

# 東海北陸自動車道等におけるグラウンドアンカー工の維持管理手法について

中日本高速道路株式会社 名古屋支社 岐阜保全・サービスセンター ○倉戸 伸浩  
堀江 悟  
今井 利次

## 1. はじめに

中日本高速道路株式会社 岐阜保全・サービスセンターが管理している東海北陸自動車と東海環状自動車道には、切土のり面の安定対策として数多くのグラウンドアンカー工が採用されており、22箇所の切土のり面に合計 1968 本施工されている。使用されているアンカーは、防食性能が強化された『新タイプ』であるが、建設後 20 年余り経過し、過年度の調査では一部のアンカー頭部に損傷が確認されたり、緊張力の減少、若しくは増加しているグラウンドアンカーが確認されている。

本報文は、管内のグラウンドアンカー工を継続的にその機能を維持していくために実施した健全性の評価と今後の維持管理手法について報告するものである。

## 2. 健全度評価の実施方法

管内のグラウンドアンカー工について、東海北陸自動車道などの開通後、外観に関する点検は行われていたが、緊張力を踏まえた健全度の評価はされていなかった。そこで、平成 25 年度から 28 年度の 4 年間で、グラウンドアンカー工の健全度を評価した。そして、この健全度評価から切土のり面の安定性を評価した。

グラウンドアンカー工の健全度評価は、アンカー頭部の外観に関する調査を実施した上で、緊張力に関する調査（リフトオフ試験）を行うものとし、全体のフローは図-1 に示すとおりである。また、調査本数は各切土のり面に設置されているアンカー本数の 5% とした（調査本数が各切土のり面で 5 本に満たない場合は 5 本とした）。

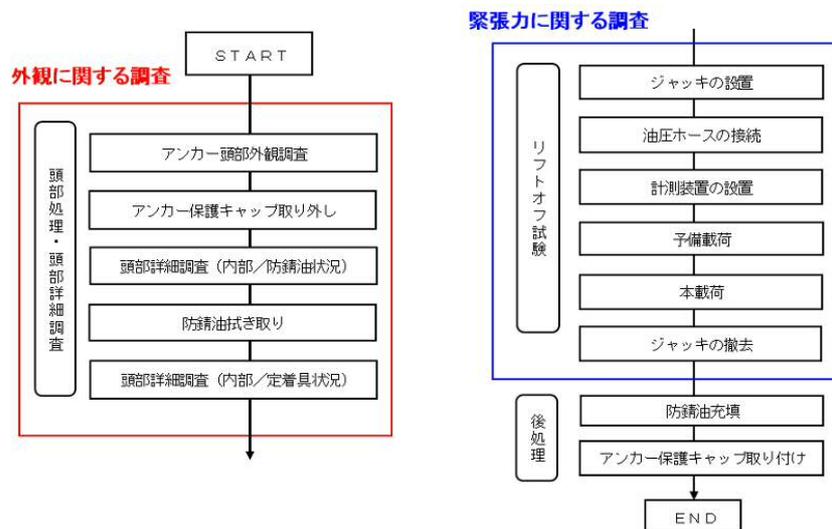


図-1 健全度評価の全体フロー

なお、管内のグラウンドアンカー工は建設後 20 年余り経過しているため、当初想定していない状況（過緊張・緊張力低下・頭部拘束部や定着部の破損）に陥っている可能性も考えられ、無理にリフトオフ試験を実施すると不慮の事故に結びつく恐れがある。そのためアンカー材ならびに受圧構造物等を破損させないよう安全に配慮して計測を実施した。既設アンカー異常時対応のフローを図-2 に示す。

