

第Ⅴ部門

評価用治具を活用した X 線応力測定によるグラウンドアンカー緊張力の評価指標の提案

大阪大学工学部	学生員	○川口 遼	大阪大学大学院工学研究科	学生員	鈴木 翔太
大阪大学大学院工学研究科	正会員	寺澤 広基	大阪大学接合科学研究所	正会員	堤 成一郎
大阪大学大学院工学研究科	正会員	鎌田 敏郎	積水化学工業株式会社	非会員	刈茅 孝一

1. はじめに

グラウンドアンカーの点検における性能評価指標としての緊張力を測定する代表的な手法としてリフトオフ試験が挙げられる。しかしながら同試験は、コストが高く労力を要するため、試験本数が限られるうえに、アンカーを損傷させる可能性がある。このため、より簡便な非破壊での緊張力評価手法の確立が求められている。

これに対して、非破壊応力測定法である X 線応力測定によって得られる支圧板表面の応力分布から緊張力を間接的に推定する手法についての検討¹⁾が行われている。この方法は、支圧板の板厚によって推定精度が安定しないなどの課題が多い。本研究では、新設のグラウンドアンカーを対象に、定着具と支圧板の間に評価用治具を挿入することを想定し、治具側面を対象として、X 線を用いて測定することで治具側面の応力分布とアンカー緊張力との関係を明らかにし、緊張力推定式の導出を試みた。

2. X 線による治具側面応力分布の測定

2.1. 実験概要

供試体（図-1）に緊張力を定着し、X 線応力測定装置を用いて治具側面応力を測定した。図-2 に応力測定位置を示す。測定箇所は挿入した治具下縁から 5mm の位置から 3mm 確認で 6 点とした。アンカー緊張力は供試体下部に設置したロードセルにより測定した。

各緊張力定着時における測定値から初期残留応力を差し引いた値を治具下縁からの距離ごとの応力値として取り扱うこととした。緊張力導入から緊張力定着の過程においてセットロスが生じるため、定着緊張力は 215kN、380kN、540kN の 3 水準とした。なお、X 線応力測定の精度を考慮し、同一点において



図-1 供試体外観

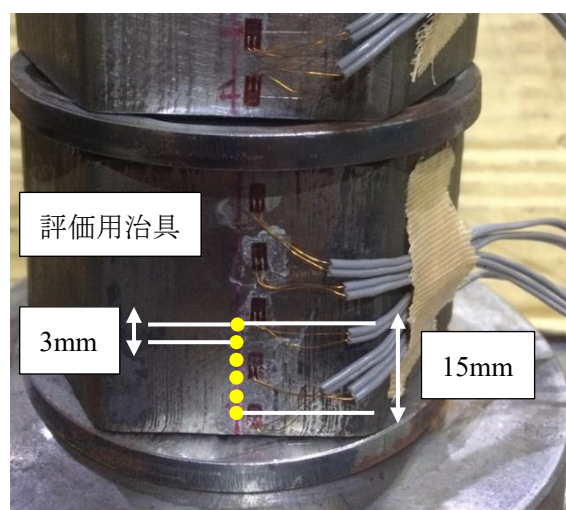


図-2 X 線応力測定箇所

3 回測定を行い、それらの平均値を各緊張力定着時における測定値とした。それに対して、三項間移動平均を行うことで測定結果の平滑化を図った。

2.2. 実験結果

図-3 に縦軸に測定応力、横軸に治具下縁からの距離をとった実験結果を示す。この測定結果から、治

具側面の表面応力とアンカー緊張力に緊張力によって応力分布に差が見られた。また、229kN 定着時において、引張応力が生じた箇所が確認された。これは、表面処理等により 200MPa～300MPa 程度の初期残留応力の影響を大きく受けたためであると考えられる。

3. 緊張力推定式の導出

3.1. 累積応力値と定着緊張力の関係の定式化

そこで、本研究では評価指標として累積応力値を定義し、定着緊張力と累積応力値の関係を定式化することで、緊張力推定式を導出することとした。累積応力値とは、6 点の X 線応力測定値に 3 項間移動平均を行い、算出される 4 点の測定値の絶対値の総和と定義する。

