 調査方法

リフトオフ試験を行う全箇所ではリフトオフ試験前に実施する。アンカー頭部の保護キャップをはずして、目視により、下表の点検項目について確認を行う。尚、各アンカーの頭部状況について写真記録を残す。写真は、次の3項目について撮る。

- ① アンカー頭部外観
- ② 内部状況（防錆油状況）：防錆油の量、変色等
- ③ アンカー定着具状況（防錆油処理後）：アンカー外観、余長等

3-3. リフトオフ試験

リフトオフ試験を実施し、アンカーの残存引張り力を確認する。

3-3-1 搬入・撤去

試験機材の搬入・撤去は、各試験法面の管理用通路から、人力にて行う。

3-3-2 載荷計画

(1) 許容載荷荷重および上限載荷荷重
降伏点荷重の 90%とする。

(2) 載荷計画

表 5-2-1 に載荷計画を示す。

表 5.2.1 載荷計画

載荷 段階	荷重F KN	圧力P MPa	Rtd %	Rpt %	Rta %	Rtys %	備考
1	49.3	5.5	10	10	8	6	
2	98.5	11.0	20	20	17	12	
3	147.8	16.5	30	30	25	18	
4	197.0	22.0	40	40	34	24	
5	246.3	27.5	50	50	42	30	
6	295.5	33.0	60	60	51	36	
7	344.8	38.5	70	70	59	42	
8	394.0	44.0	80	80	68	48	
9	443.3	49.5	90	90	76	54	
10 Td	492.5	55.0	100	100	85	60	設計アンカー力
11	541.8	60.5	110	110	93	66	
12 1.2Td	591.0	66.0	120	120	102	72	許容載荷荷重
Ta	579.6	64.7	118	118	100	70	
1.1Ta	637.6	71.2	129	129	110	77	
0.9Tys	743.4	83.0	151	151	128	90	上限載荷荷重

3-3-3 試験機の設置手順

リフトオフ試験用ジャッキの取り付け手順を示す。

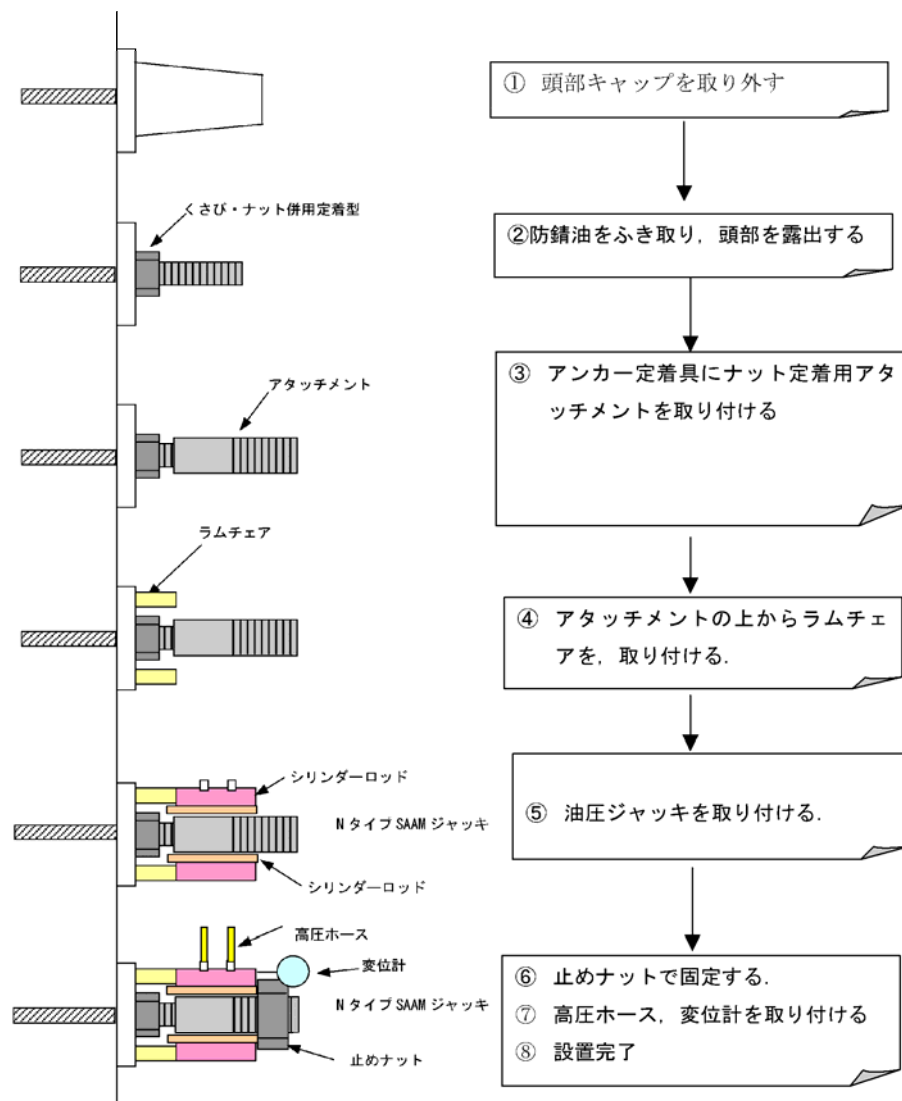


図 3.3.3.1 リフトオフ試験ジャッキ取り付け手順（ナット定着）

表 3.3.3.1. ナット定着方式アンカの設置状況 (N-N タイプ)

	①着手前
	②頭部キャップを取り外し，防錆油を除去する．
	③N-N タイプアタッチメントを取り付ける．
	④ラムチェアーを取り付ける．
	⑤N タイプジャッキを取り付ける．
	⑥止めナット，高圧ホース，変位計を取り付け，設置完了．

3-4. 試験方法

リフトオフ試験における載荷は、予備載荷を行った後、本載荷を行う。

予備載荷は、1回目のリフトオフ試験であり、ジャッキ・アタッチメントおよびラムチェアー等の試験機器の設置時の緩み(セットロス)による変位-荷重曲線への影響を除くために実施する。なお、予備載荷は参考値とし、2回目以降を本載荷とし、残存引張り力は本載荷の値を採用する。

(1)予備載荷

予備載荷は、試験機器設置後、載荷計画に基づきゼロ荷重から載荷を開始し、リフトオフ確認後は、アンカーおよび周辺状況を十分確認の上、許容載荷荷重以内で、残存引張り力 P_e の 1.1 倍程度または、リフトオフ後の直線勾配が評価できる程度 (2.5mm 程度) まで載荷し終了する。載荷終了後は、速やかに除荷を行い、設計アンカー力の 10kN~100kN 程度の初期荷重を残し終了する。

(2)本載荷

本載荷は、予備載荷終了後、速やかに連続して載荷を開始する。なお、予備載荷と本載荷の 1 回目の荷重差が 5%程度以上ある場合や、本載荷時に残留変異が 1mm 程度確認される場合等は、荷重をゼロまで落とさず 2 回目の本載荷を行う。載荷終了後は、速やかに除荷を行い、荷重が 0kN になったことを確認し試験を終了する。

(3)記録

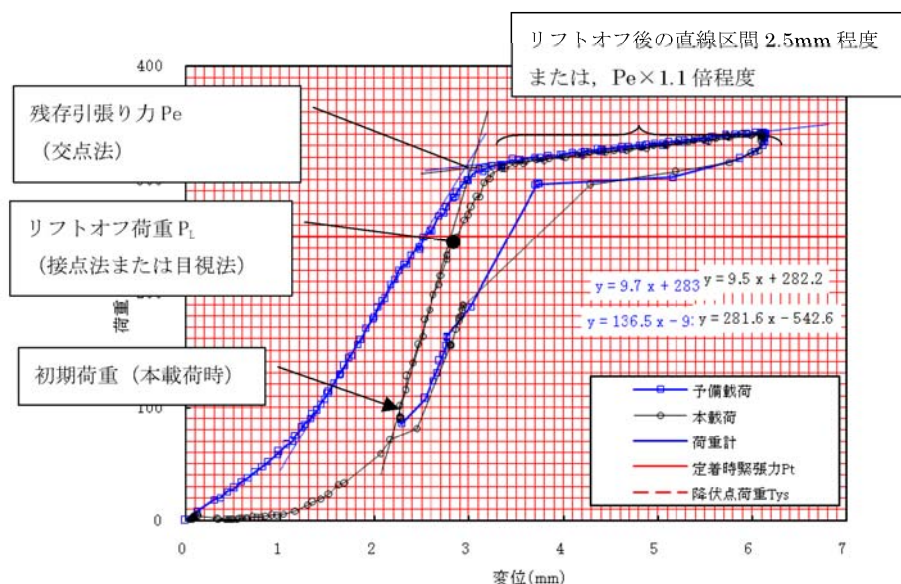
リフトオフ試験時の時間および気温と、載荷計画に基づく荷重段階毎の荷重(圧力)と変位を記録する。