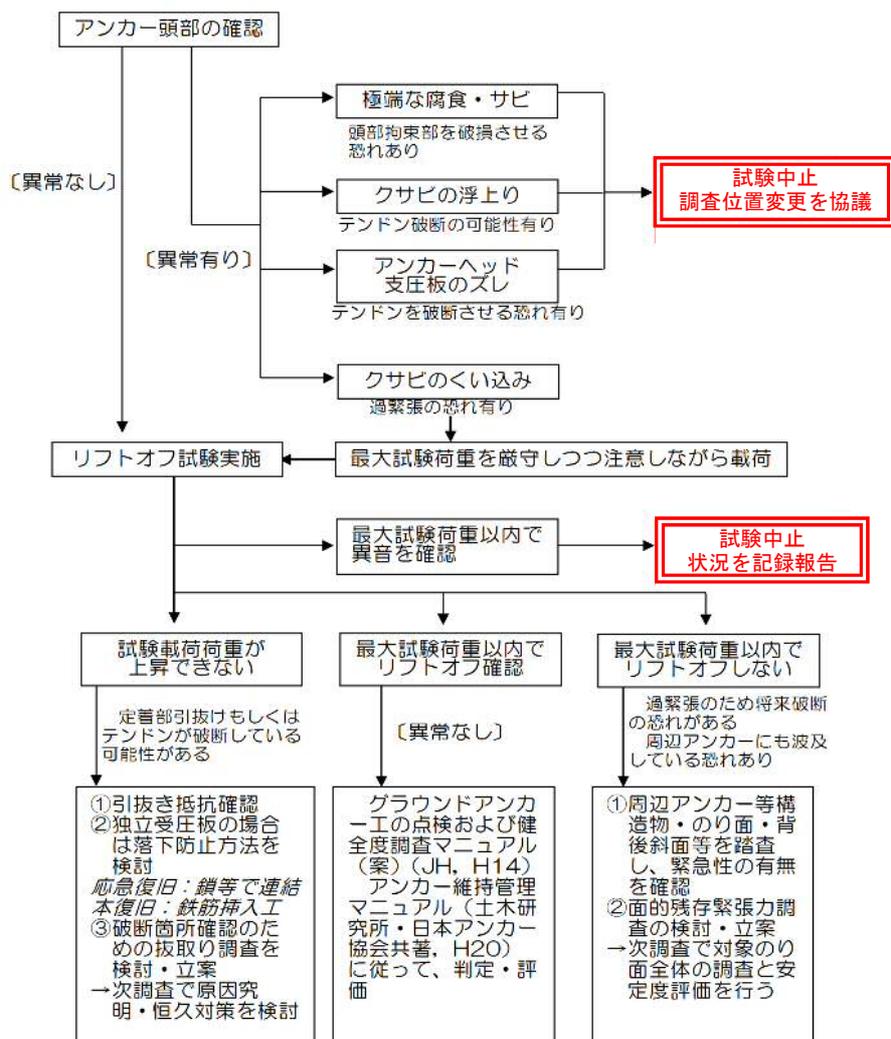


図-2 既設アンカー異常時対応のフロー

### 3. 健全度評価結果と対策

平成 25 年度から 28 年度の 4 年間で、22 箇所の切土のり面で 303 本のアンカーについて健全度評価を実施した（同じアンカーで複数回実施したものを含む）。

以下にその結果を示す。

#### 3.1 アンカー頭部詳細調査結果

アンカー頭部詳細調査の評価は、「JH 日本道路公団（2002）グラウンドアンカーの点検および健全度評価マニュアル（案）」、「JH 日本道路公団」により評価した（表-1）。

アンカー頭部は、キャップが施され、その中に防錆油が充填されているが（写真-1）、一部のアンカー頭部では、

①定着具に軽微な錆、②防錆油の充填不足（漏れ）③くさびの欠落 など評価区分Ⅱとするアンカーが確認された（写真-2）。しかしながら 1 箇所の切土のり面に施工されたアンカー総数と比較するとごく少数で、全般的に良好な状態であると判断した。

