既設グラウンドアンカー構造の確認方法に関する検討

西日本高速道路㈱　正会員　○藤原　優
西日本高速道路㈱　正会員　竹本　将
西日本高速道路㈱　正会員　殿垣内　正人
西日本高速道路エンジニアリング関西㈱　正会員　矢野　法孝
西日本高速道路エンジニアリング関西㈱　正会員　藤巴　太郎

１．はじめに

高速道路の大規模更新，大規模修繕計画が平成 26 年 1 月に発表され，グラウンドアンカー（以下，アンカー）については，昭和 63 年の旧土質工学会（現在の地盤工学会）の基準[1]改訂前に施工された防食機能が十分でないものを優先的に更新していく方針が示された．しかし，アンカーは仮設の抑止工法として採用された経緯から，初期のものについては設計，工事に関する記録が十分に残存してないことが考えられる．この場合，アンカーの更新計画において重要な情報である既設アンカーの構造規格を知ることが困難になると予想される．こうした課題に対し，本論では既設アンカーを構成する**図-1** に示すアンカー体長やアンカー自由長などの構造規格[2]を確認する方法について検討を行った．

２．既設アンカー構造の確認方法

アンカーは長尺なものが多く，オーバーコアリングなどの実施によりアンカー構造を直接確認することが困難な状態にある．最近では，衝撃弾性波法などの非破壊調査を用いてアンカー長を確認した報告事例[3]があるが，アンカー体長やアンカー自由長を特定するまでに至っていない．このため，アンカーの頭部調査やリフトオフ試験[2]などの結果を基にアンカー体長，アンカー自由長を逆算法により推定していく手法を試みた．なお，手法構築にあたっては，更新のための設計がある程度安全側となるよう留意した．

２－１　アンカー体長の確認方法

アンカー体長（l_{sa}），テンドン拘束長（l_a）は，式(1)，式(2)により算定される[2]．両者の算定にあたり，設計アンカー力が明確でない場合は，設計アンカー力を許容引張り力[2]とみなした．また，テンドンの見掛けの周長やその他の定数については，アンカー頭部の調査結果や設計基準などを基に推定することとした．こうして得られる２つの値のうち大きい値をアンカー体長とした．

２－２　アンカー自由長の確認方法

アンカー自由長（l_f）は，リフトオフ試験により描かれる荷重－変位曲線からリフトオフ後の直線勾配[1]を求め，式(3)により算定することができる．

３．既設アンカー構造の確認事例

図-2 に示す高速道路のり面の擁壁に設置されたアンカーSEEE(F100)を対象として，アンカーの頭部調

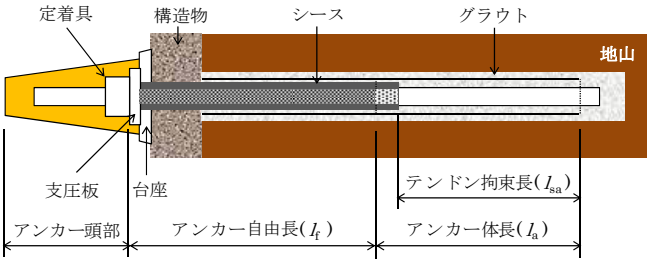

図-1　アンカーの基本構造[2]

$$l_{sa} = \frac{T_d}{U \cdot \tau_{ba}} \tag{1}$$

$$l_a = f_s \frac{T_d}{\pi \cdot d_A \cdot \tau} \tag{2}$$

$$l_f = \frac{E \cdot A_s}{a} \tag{3}$$

ここに，T_d：設計アンカー力，U：テンドンの見掛けの周長，τ_{ba}：許容付着応力度，d_A：アンカー体径，τ ：周面摩擦抵抗，f_s ：安全率（永久アンカーの場合，常時で 2.5），E：アンカー引張り材の弾性係数，A_s：テンドン断面積，a：リフトオフ後の荷重－変位曲線の直線勾配

キーワード　高速道路，グラウンドアンカー，アンカー体，アンカー自由長，テンドン拘束長，更新
連絡先　〒530-0003　大阪府大阪市北区堂島 1-6-20　西日本高速道路株式会社 技術本部　ＴＥＬ06-6344-7392

査とリフトオフ試験の結果を基に行った確認結果を一例として述べる．このアンカーは昭和 49 年頃に施工されており，アンカーは，擁壁背面の地山の間に詰められた栗石部を通過している．なお，設計記録によればアンカー体長は 6.5m，アンカー自由長は 4.0m とされており，４本のアンカーについて実施した掘り起し調査（**図-3**）の結果からも設計に基づく施工が行われたことが確認されている [4].