なお、載荷時または載荷完了時に、目視にてリフトオフを実際に行っているか確認する。また、リフトオフ開始点が確認できる場合には、その時点での荷重(圧力)を記録する。特に旧タイプアンカーにおいて、変位-荷重曲線が安定せず、グラフのみでの評価が難しい場合があるため、目視等でリフトオフ開始点を確認しておくことが望ましい。

3-5. 残存引張り力とリフトオフ荷重

残存引張り力は、図 6.3.1.1 に示すようにリフトオフ試験時の荷重-変位関係から求まるリフトオフ前後の直線の交点より求まる値（交点法）を採用する。

なお、リフトオフ後の直線勾配が十分評価できず交点法で評価できない場合は、リフトオフ前の近似直線が荷重-変位関係の曲線と離れ始める荷重（接点法）もしくは、定着具が支圧板から離れはじめたときを目視により確認（目視法）した荷重をリフトオフ荷重として評価する。



- (1)交点法：荷重-変位曲線のリフトオフ前後の近似直線の交点より求める荷重
- (2)接点法：リフトオフ前の近似直線が荷重-変位関係の曲線と離れ始める荷重
- (3)目視法：定着具が支圧板から離れはじめたときに示されるリフトオフ荷重を目視により確認

図 6.3.1.1 リフトオフ荷重の求め方

4. 使用機器一覧表

試験機器について以下に示す.

(1) 油圧ジャッキ

項目	名称	数 量	規格・仕様	質量 (kg)
油圧ジャッキ	SAAMJ-N1000	1 機	最大荷重：1000kN ストローク：10mm	43
付属品	ラムチェア	1 機	SAAMJ-N1000 用,	23.3
	アタッチメント	1 個	N-N φ62-SEEE	8.1
	アタッチメント (止めナット)	1 個	SAAMJ-N1000kN 用	4.9

(2) 油圧ポンプ

項目	名称	数 量	規格・仕様	質量 (kg)
油圧ポンプ	手動油圧ポンプ	1 台	最大圧力：70Mpa	13
付属品	油圧ホース	1 式	10m	3.0

(3) 計測機器

項目	名称	数 量	規格・仕様	質量 (kg)
変位計	ひずみゲージ式ダイヤルゲージ	1 個	ストローク：50mm DDP-50A 東京測器製	0.3
圧力計	油圧センサー	1 個	ひずみゲージ式 100MPa	0.5
集積装置	データロガ	1 式	TC31K 東京測器製	1.5
	スイッチボックス		CSW-5A 東京測器製	
付属品	マグネットスタンド	1 個	支柱 15cm	0.3
パソコン	ノート型パソコン	1 台	タフブック パナソニック製	3.8



5. 試験結果

当調査地において、当初調査（間引き調査）の結果、過緊張領域を確認したため、追加調査を行い、過緊張領域の特定と課緊張度を確認した。調査結果を以下に示す。

5-1. アンカー頭部確認結果

アンカー頭部確認結果を表 5.1.1 に示す。

詳細は、巻末資料の現場記録写真の「頭部確認状況写真」に示す。

表 5.1.1 アンカー頭部確認結果一覧表

面的調査頭部確認結果一覧表

のり段	アンカーNo.	管理No.	アンカー諸元			リフトオフ試験 実施判定	外観 キャップ	防錆油	定着具 （アンカーヘッド）	定着具 （くさび）	余長 （mm）	受圧板 /アンカーブ レート （反力壁）	備考
			アンカー規格	Td(kN)	Pl(kN)								
1段目	C-1-4	C-1-4	SEEEF100TA	496.2	496.2	○	異常なし	色：変色なし/量：良	軽微な錆あり	異常なし	250	異常なし	
	C-1-8	C-1-8	SEEEF100TA	496.2	496.2	○	異常なし	色：変色なし/量：良	軽微な錆あり	異常なし	200	異常なし	
	C-1-9	C-1-9	SEEEF100TA	496.2	496.2	○	異常なし	色：変色なし/量：良	軽微な錆あり	異常なし	180	異常なし	
	C-1-10	C-1-10	SEEEF100TA	496.2	496.2	○	異常なし	色：変色なし/量：良	軽微な錆あり	異常なし	215	異常なし	
	C-1-11	C-1-11	SEEEF100TA	496.2	496.2	○	異常なし	色：変色なし/量：良	軽微な錆あり	異常なし	205	異常なし	
	C-1-12	C-1-12	SEEEF100TA	496.2	496.2	○	異常なし	色：変色なし/量：良	軽微な錆あり	異常なし	220	異常なし	
	C-1-13	C-1-13	SEEEF100TA	496.2	496.2	○	異常なし	色：変色なし/量：良	軽微な錆あり	異常なし	230	異常なし	
	C-1-14	C-1-14	SEEEF100TA	496.2	496.2	○	異常なし	色：変色なし/量：良	軽微な錆あり	異常なし	205	異常なし	
2段目	C-1-16	C-1-16	SEEEF100TA	496.2	496.2	○	異常なし	色：変色なし/量：良	軽微な錆あり	異常なし	205	異常なし	
	C-2-3	C-2-3	SEEEF100TA	496.2	496.2	○	異常なし	色：変色なし/量：良	軽微な錆あり	異常なし	215	異常なし	
	C-2-7	C-2-7	SEEEF100TA	496.2	496.2	○	異常なし	色：変色なし/量：良	軽微な錆あり	異常なし	200	異常なし	
	C-2-9	C-2-9	SEEEF100TA	496.2	496.2	○	異常なし	色：変色有/量：良	軽微な錆あり	異常なし	235	異常なし	
	C-2-10	C-2-10	SEEEF100TA	496.2	496.2	○	異常なし	色：変色有/量：良	軽微な錆あり	異常なし	245	異常なし	
	C-2-11	C-2-11	SEEEF100TA	496.2	496.2	○	異常なし	色：変色有/量：良	軽微な錆あり	異常なし	200	異常なし	
	C-2-12	C-2-12	SEEEF100TA	496.2	496.2	○	異常なし	色：変色有/量：良	軽微な錆あり	異常なし	210	異常なし	
	C-2-13	C-2-13	SEEEF100TA	496.2	496.2	○	異常なし	色：変色有/量：良	軽微な錆あり	異常なし	225	異常なし	
3段目	C-2-14	C-2-14	SEEEF100TA	496.2	496.2	○	異常なし	色：変色有/量：良	軽微な錆あり	異常なし	230	異常なし	
	C-2-15	C-2-15	SEEEF100TA	496.2	496.2	○	異常なし	色：変色有/量：良	軽微な錆あり	異常なし	235	異常なし	
	C-3-1	C-3-1	SEEEF100TA	496.2	496.2	○	異常なし	色：変色有/量：良	軽微な錆あり	異常なし	230	異常なし	
	C-3-5	C-3-5	SEEEF100TA	496.2	496.2	○	異常なし	色：変色有/量：良	錆あり	異常なし	230	異常なし	
	C-3-7	C-3-7	SEEEF100TA	496.2	496.2	○	異常なし	色：変色有/量：良	軽微な錆あり	異常なし	260	異常なし	
	C-3-8	C-3-8	SEEEF100TA	496.2	496.2	○	異常なし	色：変色なし/量：良	異常なし	異常なし	250	異常なし	
	C-3-9	C-3-9	SEEEF100TA	496.2	496.2	○	異常なし	色：変色なし/量：良	異常なし	異常なし	210	異常なし	
	C-3-10	C-3-10	SEEEF100TA	496.2	496.2	○	異常なし	色：変色なし/量：良	異常なし	異常なし	230	異常なし	
	C-3-11	C-3-11	SEEEF100TA	496.2	496.2	○	異常なし	色：変色なし/量：良	異常なし	異常なし	230	異常なし	
	C-3-12	C-3-12	SEEEF100TA	496.2	496.2	○	異常なし	色：変色なし/量：良	異常なし	異常なし	200	異常なし	
	C-3-13	C-3-13	SEEEF100TA	496.2	496.2	○	異常なし	色：変色なし/量：良	異常なし	異常なし	195	異常なし	
	C-3-14	C-3-14	SEEEF100TA	496.2	496.2	○	異常なし	色：変色なし/量：良	異常なし	異常なし	190	異常なし	
	C-3-15	C-3-15	SEEEF100TA	496.2	496.2	○	異常なし	色：変色なし/量：良	異常なし	異常なし	205	異常なし	
	C-3-17	C-3-17	SEEEF100TA	496.2	496.2	○	異常なし	色：変色なし/量：良	異常なし	異常なし	200	異常なし	

