

X線を用いたグラウンドアンカーの残存引張力測定

西日本高速道路エンジニアリング関西(株)	正会員	○藤巴 太郎
西日本高速道路エンジニアリング関西(株)		矢野 法孝
西日本高速道路エンジニアリング関西(株)		谷口 清
パルステック工業株式会社		淵上 静也
パルステック工業株式会社		野末 秀和
西日本高速道路株式会社	正会員	村上 豊和

1. はじめに

グラウンドアンカー（以下、「アンカー」と称す）は、1957年に初めて日本で採用されてから50年以上が経過しており、斜面や構造物を安定させる抑止工として幅広く利用されている。

近年、二重防食の基準が1990年に制定される前のアンカー（以下、旧タイプアンカー）は、耐久性に問題があることが指摘されており¹⁾、アンカーの現況性能確認およびアンカーが施工されたのり面状況の把握などの管理方法が重要な課題となっている。

本稿では、既存の調査方法であるリフトオフ試験の代替手法として、これまで石油精製タンクの溶接、焼鈍効果の確認などに用いられていた「X線による残留応力の測定技術」に着目したアンカー残存引張力の推定について検討したものである。

2. リフトオフ試験の現状と課題

アンカーの健全性を確認する方法は、アンカー外観を調査する頭部調査と現時点における残存引張力を計測するリフトオフ試験が主流である。

リフトオフ試験は、アンカー tendon を油圧ジャッキで引っ張り、既存アンカーの残存引張力を測り健全性を確認している。しかし、試験時に対象アンカー1本のデータしか得られず、高額な費用と手間を掛けて試験・解析を繰り返す必要があり効率的な手法とは言い難く、のり面状況を面的に把握するためには、簡易で迅速な試験方法を確立することが課題となっている。

3. ポータブルX線残留応力測定装置の概要（写真-2）

本装置は、X線回折法を活用したものであり、X線のブラッグの法則を利用して、試料に単一方向からX線を照射し、2次センサで環状の回折X線（デバイ環）を全周検出する（図-1）。

残留応力がない鉄粉末のデバイ環の位置と比べ、残留応力が存在する試料を測定したデバイ環は位置が変わる。デバイ環の位置の変化は残留応力の大きさに依存するため、この位置の変化を2次センサに自動で読み取り、残留応力を $\cos\alpha$ 法によって、約90秒の測定時間で把握することができる。

4. アンカー残留応力の測定

4.1 測定方法

測定は、室内に設置されている引張力試験機を用いて行い、定着構造は、旧タイプアンカーに多用されているナット式を対象とした（写真-3、写真-4）。

測定箇所は、アンカーの引張力が最も集中するプレートとナットの接着部に着目し、プレート接着面から4箇所（5mm、10mm、15mm、20mm）とし、測定する軸荷重（引張力）は、引張力が小さい旧タイプアンカーの許容引張力を考慮して、4段階（0kN、100kN、200kN、400kN）とした（図-2）。

キーワード グラウンドアンカー健全度、残存引張力、X線残留応力測定

連絡先 〒567-0032 茨木市西駅前町5番4号 西日本高速道路エンジニアリング関西(株) TEL072-631-5334



写真-1 リフトオフ試験状況



写真-2 X線残留応力装置

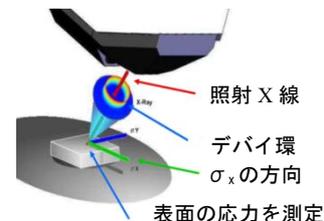


図-1 測定イメージ図



写真-3 測定状況（全体）



写真-4 測定状況（ナット式）



図-2 ナットの測定箇所拡大

4.3 測定結果

測定結果を図-3に示す。なお、初期応力はバラつきが大きかったため、削除している。

- ①軸荷重（引張力）100kNから400kNに対する応力変化は、ナット底面から20mmのケースを除きほぼ直線となり、軸荷重と残留応力に高い相関を示す。
- ②ナット底面から5mm～15mmでは軸荷重変化に対する応力変化率は高いが、ナット底面から最も離れた20mmの地点では、変化率が最も低いものとなっている。

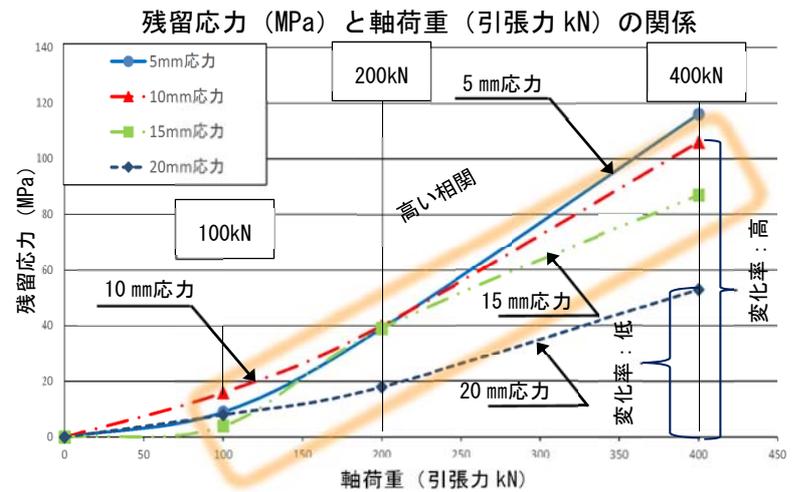


図-3 ナットの残留応力と軸荷重の関係

4.4 考察

ナット底面からの距離が20mmの場合は、軸荷重と残留応力の相関性および変化率が低いため、X線を用いて残留応力を測定する場合は、ナット底面から近い位置（5mm～15mm）で測定することが有効である。

今回は1つの試料による測定結果ではあるが、簡易で迅速に測定できるX線を用いることで、アンカーの残存引張力を推定する手法は、既存のリフトオフ試験の代替手法としての可能性があるものと考えている。

今後は、下記に示す課題解決に取り組み、本手法を早期に完成させる必要がある。

- ①くさび式アンカーによる検証（写真-5）
- ②高引張力（400kN～800kN）における検証
- ③材料の初期応力（0kN）との関連性
- ④事前処理装置の現場適用性検証（写真-6）
- ⑤データ蓄積による精度向上



写真-5 くさび式アンカー



写真-6 事前処理装置

5. おわりに

現在、アンカーの残存緊張力を測定するには、大掛かりな試験器具を用いたリフトオフ試験が主流であるが、本手法は簡易に迅速な測定が可能な技術として期待できるものと考えている。今後は、上記の課題について検証および検討を行い、既存のリフトオフ試験の代替手法として実用化につなげていきたい。

また、アンカーの特定更新等工事では、損傷が多い旧タイプアンカーののり面を対象としている。しかし、今後は現時点で損傷が少ない二重防食が施された新タイプアンカーにおいても、時間の経過と共に損傷が発生する可能性があるため、予防保全の観点からも本手法の早期確立に向けて、引き続き取り組みたいと考えている。

謝辞 本研究の実施に際し、貴重な助言などを頂きました神戸大学大学院の芥川真一教授に感謝の意を表します。

参考文献

1) (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 鹿島出版