なお、アンカー頭部詳細調査後においては、防錆油の再充填を実施し、現状復旧している。

表-1 アンカー頭部詳細調査の評価区分

| 対象部材               | 調査項目       | 評価区分                          |   |
|--------------------|------------|-------------------------------|---|
|                    |            | 記号                            | 評価内容                                    |
| （くさび、定着具、ヘッド、プレート） | 錆、腐食       | I                             | 著しい錆、腐食がある。                             |
|                    |            | II                            | 軽微な錆、腐食がある。                             |
|                    | 異物の混入（くさび） | I                             | 著しく異物が混入している。もしくはくさびのぼらつき等がある。          |
|                    |            | II                            | 多少異物が混入している。                            |
|                    | くさびのすべり    | I                             | 引き揃えたり、定着具がはずれたりしている。                   |
|                    |            | II                            | 引張材のすべりが認められる。                          |
| ナットセット状況           | I          | 適切な角度で設置されていない。十分にかみ合っていない。   |   |
|                    | II         | 設置角度の問題から、今後かみ合わせが悪くなる可能性がある。 |   |
| （引張材）              | 錆び、腐食      | I                             | 著しい錆、腐食がある。                             |
|                    |            | II                            | 軽微な錆、腐食がある。                             |
|                    | 破断、破損      | I                             | 破断・破損が認められる。もしくは破断・破損に発展する可能性のあるキズ等がある。 |
|                    | 切断方法       | —                             | ガス、カッター、工場加工などを明記                       |
| 余長                 | —          | 引張材の余長を計測し、明記                 |   |



防錆油除去後頭部状況      頭部キャップ防錆油充填      頭部キャップ取外し防錆油状況      調査完了

写真-1 アンカー頭部詳細調査の状況



① 定着具に軽微な錆      ②防錆油の充填不足(漏れ)      ③くさびの欠落

写真-2 アンカー頭部詳細調査における不具合状況

### 3.2 リフトオフ試験結果

リフトオフ試験の結果の評価は、「(独)土木研究所・(社)日本アンカー協会(2008):グラウンドアンカー維持管理マニュアル」により評価した(表-2)。

管内に施工されたグラウンドアンカー工のうち、健全度調査した303本のリフトオフ試験の結果について、健全度の傾向を図-3に示す。

管内に施工されたアンカーのうち、総数の約85%がB-評価~B+評価で健全と判断された。そして、一部のアンカーには過緊張傾向が認められた(D+評価:1本)。その一方で、残存引張力が低下しているアンカーの存在が認められた(C-評価:35本)。しかしながら、これらが存在する切土のり面を個別に着目して評価すると、1箇所切土のり面に施工されたアンカー総数と比較するとごく少数で、かつそれぞれの切土のり面に変状が認められないことから、切土のり面としては良好な状態であり、安定していると判断した。

表-2 残存引張力とアンカー健全度の目安 <sup>2)</sup>

| 残存引張力の範囲   | 健全度 | 状態           | 対処例              |
|------------|-----|--------------|------------------|
| 0.9Ty      | 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            |
|            | C+  | 許容値を超えている    |                  |
| 許容アンカー力 Ta | B+  |              | 経過観察により対策の必要性を検討 |
| 設計アンカー力 Td | A+  | 健全           |                  |
| 定着時緊張力 Pt  | A-  | 健全           |                  |
| 0.8Pt      | B-  |              | 経過観察により対策の必要性を検討 |
| 0.5Pt      | C-  | 機能が大きく低下している | 対策を実施            |
| 0.3Pt      | D-  | 機能しづらい       |                  |