5-2. リフトオフ試験結果

リフトオフ試験結果を表 5.2.1 面的調査リフトオフ試験総括表に取りまとめる。

詳細は、巻末資料のリフトオフ試験結果データシートに整理する。

5－3． 緊張力分布図

面的調査結果の緊張力分布図を以下に示す．

5－3－1 残存引張り力分布図

残存引張り力分布図について，図 5.3.1.1 に当初調査結果，図 5.3.1.2 に追加調査結果を示す．

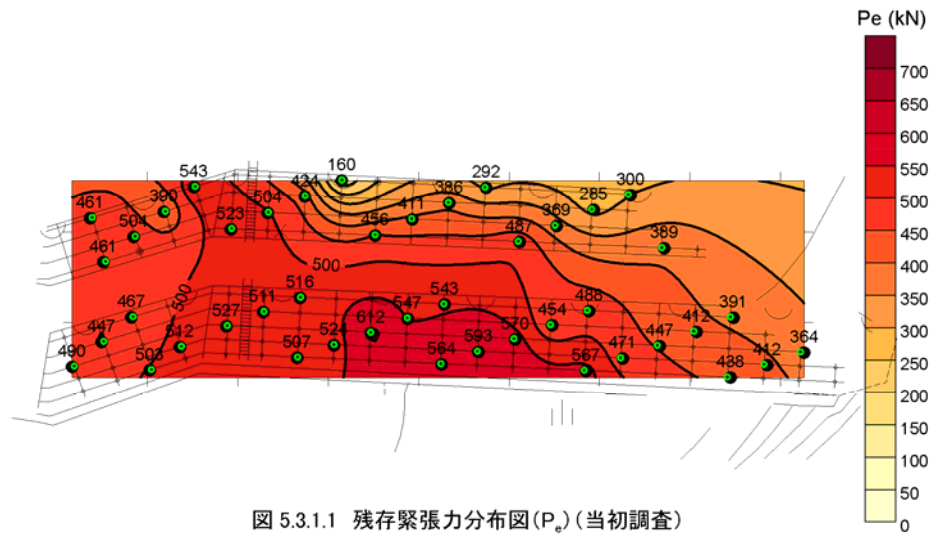


図 5.3.1.1 残存緊張力分布図(P_e) (当初調査)

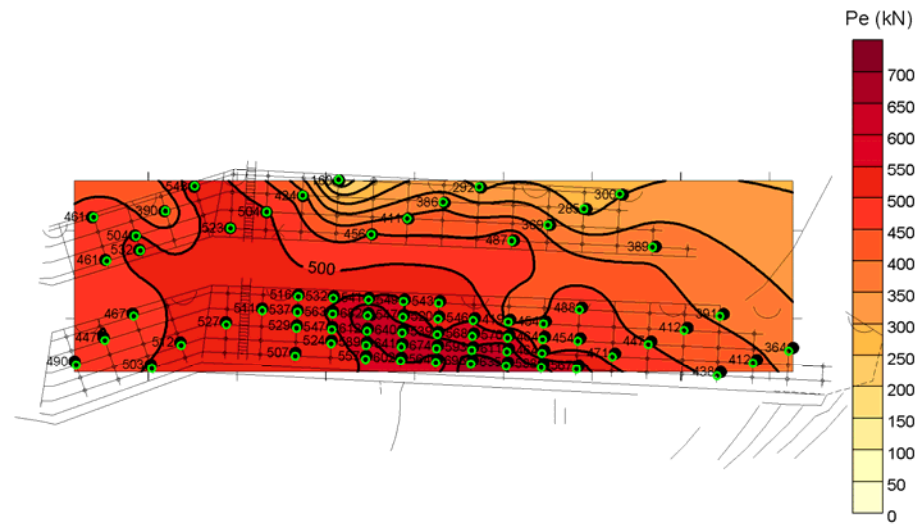


図 5.3.1.2 残存緊張力分布図(P_e) (追加調査)

5-3-2 設計アンカー力比分布図

設計アンカー力比分布図について、図 5.3.2.1 に当初調査結果、図 5.3.2.2 に追加調査結果を示す。

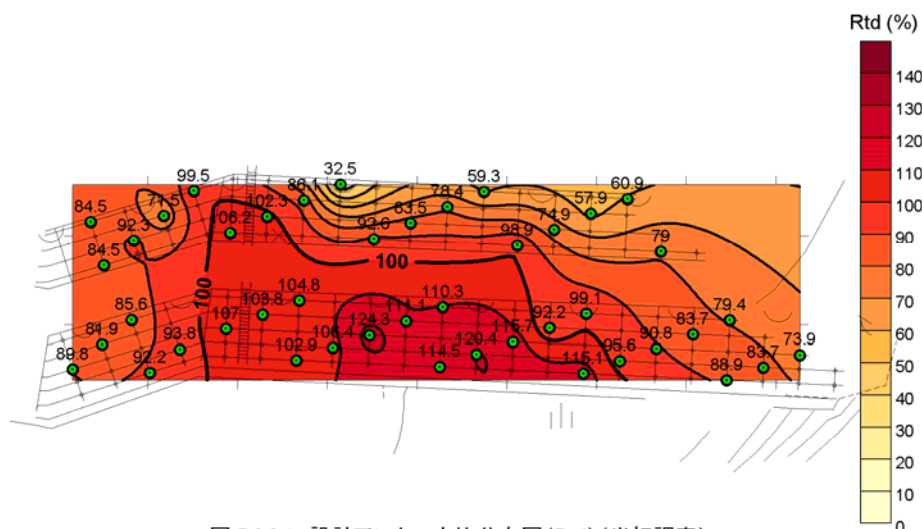


図 5.3.2.1 設計アンカー力比分布図(Rtd) (当初調査)

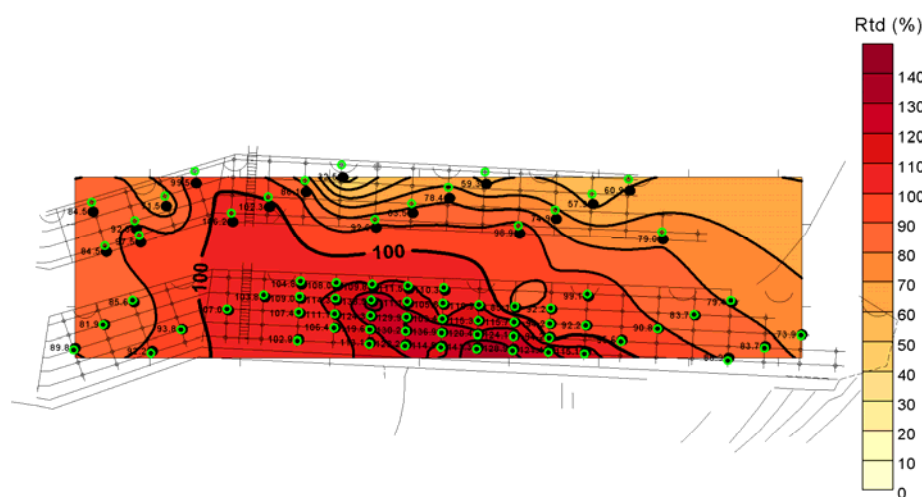


図 5.3.2.2 設計アンカー力比分布図(Rtd) (追加調査)

5-4. アンカーのり面の健全度評価

面的調査により求めたのり面の残存引張り力分布の結果を基にのり面の健全性評価を行う。のり面の健全性評価は、「グラウンドアンカー維持管理マニュアル」に準じ、調査により求めた緊張力の面的分布値および分布領域の結果を基に評価を行う