この手法により算出された累積応力値と定着緊張力の関係を図-4 に示す。この結果から、累積応力値と定着緊張力に相関が確認されたため、この関係に近似直線を当てはめた際の式を、本研究における緊張力推定式とした。以下に導出された推定式を示す。

$$f(x) = 0.676x + 166 \quad (3.1)$$

ここで、 $f(x)$ はアンカー緊張力 (kN) を、 x は累積応力値 (MPa) を表す。

3.2. 緊張力推定式の適用性の確認

前節で導出された緊張力推定式に本研究で行った全測定結果（全 9 データ）に対して平均化処理等を行わず、累積応力値を算出し、式 3.1 に代入することで、推定式の適用性を検討した。推定結果を図-5 に示す。この結果が示すように、全データに対して、誤差が±10%以内の精度で緊張力の推定が可能であった。これより、本研究で導出された緊張力推定式は一定の精度で安定して緊張力推定が可能であることが示唆された。

4. 結論

評価用治具側面における下縁付近を測定対象とした X 線応力測定により、アンカー緊張力を推定する手法について検討を行った。これにより、測定範囲を治具下縁 5mm から 20mm の範囲に限定し、測定結果から指標を算出することで、誤差が±10%以内

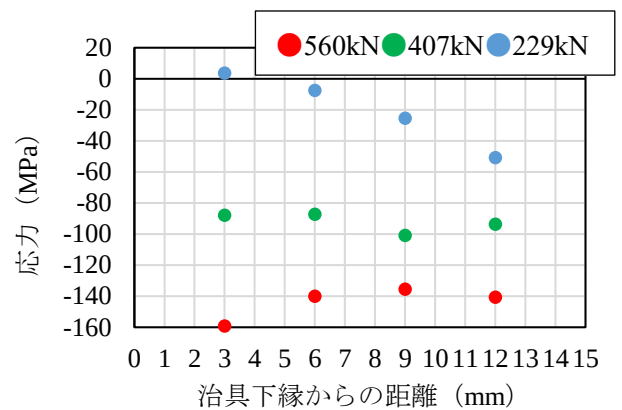


図-3 X線応力測定結果

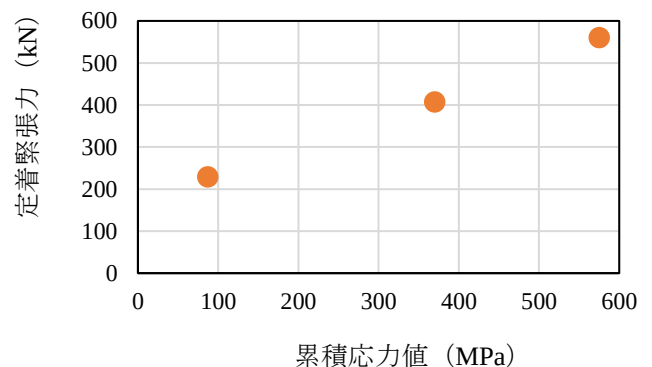


図-4 定着緊張力と累積応力値の関係

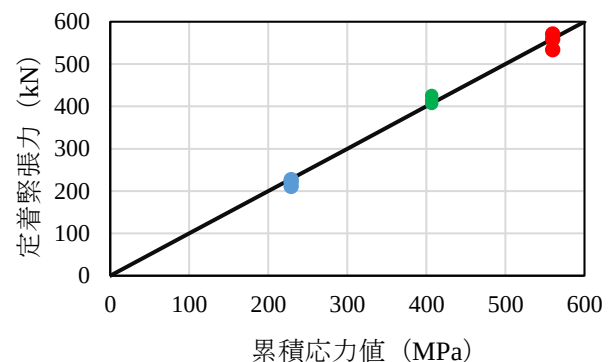


図-5 推定式の適用性の確認

の精度でアンカー緊張力の推定が可能であることが示唆された。今後、データの蓄積を行うことで、さらに精度を向上させることができると考えられる。

【参考文献】

- 1) 切山貴文：支圧板表面の応力分布に着目したグラウンドアンカー緊張力の推定方法に関する研究，大阪大学卒業研究，2017