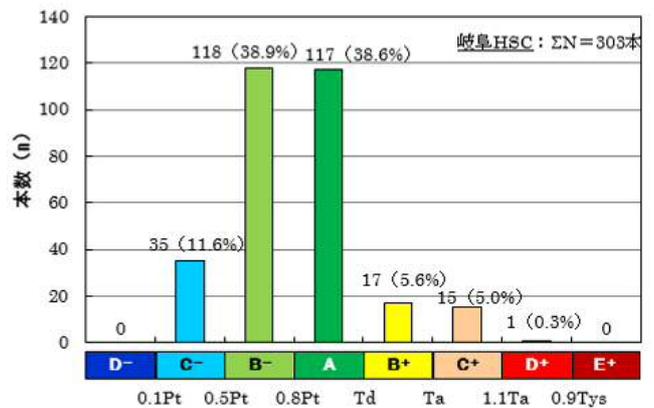


図-3 リフトオフ試験による健全度の傾向

### 3.3 代表的な損傷事例

アンカー頭部詳細調査、及びリフトオフ試験結果を踏まえ、管内のグラウンドアンカー工に特異な傾向が認められた2箇所の切土のり面について、その対応状況を記す。

#### 3.3.1 向山TN北坑口

東海北陸自動車道の向山TN北坑口上には、設計荷重の異なる16本のアンカーが施工されている(写真-4)。このうち3本のアンカーがD+判定(許容アンカー力 $T_a$ の110%超過)、5本のアンカーがC+判定(許容アンカー力 $T_a$ の110%以下)であった(図-4)。

残存引張応力が大きい理由について、本箇所は岩盤崩落対策として設置されたもので、アンカー長が7~10.5mと比較的短く、セット時のロスに対し荷重低下が少なかったこと、荷重のずれや温度変化が敏感に反応したものと推察される。リフトオフ試験の過年度業務の評価との差異は少なく、岩盤の現地確認の結果では、新たな亀裂や隆起などの変状は認められなかったことから、切土のり面全体としては安定していると判断し、荷重計を2箇所設置してモニタリングすることとした(写真-5)。



写真-4 向山TN北坑口の状況

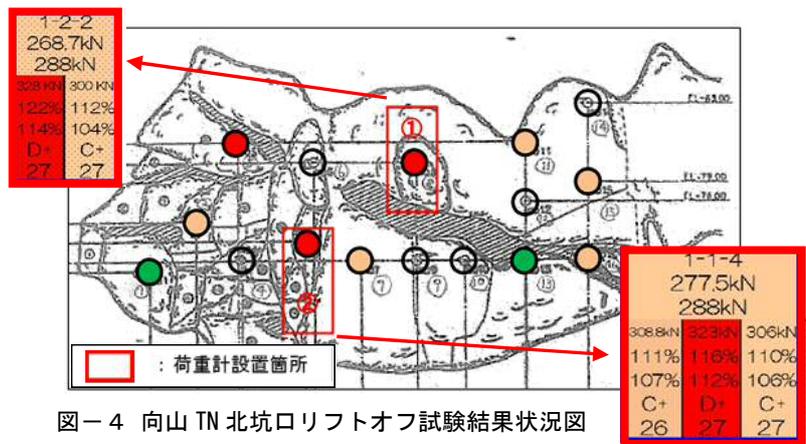


図-4 向山TN北坑口リフトオフ試験結果状況図

荷重計の観測結果の一部を図-5に示す。図-6に示す荷重と温度の相関では、相関係数は0.9以上を示し強い相関があることが確認された。よって荷重の変動は、季節変化による変化と考えられ、残存引張り力そのものは安定的に推移しているものと考えられた。今後も観測を継続し、荷重の変化を注視する事とした。