表 5.4.1 を基に作成したアンカー健全度区分図を図 5.4.1、図 5.4.2 に示す。

表 5.4.1 残存引張り力とアンカー健全度の目安

残存引張り力の範囲	健全度	状 態	対処例
0.9Tys	E	破断の恐れあり	緊急対策を実施
1.1Ta	D	危険な状態になる恐れあり	対策を実施
許容アンカー力(Ta)	C	許容値を超えている	
設計アンカー力(Td)	B		経過観察により対策の必要性を検討
定着時緊張力(Pt)	A	健全	
0.8Pt	A	健全	
0.5Pt	B		経過観察により対策の必要性を検討
0.1Pt	C	機能が大きく低下している	対策を実施
	D	機能していない	

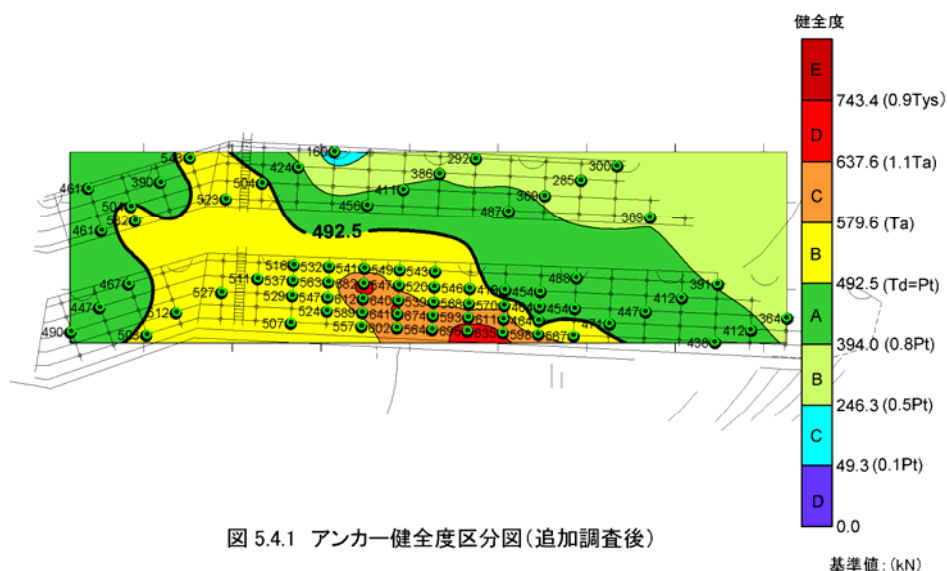


図 5.4.1 アンカー健全度区分図(追加調査後)

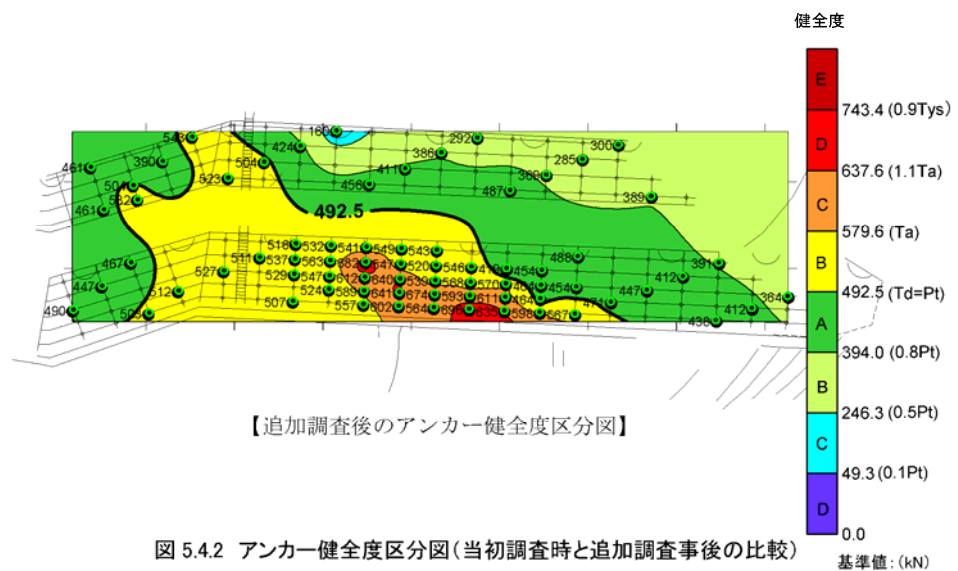
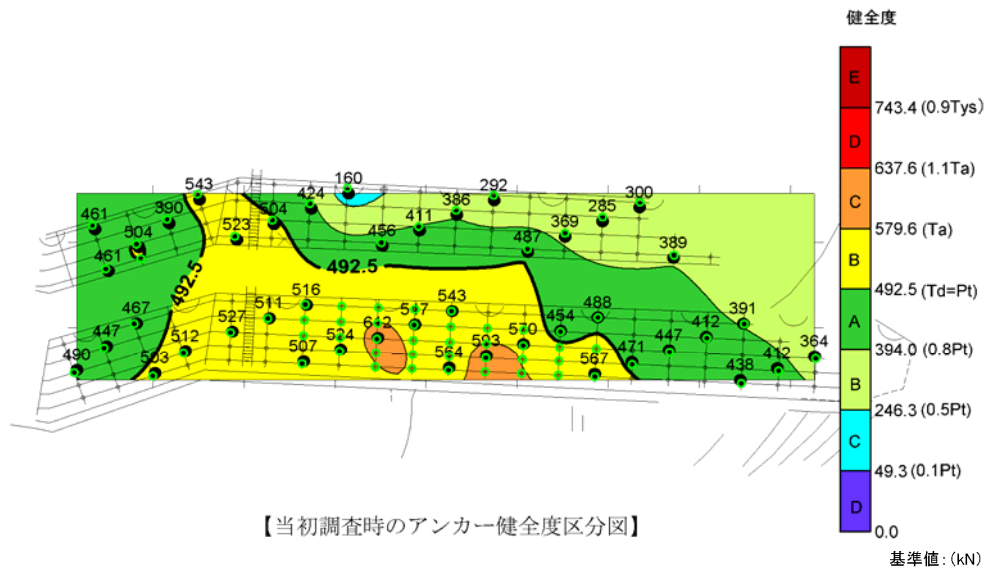


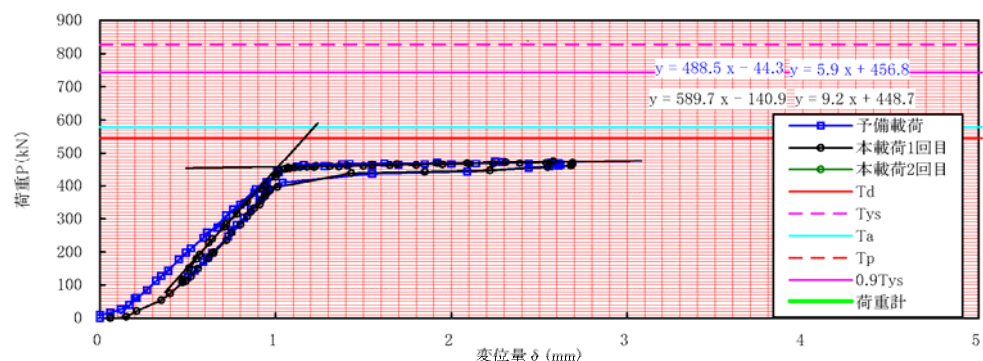
図 5.4.2 アンカー健全度区分図(当初調査時と追加調査事後の比較)

～ 巻 末 資 料 ～

リフトオフ試験結果データシート
ジャッキキャリブレーション成績書
現場記録写真(頭部確認状況)
現場記録写真(作業状況)

