第 V 部門 鋼材種類が X 線回折による応力推定精度に与える影響

| 大阪大学工学部 | 学生員 | ○鈴木 | 翔太 |
|-------------|-----|-----|-----|
| 大阪大学接合科学研究所 | 正会員 | 堤 | 成一郎 |

1. はじめに

グラウンドアンカーの健全性評価指標である残存 緊張力はリフトオフ試験により評価するのが主流で あるが, 高コストなため試験本数が限られる上に, アンカーが破断するリスクがある.このため、より 簡便な非破壊評価手法の確立が望まれている. これ に対して著者らは、アンカー緊張力により支圧板表 面に生じる応力分布を,X線回折を用いた応力推定 手法により非破壊で測定し、間接的に残存緊張力を 評価する手法について検討している.しかしながら, S45C 製の支圧板を対象とした過去の検討¹⁾におい て、精度のよい応力推定ができなかった.X線応力 推定においては、X線照射範囲内に回折に寄与する 結晶粒の数が十分多く存在することが、精度を確保 するための条件のひとつとして挙げられるが2),上 記の結果がこれに起因したものであるか、明確には されていなかった. そこで本研究では、結晶粒の大 きさが異なる鋼板を対象としてX線回折による応力 推定を行い、鋼種の違いが応力推定精度に与える影 響を把握することを目的とした.

2. 実験概要

2.1 平均結晶粒径算出方法

図-1 に示す S45C, SM490A, SM490B の 3 鋼種の 支圧板を対象に, 平均結晶粒径と応力推定精度の関 係について,実験により比較検討を行う. JISG0551 に基づき,以下の通り平均結晶粒径を算出した.

- (1) 各鋼種の試験片表面を、ターンテーブル研磨機 を用いて研磨し、平滑にする.
- (2)研磨した各試験片を腐食液に十秒程度浸して腐 食させ、速やかに水で洗い流して腐食の進行を 止める.これを行うことで、組織ごとの腐食の 進行の違いにより、組織を凹凸として表すこと ができる.この作業をエッチングという.

| 大阪大学大学院工学研究科 | 正会員 | 鎌田 | 敏郎 |
|--------------|-----|----|----|
| 大阪大学大学院工学研究科 | 正会員 | 寺澤 | 広基 |
| 積水化学工業株式会社 | 非会員 | 刈茅 | 孝一 |



a)S45C b)SM490A 図-1 支圧板概要



図-2 応力測定概要

- (3) エッチングをした各試験片について走査型電子 顕微鏡(以下, SEMと称する)を用いて組織観 察を行い,結晶粒界が明瞭な SEM 画像を得る.
- (4) 得られた SEM 画像に線分を引き、線分上の結 晶粒の個数を数える.
- (5) SEM 画像のスケールと比較し, 線分の長さを換算する.
- (6) 換算した線分の長さを個数で除す.
- (7) (4)~(6)の手順を繰り返し、平均する.
 観察対象の各鋼種において、15×15×9mmのテストピースを用いた.エッチング液は約1%の硝酸エタノールを使用した.SEM 画像は1鋼種につき4~6枚を用意し、1枚あたりに引いた線分は20本程度である.

2.2 応力推定実験概要

3 鋼種の支圧板表面上の複数点について,図-2 に 示すように非載荷状態でX線応力推定を行い,応力 推定精度を評価する.評価項目は推定応力値と応力

Shota SUZUKI, Toshiro KAMADA, Seiichiro TSUTSUMI, Koki TERASAWA and Koichi KARUKAYA s.suzuki@civil.eng.osaka-u.ac.jp

推定標準偏差の平均値及びデバイ環の形状とする. 応力の推定箇所については,図-1に示す各支圧板中 の20点を無作為に選択した.また,X線応力測定装 置として, cosa法による二次元応力解析手法を採用 した可搬型の応力測定装置を用いた.X線応力測定 装置の測定条件は,X線入射角35°,試料距離39mm, X線出力は20kVで1mAとした.測定装置の角度は 角度計を用いて,材料との距離及び測定位置決めに ついては目視により手動で行った.X線照射点は直 径2mm,深さ0.01mm程度であり,測定に要する時 間は1点あたり1~2分程度である.なお,X線応力 測定を行う前に,支圧板表面の黒皮を酸性除去剤に より除去し,金属組織を露出させた.

3. 実験結果

3.1 結晶粒の観察結果

SEM 画像の一例を図-3 に示す.本研究で用いた S45C の平均粒径は 34.0µm と結晶粒が比較的粗大で あったのに対し, SM490A, SM490B の平均粒径は それぞれ 7.2µm, 4.6µm と小さいことがわかった.

3.2 結晶粒径と応力推定精度の関係

推定応力と応力推定標準偏差の平均値およびデバ イ環画像の一例を表-1 に示す.平均結晶粒が比較的 粗大な S45C では推定応力に対して応力推定標準偏 差の値が大きく,明瞭なデバイ環が得られなかった. 一方,平均粒径が小さい SM490A 及び SM490B では 応力推定標準偏差の値も比較的小さく,明瞭なデバ イ環を取得できることが確認できた.

4. 結論

本研究で用いた計測条件では,平均粒径が 7.2µm 程度の鋼種については明瞭なデバイ環が取得可能と なり,信頼性の高い応力推定結果が得られた.

参考文献

 1) 久田慎:X線回折を用いたグラウンドアンカー緊 張力の非破壊評価に関する基礎的研究,大阪大学卒業 論文,2015

 丸山洋一: イメージングプレートを用いた露光再 生一体型 X 線応力測定に関する研究,金沢大学博士論 文,2015



c) SM490B 図-3 SEM 画像の一例

| 表-1 応力 |]推定結果 |
|--------|-------|
|--------|-------|

| 细括 | 苯伯尔士 | 応力推定 | ゴバノ理 |
|---------|----------|---------|-------|
| | 推正心力 | 標準偏差 | ナハ1 城 |
| S45C | -81.2MPa | 94.0MPa | |
| SM490A | -88.9MPa | 17.3MPa | • |
| SM490B | -75.1MPa | 13.0MPa | |