写真-5 向山TN北坑口における荷重計設置状況

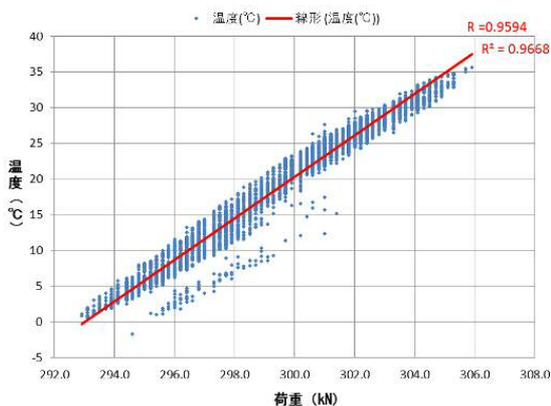


図-6 荷重と温度の相関

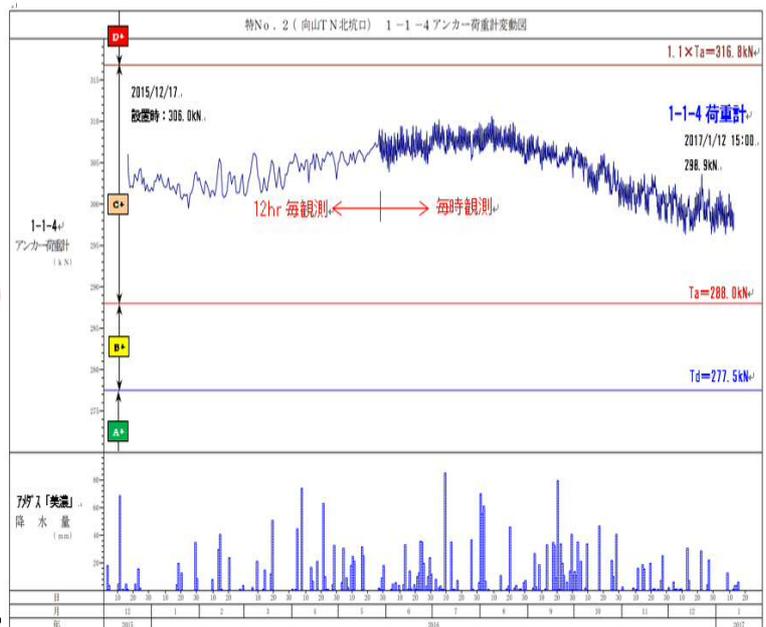


図-5 向山TN北坑口の荷重計の推移

### 3.3.2 加治田高架橋下

東海環状自動車道の加治田高架橋下には、設計荷重の異なる 51 本のアンカーが施工されている(写真-3)。リフトオフ試験では、極端に残存引張力が低下しているアンカー (D-評価: 設計アンカー力の 3.3%) が 1 本, その他でも 20~38%と低いものが 3 本確認され, 全般的に残存引張り力の低下が生じていた。

残存引張応力が小さい理由について, 強風化の岩盤でクリープの影響等が想定されるが, 建設時の緊張力が確認できないことから, 判断は難しい。そこで, 平成 27 年度にD-評価アンカーの機能確認試験と, 周辺アンカーの追加リフトオフ試験を行い, 残存引張応力の分布を把握した(図-7)。

その結果, ①機能確認試験の結果, 問題ないことを確認した(設計アンカー力の 125%まで載荷, 保持できることを確認した) ②周辺リフトオフ試験の結果, 過年度調査と変化なし ③過緊張箇所はなく, C-~B-評価レベルで全体バランスは取れている ④地山にひびわれやはらみ等の変状は見られない ことを確認した。

以上を踏まえ, 切土のり面の安定は確保されていると判断したが, 念のためD-評価のアンカーを含め荷重計を 3 箇所設置し, モニタリングする事とした。荷重計の設置にあたっては, 日々の温度変化による影響を考慮し, 温度計を設置して, 1 時間毎の温度変化との相関も確認できるようにした。なお, D-評価のアンカーは荷重計設置時に, 周辺に影響を与えないレベルの 0.6Td の緊張力を与えた。



写真-3 加治田高架橋下の状況

|  |  |  |   |
|--|--|--|---|
| 2-2-1<br>348.6kN<br>203kN<br>58%<br>B-<br>27 | 2-2-2<br>348.6kN<br>159kN<br>46%<br>C-<br>27 | 2-2-3<br>348.6kN<br>48kN<br>14%<br>C-<br>27    | 2-2-4<br>348.6kN                            |
| 2-1-1<br>348.6kN<br>118kN<br>34%<br>C-<br>27 | 2-1-2<br>348.6kN<br>116kN<br>3%<br>D-<br>25  | 2-1-3<br>348.6kN<br>201.3kN<br>58%<br>B-<br>27 | 2-1-4<br>348.6kN                            |
|  |  | 2-1-5<br>348.6kN<br>72.4kN<br>21%<br>C-<br>25  | 2-1-6<br>348.6kN<br>76kN<br>22%<br>C-<br>27 |