【リフトオフ試験結果データシート例】

リフトオフ試験(変位置-荷重曲線)			
業務名	既設グラウンドアンカーの健全度評価に関する調査業務		
業務場所	***道 ***地区 KP***~KP*** (上り線)		
管理者	***県 ***市 ***地区		
請負者	***事務所		
記録者	SAAM 太郎	試験年月日時	20**/**/** 10:05
天候	晴れ	気温	9.5℃
アンカーNo	C-〇-〇		
アンカー工法・タイプ	SEEE工法 F100TA	施工年度	
アンカーキャップタイプ	アルミキャップ	新・旧タイプ	新タイプアンカー
アンカー定着具タイプ	ナット型	受圧板タイプ	のり枠
荷重計	設置年月日		
設計アンカー力: Td(kN)	545.8	降伏点荷重: Tys(kN)	826
定着時緊張力: Pt(kN)	545.8	許容アンカー力: Ta(kN)	579.6
アンカー長: ls(m)	23.0	弾性係数: Es (kN/mm ²)	186
テンドン自由長: lsf(m)	22.5	断面積: As(mm ²)	519.3
定着長: la(m)	3.5	理論伸び率: tan θ	4.3
変位計	DDP-50A	油圧ポンプ(手動・電動)	ENAPAC-70Mpa
圧力計	PG-1TH	油圧ジャッキ	SAAMJ-N1000
測定器	TC-32K		
載荷方法	連続	計測方法	自動
データ測定頻度(sec/回) (kN/回)	1	アタッチメント設置位置	アンカーヘッド
載荷速度(kN/min)			
許容載荷荷重: Tp(kN)	743.4	上限載荷荷重 (kN)	743.4
試験結果	予備載荷	本載荷 1回目	本載荷 2回目
方 法	交点法	交点法	
残存引張り力 Pe (kN)	464	461	
設計アンカー力比 Rtd (%)	85.0	84.5	
定着時緊張力比 Rpt (%)	85.0	84.5	
降伏点緊張力比 Rtys (%)	56.2	55.8	
許容アンカー力比 Rta (%)	80.1	79.5	
ひずみ ε s (μ ST)	4.80E-03	4.77E-03	
テンドン自由長理論伸び量 δ e (mm)	488.5	589.7	
初期荷重 T ₀ (kN)	0	110	
最大試験荷重 Tt (kN)	474	475	
残留変位置 δ p (mm)	-0.45	0.57	
リフトオフ前伸び率(tan θ 1)	488.5	589.7	
リフトオフ後伸び率(tan θ 2)	5.9	9.2	
リフトオフ荷重: PL (kN)	440	435	
荷重計計測値: Peload (kN)			



(備考欄)

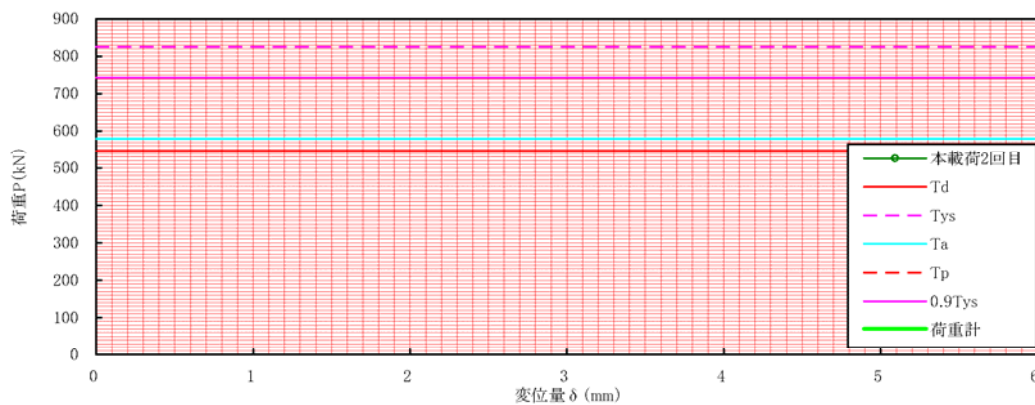
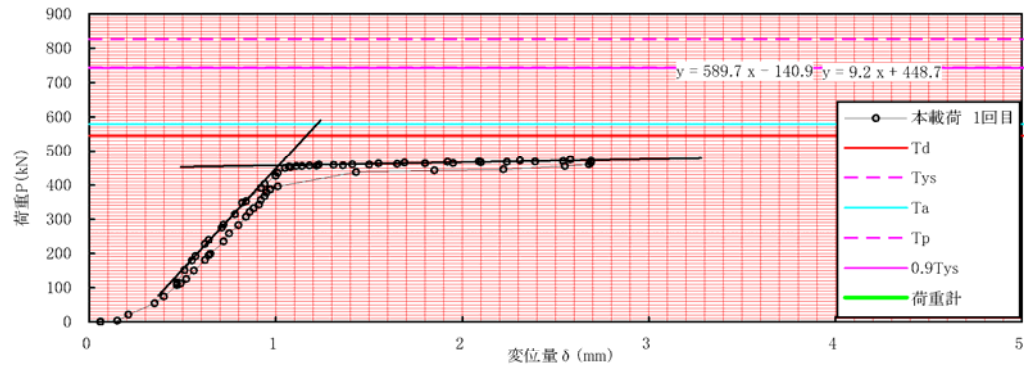
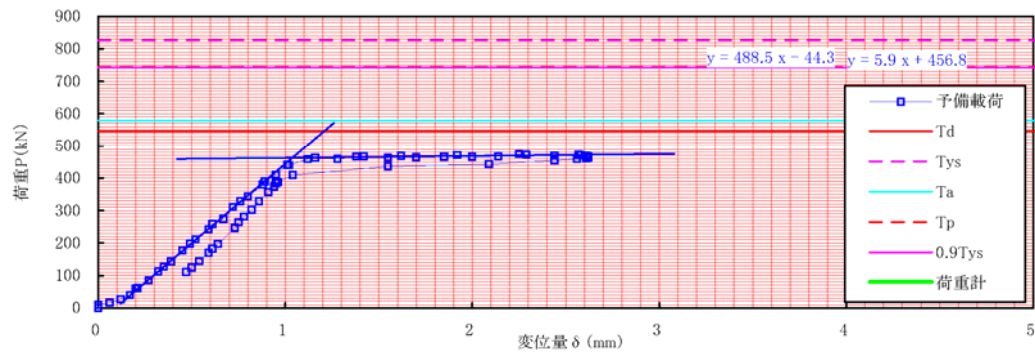
リフトオフ荷重Pel(kN):リフトオフが確認された時の荷重値

ひずみ ε (μ ST): $\varepsilon = Pe / (E \cdot As)$

リフトオフ試験 (変位量-荷重曲線)

1/1

調査件名	既設グラウンドアンカーの健全度評価に関する調査業務		
請負者	****道 ***地区 KP***~KP*** (上り線)		
株式会社 **			
記録者	SAAM 太郎	試験年月日時	20**/**/** 10:05
天候	晴れ	気温	9.5℃
アンカーNo	C-○-○		
試験結果	予備載荷	試験回数(1回目)	試験回数(2回目)
残存引張り力 P_e (kN)	464	461	
初期荷重 T_0 (kN)	0	110	
最大試験荷重 T_t (kN)	474	475	
残留変位量 δ_D (mm)	-0.45	0.57	
荷重計測値: Peload (kN)	440	435	



備考欄

リフトオフ試験 (測定)

