

グラウンドアンカー切土のり面の更新優先度検討

中日本高速道路(株) 東京支社 浜松保全・サービスセンター
 同上 同上 保全サービス事業部
 中日本ハイウェイ・エンジニアリング東京(株) 土木技術部

福島 淳
 井上 正史
 正会員○中村 友和
 正会員 川崎 廣貴

1. はじめに

グラウンドアンカー(以下、アンカー)は、切土のり面の安定化対策工法として、これまで多数施工されており、同時にアンカーの健全度調査もかなりの数に及んでいる。しかし、現状では、のり面ごとの全般的なアンカーの劣化程度の大小や更新優先度については、客観的で工学的な数値評価ができていないという課題が存在しており、この点を解決することが重要となっている。

ここでは、NEXCO 中日本東京支社管内のアンカー健全度調査から、現段階で得られた知見を整理・分析し、アンカー切土のり面の更新優先度を検討したので、その内容を報告する。

2. アンカー力の経時変化と対策工のり面の安全率

アンカー切土のり面の更新優先度を検討する上で、アンカー対策のり面の安全率とアンカー力の関係、およびアンカー力の経時変化の概念を理解しておく必要があるため、ここで整理を行う。

アンカー工法の特長は、**図-1**のようにアンカーによるプレストレス力(設計アンカー力 T_d)を地山のすべり土塊に与えることで、その引止め効果と地山のせん断抵抗角 ϕ を活用した締付け効果の両方を必要抑止力 P_r として見込めることから、すべり対策の抑止効果がより高くなる点にある。一方、**図-2**のようにアンカー力 T はアンカー設置直後の定着時緊張力 P_i を経て、PC 鋼材のリラクゼーションや受圧板設置面の地山クリープ、隣接アンカーの施工などの影響により経時的に徐々に低下した後に数値的にはほぼ安定した残存引張力 P_e に達する。この後に経時的なアンカー劣化の影響が出てくる可能性がある。

供用期間の維持管理段階にあるアンカー力 T は残存引張力 P_e となっているが、設計時には**図-3**に示すように、対策前の安全率 F_{s0} が $F_{s0} \leq 1.0$ であったのり面に対して、安全率 F_s が計画安全率 $F_{sp}=1.2$ を満足するようにアンカー力 T を設定した設計がなされている。ここで、残存引張力の設計アンカー力に対する比率を、設計比と定義する。

同図からアンカーに実際に作用している残存引張力 ΣP_e は設計比0.7以上であれば、のり面安全率 F_s は1.1以上を確保できていることになる。さらに、設計アンカー力は許容アンカー力未満で設定していることを考慮すれば、切土のり面の安全性はほぼ確保できていると考えられる。したがって、ここでは設計的にアンカーの残存引張力の設計アンカー力との比(設計比)は0.7程度まで許容可能と考える。