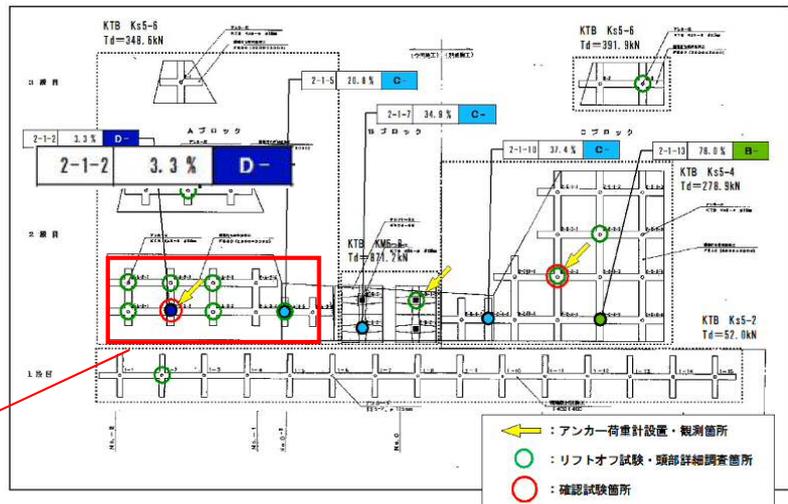


図-7 加治田高架橋下のリフトオフ試験状況図

荷重計の観測結果の一部を図-8に示す。荷重はわずかに低下傾向か, おおむね安定的に推移している。荷重の変動は, 向山 T N 北坑口と同様に温度変化に起因して推移しているものと考えられる。今後も観測を継続し, 荷重の変化を注視する事とした。

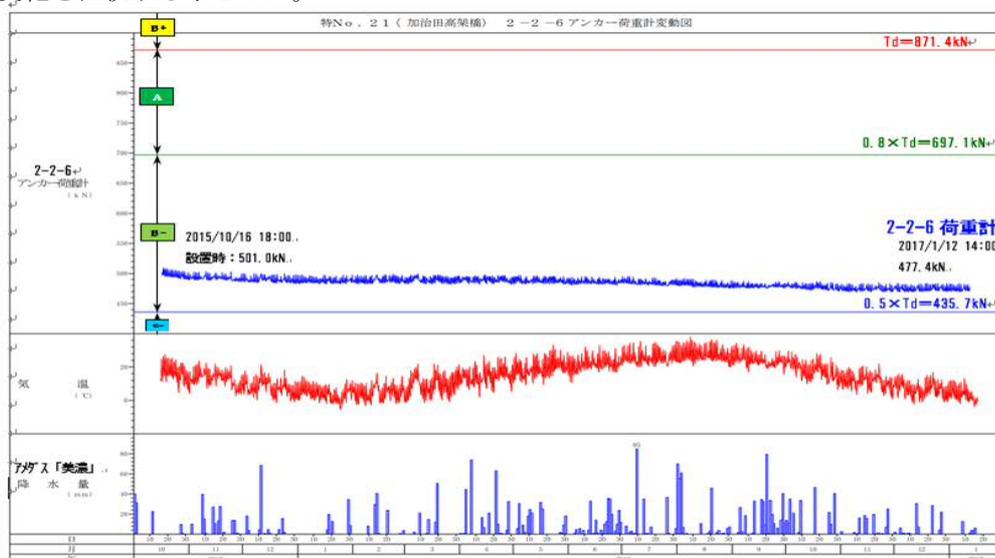


図-8 加治田高架橋下の荷重計の推移

#### 4. 今後の維持管理手法

今後については、各切土のり面に対して1回/5年の頻度で定期詳細点検（アンカー頭部詳細点検、リフトオフ試験）を継続して実施し、過年度の結果と比較してグラウンドアンカー工の健全度を評価し、切土のり面の安定性を確認していく事とした。また、この中で異常を認めた場合は追加試験や追加調査を行い、原因を確認した上で対策工を立案し、対応を講じることとした。