1/5

調査件名		既設グラウンドアンカーの健全度評価に関する調査業務							
		道 ***地区 KP~KP*** (上り線)							
請負者		株式会社 **							
記録者		SAAM 太郎	試験年月日時		20**/**/** 10:05				
天候		晴れ	気温						
アンカーNo		C-〇-〇							
試験段階		予備載荷	試験回数(回目)		-				
アンカー工法・タイプ		SEEE工法 F100TA	降伏点荷重:Tys(kN)		468				
設計アンカー力Td (kN)		545.8	定着緊張力Pt (kN)		545.8				
載荷方法		連続	計測方法		自動				
データ測定頻度(sec/回) (kN/回)		1	上限載荷荷重 (kN)		743.4				
残存引張り力Pe(kN)		464	最大試験荷重:Tt (kN)		474				
変位計		DDP-50A	校正係数①		0.01 mm/ μ ST				
圧力計		PG-1TH	校正係数②		0.03332 Mpa/ μ ST				
油圧ジャッキ		SAAMJ-N1000	校正係数③		15.052 kN/Mpa				
荷重計			校正係数④		kN/ μ ST				
			零バランス⑤		μ ST				
近似直線区間(リフトオフ前)		変位量 δ (mm)	荷重P (kN)	近似直線区間(リフトオフ後)					
開始点		0.32	112	開始点					
終了点		0.76	328	終了点					
No	時間	変位量 δ (mm)	荷重P (kN)	荷重計Pload (kN)	No	時間	変位量 δ (mm)	荷重P (kN)	荷重計Pload (kN)
1	8:37:20	0.00	0.0		51	8:38:59	2.62	465.8	
2	8:37:22	0.00	9.0		52	8:39:01	2.61	465.3	
3	8:37:24	0.06	16.0		53	8:39:03	2.61	465.3	
4	8:37:26	0.12	26.6		54	8:39:05	2.61	465.3	
5	8:37:28	0.17	39.6		55	8:39:07	2.62	464.8	
6	8:37:30	0.20	59.7		56	8:39:09	2.61	464.8	
7	8:37:32	0.21	60.7		57	8:39:11	2.62	464.3	
8	8:37:34	0.27	84.7		58	8:39:13	2.61	464.3	
9	8:37:36	0.32	112.3		59	8:39:15	2.61	464.3	
10	8:37:38	0.35	126.9		60	8:39:17	2.61	463.8	
11	8:37:40	0.39	142.9		61	8:39:19	2.61	463.8	
12	8:37:42	0.45	177.0		62	8:39:21	2.61	463.8	
13	8:37:44	0.49	197.6		63	8:39:23	2.61	463.8	
14	8:37:46	0.52	210.6		64	8:39:25	2.61	463.8	
15	8:37:48	0.59	242.2		65	8:39:27	2.61	463.8	
16	8:37:50	0.61	258.2		66	8:39:29	2.61	463.3	
17	8:37:52	0.67	273.8		67	8:39:30	2.61	463.8	
18	8:37:54	0.72	310.4		68	8:39:32	2.61	463.3	
19	8:37:56	0.76	328.4		69	8:39:34	2.61	463.3	
20	8:37:58	0.80	343.0		70	8:39:36	2.61	463.3	
21	8:38:00	0.88	379.6		71	8:39:38	2.61	463.3	
22	8:38:02	0.89	389.6		72	8:39:40	2.61	463.3	
23	8:38:04	0.95	410.6		73	8:39:42	2.61	462.8	
24	8:38:06	1.01	440.7		74	8:39:44	2.61	462.8	
25	8:38:08	1.02	440.2		75	8:39:46	2.62	462.8	
26	8:38:10	1.12	458.3		76	8:39:48	2.61	462.8	
27	8:38:12	1.16	462.3		77	8:39:50	2.61	462.3	
28	8:38:13	1.28	459.3		78	8:39:52	2.61	462.3	
29	8:38:15	1.38	466.3		79	8:39:54	2.61	462.8	
30	8:38:17	1.42	467.3		80	8:39:56	2.61	462.8	
31	8:38:19	1.55	463.3		81	8:39:58	2.61	462.3	
32	8:38:21	1.62	468.8		82	8:40:00	2.61	460.8	
33	8:38:23	1.70	463.8		83	8:40:02	2.56	458.8	
34	8:38:25	1.85	465.8		84	8:40:04	2.44	454.3	
35	8:38:27	1.92	471.3		85	8:40:06	2.09	442.7	
36	8:38:29	2.00	465.8		86	8:40:08	1.55	436.2	
37	8:38:31	2.14	467.3		87	8:40:10	1.04	409.6	
38	8:38:33	2.25	474.3		88	8:40:12	0.96	387.1	
39	8:38:35	2.29	472.8		89	8:40:14	0.95	384.6	
40	8:38:37	2.44	469.3		90	8:40:16	0.94	373.5	
41	8:38:39	2.57	472.3		91	8:40:18	0.91	356.5	
42	8:38:41	2.58	470.3		92	8:40:20	0.86	328.4	
43	8:38:43	2.61	469.8		93	8:40:22	0.82	302.3	
44	8:38:45	2.61	468.8		94	8:40:24	0.78	281.3	
45	8:38:47	2.61	468.3		95	8:40:26	0.75	264.2	
46	8:38:49	2.61	467.8		96	8:40:28	0.73	246.2	
47	8:38:51	2.61	467.3		97	8:40:30	0.64	197.1	
48	8:38:53	2.61	466.8		98	8:40:32	0.61	182.5	
49	8:38:55	2.61	466.8		99	8:40:34	0.59	169.5	
50	8:38:57	2.62	466.3		100	8:40:36	0.54	144.4	

備考欄

変位量 δ (mm)=ひずみ(μ ST)×校正係数①
 荷重P (kN)=ひずみ(μ ST)×校正係数②×校正係数③
 荷重計Pload (kN)=(ひずみ(μ ST)-零バランス⑤(μ ST))×校正係数④

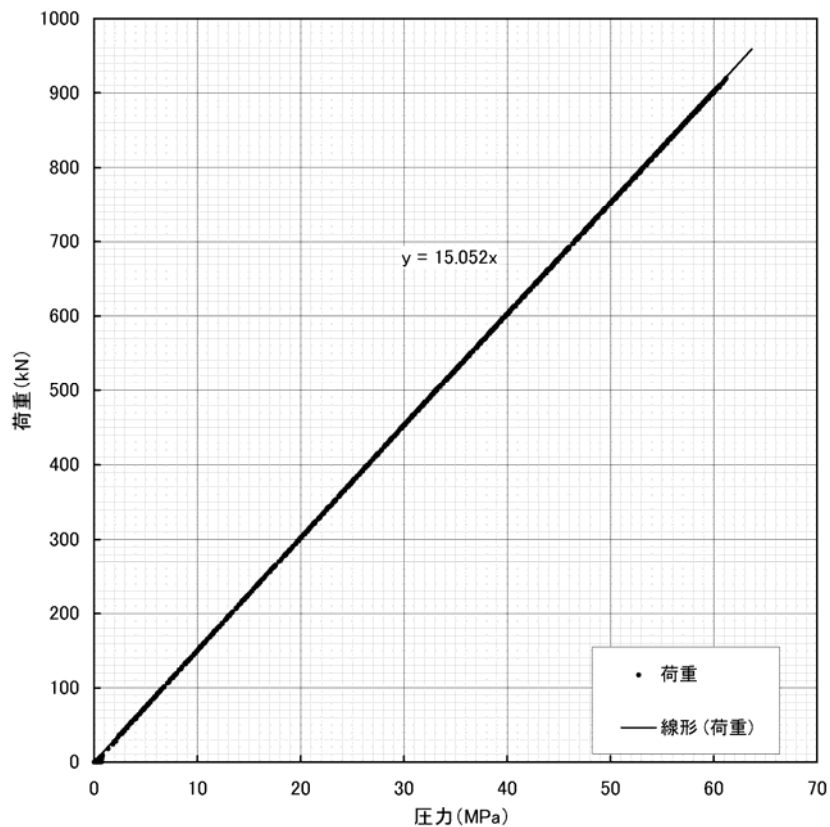
【ジャッキキャリブレーション成績書例】

ジャッキキャリブレーション検査成績書

検定日	平成**年**月**日
試験場所	**県工業技術センター
試験ジャッキ	SAAMJ-N1000-No001
出力	1000 kN
試験ジャッキ受圧面積	150.72 cm ²
定格圧力	70.0MPa
使用試験器	**製作所 万能材料試験機 UH100A
使用試験器	**** PG-1TH
使用試験器	****製 KCE-1MN

株式会社 **
 〒****-****
 県市****
 TEL ****-****-****
 FAX ****-****-****
http://www.****.co.jp/

検査結果
校正係数 (kN/MPa)
15.052



【現場記録写真例】 頭部確認状況写真

アンカーNo	C-6-14	確認年月日	20**/0*/0*
備 考			



全景



頭部状況



頭部状況



頭部状況 余長21cm



防錆油状況



頭部状況

【現場記録写真例】 作業状況写真

アンカーNo	C-6-14	試験年月日	20**/0*/0*
備 考			



作業前



頭部処理状況



試験状況



頭部処理状況



リフトオフ確認



作業完了

参考資料-5 リフトオフ試験自動計測事例

リフトオフ試験の自動計測事例を下記に示す。

Win 土質ソフトウェア

リフトオフ試験 自動計測

リフトオフ試験 自動計測



本ソフトウェアは、リフトオフ試験解析ソフトで取り扱うデータを、省力化・データ品質の均一化を目指し、自動的に計測するものです。

対応出力様式

参考図書

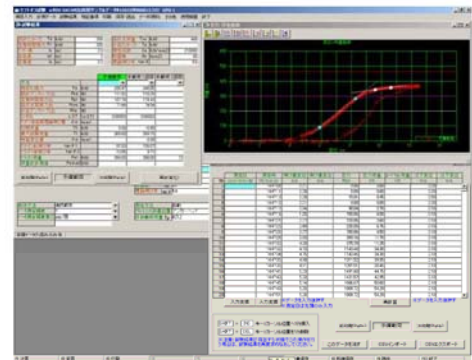
・グラウンドアンカー 維持管理マニュアル
【土木研究所・日本アンカー協会 共著 2008年7月10日発行】
リフトオフ試験方法 69 ～ 75 ページ