3. アンカー健全度調査結果の概要と残存引張力

東京支社管内の調査アンカーの状況を**表-1**に示す。アンカー設置のり面数は41、アンカー全数は4900本で

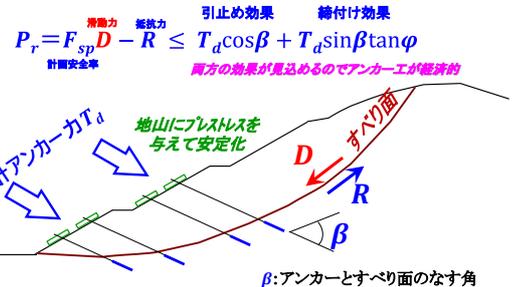


図-1 グラウンドアンカー工の概念

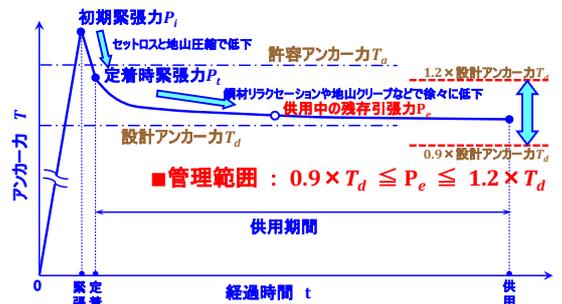


図-2 アンカー力 T の経時変化

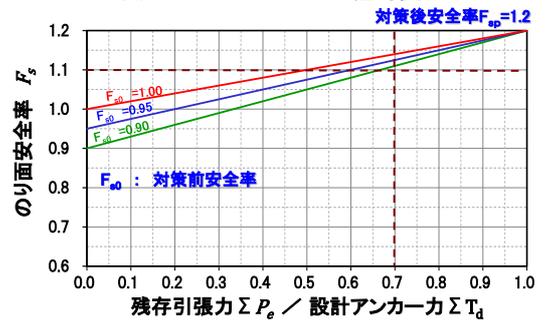


図-3 のり面安全率とアンカー力

表-1 東京支社管内の調査アンカー状況

| 調査内容の項目 | | 数量(本) | 比率(%) | 備考 | |
|---------|-----------|----------|-------|---------|---------|
| アンカー | 全設置数 | 4,900 | 100 | 全設置数比 | |
| | 詳細点検済 | 4,009 | 82 | 全設置数比 | |
| | 健全度調査 | 頭部詳細調査済 | 277 | 6 | 全設置数比 |
| | | リフト試験済 | 246 | 5 | 全設置数比 |
| | タイプ | 旧タイプ | 149 | 61 | リフト試験数比 |
| | | 新タイプ | 97 | 39 | リフト試験数比 |
| | 頭部防護 | 防護コンクリート | 106 | 43 | リフト試験数比 |
| 保護キャップ | | 140 | 57 | リフト試験数比 | |
| 既設計図書 | 設計アンカー力あり | 132 | 54 | リフト試験数比 | |
| | 定着時緊張力あり | 36 | 15 | リフト試験数比 | |

あり、このうち点検・調査終了のり面数が 31、アンカーが 4009 本である。既設計図書が存在して設計アンカー力が確認できたものは、リフトオフ試験数の 54%と約半分程度の状況で、定着時緊張力に至っては 15%と少ない状況であった。この状況から、定着時緊張力を健全度評価の指標とするのは適当ではないと考える。

管内でのリフトオフ試験結果の残存引張力の頻度分布を図-4 に示す。残存引張力は許容アンカー力の比率(以下、許容比)で示している。許容比は 20~55%のものが相対的に多く、累積度数で約 80%が許容比 55%以下のものである。分布は全体が偏っており、何らかの影響で残存引張力が経年的に低下したものと判断される。

4. アンカー切土のり面の更新優先度

設計アンカー力 T_d と許容アンカー力 T_a の関係は $T_d=(0.9\sim 1.0)T_a$ の範囲が多いことから、 $T_d=0.9T_a$ と仮定すると、図-3 で示した残存引張力の設計比 0.7 は許容比 α で $\alpha \approx 0.6$ となる。これをのり面の設計安全率が確保できる残存引張力の下限值と考える。

図-5 は、図-4 の残存引張力の許容比をのり面ごとに平均値と変動係数 C_v でまとめたものである。リフトオフ試験中に何らかの異常が生じたものを異常あり、正常であったものを異常なしの凡例で示すと、異常ありは変動係数が大きくなる傾向が見られ、許容比 α が大きくなると健全状態に近づく傾向が見られる。異常なしで許容比 α が 0.6 以下のものを破線で囲んでいるが、この範囲は残存引張力が低下していることから、グレイゾーンとしてやや異常があるものと認識できる。なお、異常ありは、リフトオフ試験の計画最大荷重を設計アンカー力としたことから、リフトオフによる残存引張力の確認後の荷重増加中にアンカー力が急激に低下したものと破断したものなどの異常挙動が見られたものである。