今後の維持管理に関する対応のフローを図-9に示す。

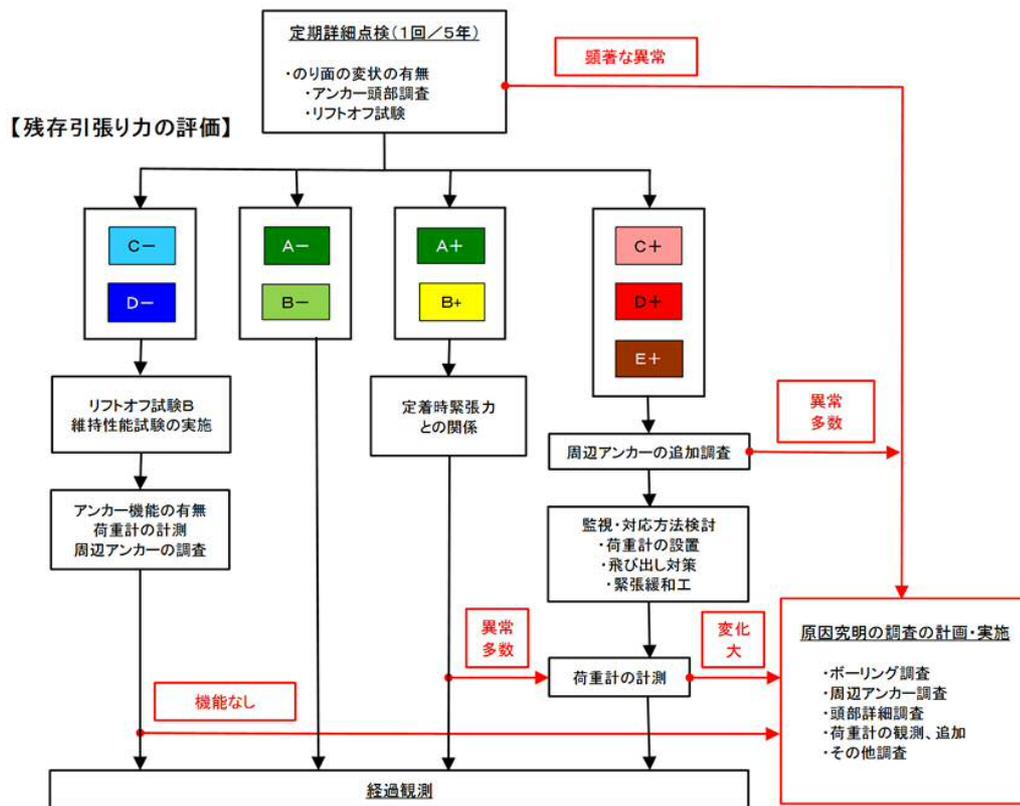


図-9 今後の健全度の確認方法とその対応フロー

#### 5. おわりに

管内の東海北陸自動車道と東海環状自動車道の22箇所の切土のり面に設置されているグラウンドアンカー工1968本に対して、平成25年度から28年度の4ヶ年で、303本のアンカー（同じアンカーで複数回実施したものを含む）に対してアンカー頭部詳細調査とリフトオフ試験を実施するなどしてグラウンドアンカーの健全度を評価し、切土のり面の安定性を確認した。

その結果、グラウンドアンカー工が施されている全ての切土のり面で安定性に問題が無いことを確認した。

リフトオフ試験は、従来、足場が必要なセンターホールジャッキが主流であったが、小型・軽量で高い汎用性をもつメンテナンスジャッキ（SAAMジャッキ）を使用することで、険しい現地条件においても、比較的容易に施工可能となっている。今後についてもリフトオフ試験によりグラウンドアンカー工の健全度を評価し、切土のり面の安定性を確認していくものとする。また、こうした調査結果や損傷を認めた際の対応状況、補修履歴などの情報を整理しておくことが重要であり、現在その台帳整理を進めているところである。

#### 参考文献

- 1) JH 日本道路公団 グラウンドアンカー工の点検および健全度調査マニュアル（案）2002年6月
- 2) 独立行政法人土木研究所・一般社団法人日本アンカー協会共編 グラウンドアンカー維持管理マニュアル 2008年7月