・更新日 2010/02/08
日本システム管理株式会社

Win 土質ソフトウェア

リフトオフ試験

リフトオフ試験



対応出力様式

- ・測定
- ・受圧板沈下量測定
- ・変位-荷重曲線

参考図書

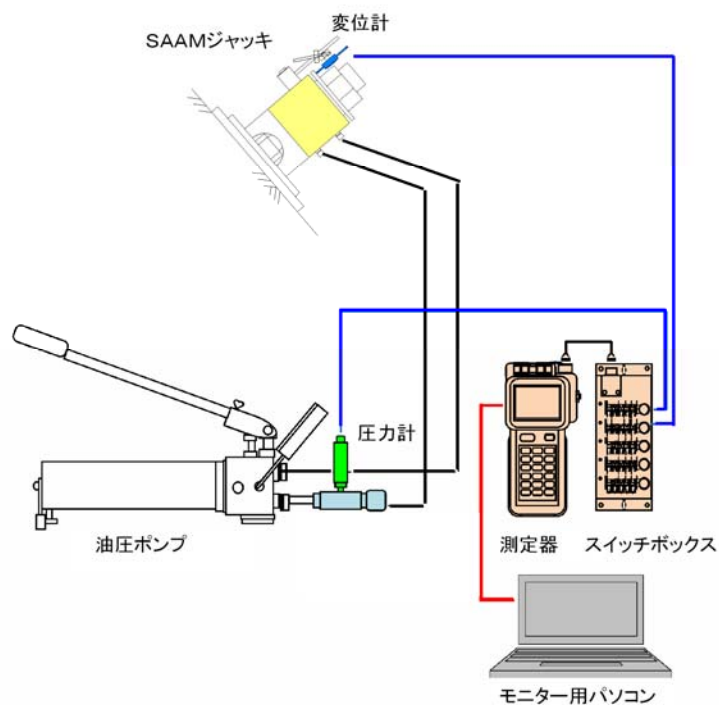
・グラウンドアンカー 維持管理マニュアル
【土木研究所・日本アンカー協会 共著 2008年7月10日発行】
リフトオフ試験方法 69 ～ 75 ページ

・更新日 2010/02/08
日本システム管理株式会社

【現場計測】

【解 析】

参・図 5.1 リフトオフ試験自動計測ソフト



参・図 5.2 .自動計測機材

【現場計測】変位，载荷圧力を自動計測により記録し，载荷計画に基づく载荷基準，载荷荷重，変位－荷重曲線を PC 画面上にて確認しながら試験を実施する．

(1) 油圧ジャッキ

項目	名称	数 量	格・仕様
油圧ジャッキ	SAAMJ-N600	1 機	最大荷重： 600kN ストローク： 10mm
付属品	ラムチェア	1 個	SAAMJ-N600 用
	アタッチメント	1 個	
	アタッチメント（止めナット）	1 個	SAAMJ-N600 用

(2) 油圧ポンプ

項目	名称	数 量	格・仕様
油圧ポンプ	手動油圧ポンプ	1 台	最大圧力：70MPa
付属品	油圧ホース	1 式	10m

(3) 計測機器

項目	名称	数 量	規格・仕様
変位計	ひずみゲージ式ダイヤルゲージ	1 個	ストローク：50mm DDP-50A 東京測器製
圧力計	油圧センサー	1 個	ひずみゲージ式 100MPa
測定器	データロガ	1 式	TC32K 東京測器製
	スイッチボックス		CSW-5A 東京測器製
集積/モニター	ノート型パソコン	1 台	タフブック パナソニック製
その他	計測ソフト/ケーブル/マグネットスタンド他	1 式	



参・図 5.3.使用機器例



参・図 5.4 試験時の PC 上の画面

【解析】 残存引張り力 P_e の計算を行う

グラフツールバーには以下のような機能があります。



- ①スケール変更 手動でスケール変更をします。
- ②自動スケール変更 自動的にスケール変更をします。
- ③マウス移動 グラフ点をマウスでドラッグして移動します。
- ④キーボード移動 グラフ点をキーボードの矢印キーなどで移動します。
- ⑤除外 乱れの原因になる点をグラフ曲線から除外します。

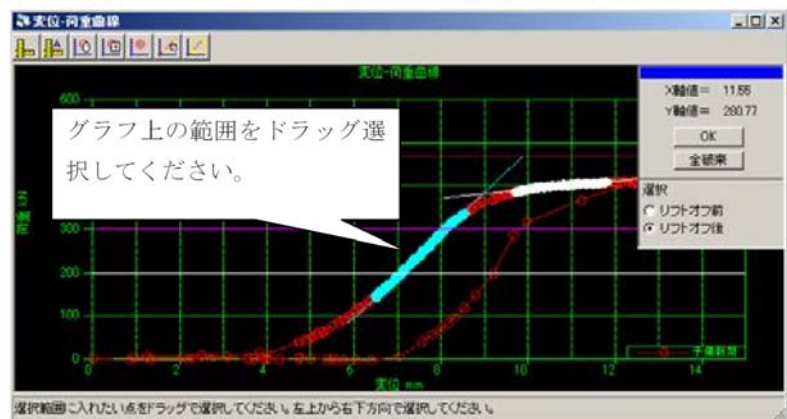
⑥接線指定-1 ⑦接線指定-2 接線を指定します。2点指定を行います。

※⑥の場合、上下2点のみを選択します。

※⑦の場合、上下2点の間の点も全部選択します。



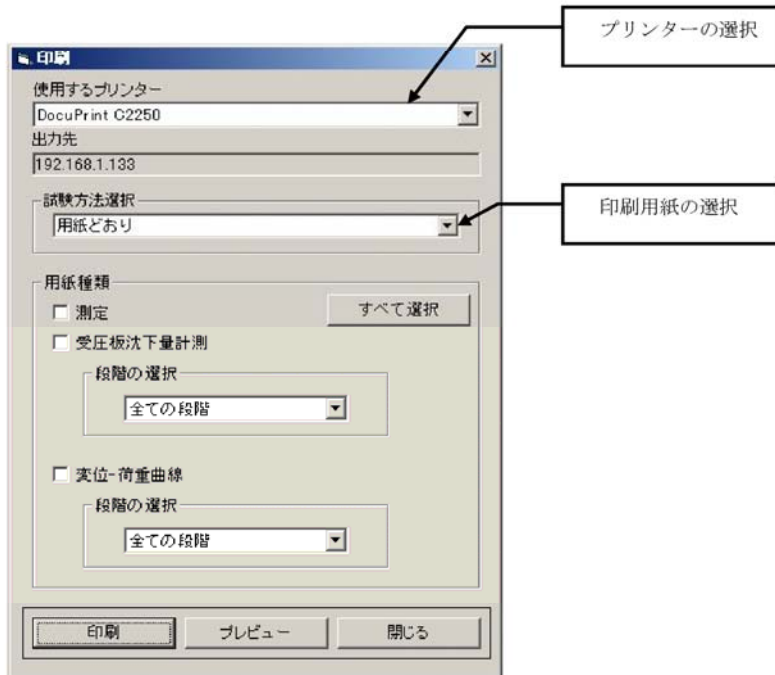
⑧接線指定-3 接線を指定します。範囲指定を行います。



参・図 5.5 試験時の PC 上の画面

2.印刷画面

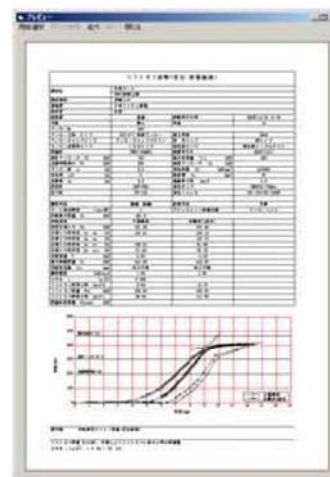
2-1 印刷



印刷画面です。プリンターの選択をして印刷を行います。

[プレビュー]