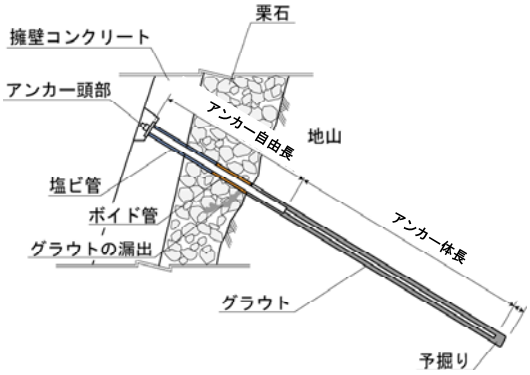

図-2 対象アンカー[4]

図-3 アンカーの掘り起し調査

３－１　アンカー体長の確認結果

アンカー体長（l_{sa}），テンドン拘束長（l_a）の算定において，設計アンカー力（T_d）は SEEE(F100)の許容引張り力 627.9kN とした．アンカー周長（U）についてはアンカーの公称径から 104.6mm となる．許容付着応力度（τ_{ba}）については，グラウトの設計基準強度が一般的に 24N/mm^2 であることから 0.8N/mm^2 とした [5]. アンカー体径については, 施工時は 60mm～110mm が一般的であったことから [5]，中間の 85mm と仮定した．周面摩擦抵抗については，結晶片岩が主体的に分布する地盤であることから [4]設計基準 [5]おいて風化岩の最低値とされる 1.0MN/m^2 を用いた．

アンカー体長の確認結果を**表-1** に示す．設計値 l_a=6.5m に対して，式(1)，式(2)により算定された値は l_{sa}=7.5m，l_a=5.9m なので，アンカー体長は 7.5m と推定することができた．

表-1 アンカー体長の確認結果（設計値 l_a=6.5m）

項目	延長
式(1)より求まるアンカー体長	7.5m
式(2)より求まるテンドン拘束長	5.9m
推定値	**7.5m**

３－２　アンカー自由長の確認結果

掘り起し調査によりアンカー構造の確認が行われた No.1～No.4 のアンカーについて，掘り起し調査前に実施されたリフトオフ試験結果から a を求め，式(3)によりアンカー自由長を算出した．

アンカー自由長の推定結果を**表-2** に示す．掘り起し調査の結果において, アンカー毎で鋼材の腐食進行に違いが確認されている [4]．この影響により荷重－変位曲線の形状がアンカー毎で異なり，式(3)により算定されたアンカー自由長は 3.1m～4.1m とばらついている．アンカー自由長は，設計値 l_f=4.0m に対して，平均値から 3.5m と推定することができた．

表-2 アンカー自由長の確認結果（設計値 l_f=4.0m）

項目	No.1	No.2	No.3	No.4
a	30.6kN/mm	28.2kN/mm	24.9kN/mm	32.4kN/mm
式(3)より求まるアンカー自由長	3.3m	3.6m	4.1m	3.1m
推定値	**3.5m**			

※E=195N/mm^2, A_s=519mm^2

４．まとめ

本論において，これまで現場で経験的に行われてきた知見を整理し，既設アンカー構造を確認するために試行した事例のひとつを報告した．今後より多くアンカーについて分析を行い精度向上に向け検討を行う．

■参考文献

1)土質工学会：グラウンドアンカー設計・施工基準，同解説，1988.
2)地盤工学会：グラウンドアンカー設計・施工基準，同解説，2012.
3)星野克之：郡山地区の高速道路における被害事例と復旧，　基礎工，2012.
4)殿垣内正人，竹本将，藤原優，野崎晃，矢野 法孝：グラウンドアンカーの維持管理における課題解決に向けた取り組みについて，基礎工，2013.
5)土質工学会：アース・アンカー工法ー付・土質工学会アース・アンカー設計・施工基準，1977.