アンカーのり面の更新優先度を評価するために優先度係数 $\beta=C_v \times (1-\alpha)$ という指標を導入し、優先度係数 β が他のり面より相対的に大きいものを更新の優先度がより高いと評価する。図-6 にのり面ごとの β と α の関係を示すが、グレイゾーンは $\beta=0.1$ を境界にして許容比 α の小さいものを異常側に分類できることから、これをやや異常と整理する。これにより、試験で異常なし、かつのり面安全率 1.0 を上回る許容比 α が約 0.4 以上のものを、アンカー抑止力が正常に機能しているのり面(優先度③)と区分できるようになった。同図で優先度①はもっとも更新優先度が高いものである。なお、前述したように厳密には許容比 α が 0.6 以上で、のり面の設計安全率 1.10 を確保できるので、これに留意されたい。

図-7 は、のり面ごとの優先度係数 β と優先度①~③の区分を KP 並びのり面番号順に表したものである。本方法は、優先度①という更新順位の高いり面集合体の状況が KP をもとに判断でき、優先度係数で数値的な優先度高さも明らかことから、合理的なアンカー切土のり面の更新優先度付けに活用できると考える。

5. おわりに

アンカー残存引張力の調査結果を踏まえて、何本がどの程度機能低下していれば全体のり面の安定性が懸念されるのか明確にできないのが現状であり、のり面安定の安全率評価という観点では合理性に劣ることが課題であった。ここで新たに考案した優先度係数という概念は、これらの課題を解決できるものと考えられる。

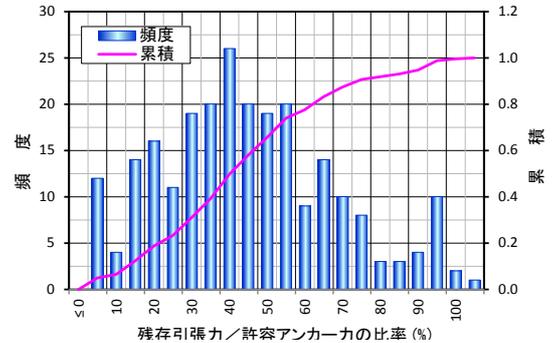


図-4 調査アンカーの残存引張力の頻度分布

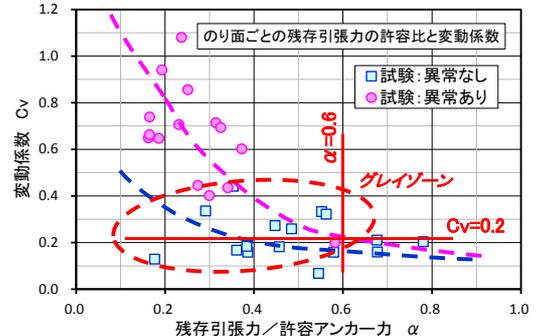


図-5 のり面ごとの許容比 α と変動係数 C_v

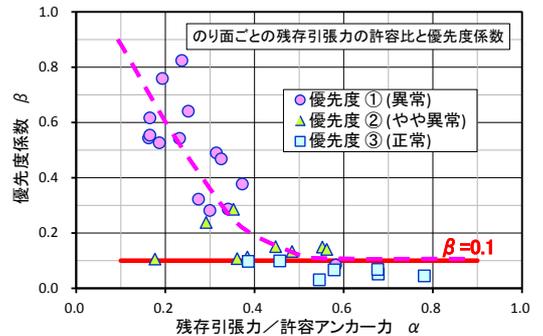


図-6 のり面ごとの許容比 α と優先度係数 β

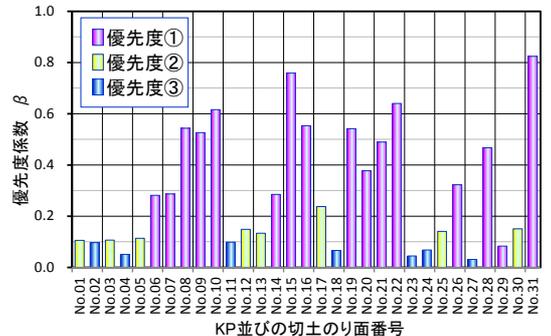


図-7 KP 並びの切土のり面と優先度係数 β