各用紙の印刷用紙をプレビューで確認出来ます。
用紙選択で切り替えて確認して下さい。



参考資料-6 面的調査におけるリフトオフ試験時の安全管理事例

下記の安全管理項目に基づき，安全対策計画を立てた上で調査を実施する．

（１）搬入・撤去時

道路法等の関係法令を遵守し，地元車両や通行人に迷惑を掛けないように留意する．

（２）試験時

①作業時の役割分担を明確にする．

②試験中は，ジャッキの正面および真下には，絶対に入らないように留意する．

③使用機材等は整理整頓し，作業員の転倒，資機材の飛散・落下がないように留意する．

（３）墜落防止対策

現場状況に応じた作業員の墜落防止措置を講じる．

（４）試験機器の落下防止対策

現場状況に応じた試験機器の落下防止措置を講じる．

（５）アンカーおよび周辺法面の監視

①試験前に，損傷や腐食等の変状がないか確認する．

②試験中，試験後において，アンカー及び周辺のり面に異常の発生がないか確認する．

（６）緊急の連絡体制

①発注者との緊急時連絡体制を確認する．

②現場内での連絡体制を確認する．

（７）気象条件

悪天候の時は作業を行わない．

参考資料-7 ロッククライミング用具を用いた安全対策事例

ロッククライミング用具を用いた墜落防止および機器の落下防止対策を行う。

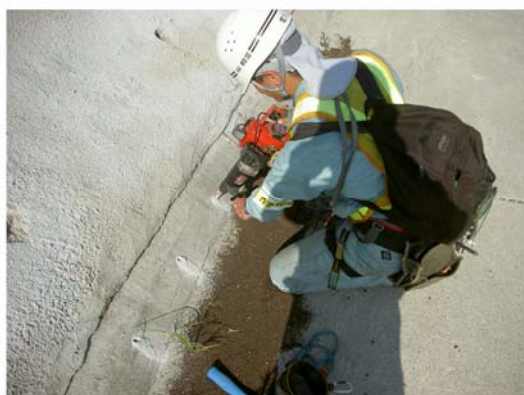
ロッククライミング用具を用いた墜落防止対策および機器の落下防止対策は、使用機材重量が人と同程度の 50kg 以内であり、SAAM ジャッキを用いたリフトオフ試験にも適している。

ロッククライミングの安全装備は、レスキュー活動や斜面調査等でも使用される技術で、軽量・コンパクトで、設置・移動時の機動性に優れており、また、十分な安全性を有している。

安全ロープの支点として、アンカーボルトの打設、のり枠の水抜き穴、立木、ガードレール等十分荷重を支えられるものを利用し、のり面作業の安全確保に努める。

安全ロープ支点の取り方

- ・アンカーボルト：使用アンカーボルトの引抜け強度，設置対象物の強度等に注意し，2 本以上にて支点をとる．材質はステンレス製が望ましい。
- ・立木：木の直径が 20cm 以上の抜ける恐れのないものを使用する．20cm 未満の木の場合は必ず 1 本以上の控えをとる．
- ・その他：ガードレール，のり枠の水抜き穴等の人工構造物を使用する場合，劣化，破損のないことを確認し使用する．



安全対策
安全ロープ支点
アンカーボルト設置作業



安全対策
安全ロープ支点
アンカーボルト設置作業

参・図 7.1 アンカーボルトによる設置状況

参・表 7.1 クライミング用具装備一覧



アンカーボルト
一式
アンカーボルト
φ10.5mm
引抜け強度18kN
ハンガー
破断強度25kN

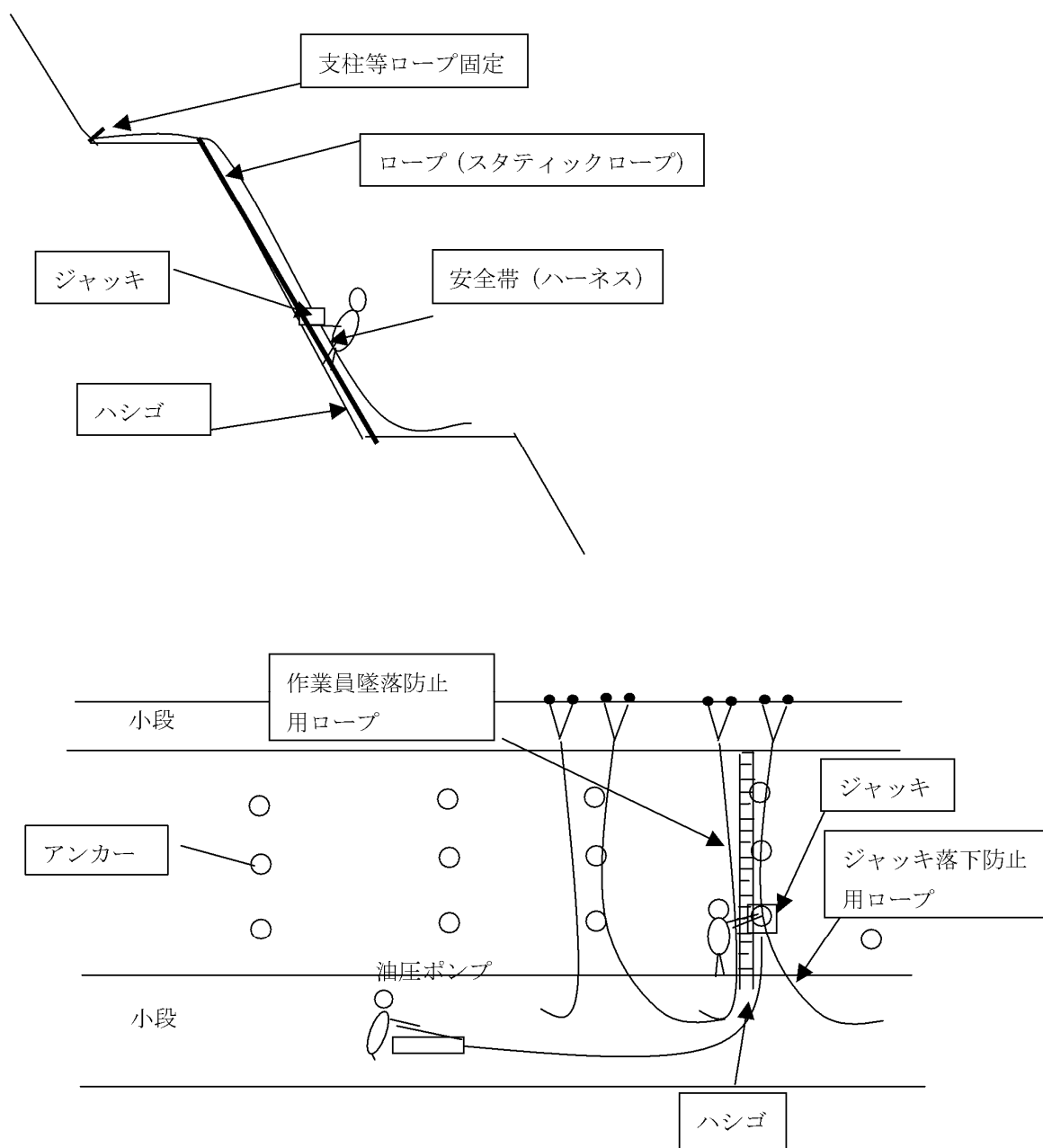


安全装置
ストッパー
カラビラ1式
強度
縦軸24～28kN
横軸7kN



安全装備
スタティックロープ
(命綱)
φ10.5mm
破断強度30kN
ハーネス (安全帯)
スリング(補助ロープ)
破断強度22kN
動滑車
荷揚げ能力100kg

【墜落防止、落下防止の安全ロープ設置例】



参・図 7.2 墜落防止、落下防止対策

作業員及び試験機器の墜落・落下防止措置として斜面上部から安全帯・安全ロープを使用して作業を実施する。



参・写真 7.1 墜落防止、落下防止対策

SAAM ジャッキを用いた既設アンカーのり面の面的調査マニュアル（案）

平成 22 年 3 月 19 日 初版第 1 版発行

【著・編】三重大学大学院 酒井 俊典

【発 行】国土交通省建設技術研究開発助成制度

「SAAM ジャッキを用いた効果的なアンカーのり面の保全手法の開発」委員会
〒514-8507

三重大学大学院生物資源学研究科

津市栗真町屋町 1577

TEL&FAX 059-231-9580

【印 刷】合資会社 黒川印刷

●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．