

[22043]

節形状の異なるあと施工アンカーの歪み分布特性評価

Evaluation of Strain Distribution of Adhesive Anchors with Different Rib Shapes

坂下雅信^{A)}, 向井智久^{B)}, チェホンボク^{C)}, 菖蒲敬久^{D)}, 有木克良^{A)}, 高野慶貴^{C)}, 中村聡宏^{A)}, 諸岡聡^{D)}

Masanobu Sakashita^{A)}, Tomohisa Mukai^{B)}, Hongbok Choe^{C)}, Takahisa Shobu^{D)}, Katsuyoshi Arika^{A)},
Yoshiki Takano^{C)}, Akihiro Nakamura^{A)}, Satoshi Morooka^{D)}

^{A)} Building Research Institute, ^{B)} National Institute for Land and Infrastructure Management,
^{C)} Tokyo University of Science, ^{D)} Japan Atomic Energy Agency

Abstract

Although demand and development of high-performance adhesive anchors are expected in the future, a method that can accurately measure the strain distribution of adhesive anchors under tensile load has not been established. Therefore, in this study, we aim to confirm the measurement accuracy using a test specimen of pre-installed reinforcing bars using a neutron stress measurement device (RESA) that can continuously evaluate the strain distribution during loading non-destructively and non-contact using neutron technology. As a result, it was confirmed that the strain measurement accuracy was low when the strain measured by RESA was 525 μ in the loading state. In the future, as a condition for improving measurement accuracy, it is necessary to prepare a test specimen that can measure strain even higher and confirm the measurement accuracy.

Keyword: Neutron diffraction, Strain, Adhesive, Adhesion strength

1. はじめに

接着系あと施工アンカー(以下、接着系アンカー)は、令和4年に関連告示が改正され、接着系アンカーの適用範囲が既存の[補強のための部材との接合部]から[構造耐力上主要な部分である部材との接合部]まで拡大された¹⁾。

しかし上記によって今後高性能な接着系アンカーの需要と開発が見込まれるものの、引張荷重を受ける際の接着系アンカーの歪み分布を精度よく計測できる手法は確立していない。そこで本研究では、非破壊・非接触で載荷時の歪み分布を連続的に評価できる中性子技術のうち、JRR-3における中性子応力測定装置(RESA)を用い、接着系アンカーにおける歪み分布の基礎的検討を研究目的とする。本実験では、中性子吸収の影響による測定精度の低下を防止するために、接着剤無しの先付け鉄筋コンクリート試験体を対象に評価を行う。

2. 中性子応力測定法の概要

Figure 1, 2 に中性子応力測定法の概要を示す²⁾。中性子応力測定法の原理は、中性子線やX線が個々の原子に当たると散乱現象が発生し、式(1)のブラッグの回折条件式を満たすときに、散乱した中性子線が干渉しあい、回折現象が発生する。

$$2d\sin\theta=n\lambda \quad (1)$$

ここで、 d : 格子面間隔(載荷時), θ : 回折角,
 n : 回折次数, λ : 入射中性子線の波長とする。

試験体に対して載荷と除荷状態の回折角度を測定することで、回折角の変化量からひずみを計測することが可能である。除荷状態の回折角を θ_0 、格子面

間隔(除荷時)を d_0 とすると、格子ひずみ ε は式(2)で表される。

また、中性子の回折角はスリットにより波長を制御したビームを試料に照射し、試料中の結晶格子面で回折した中性子を、中性子検出器で測定する。

RESAにより実際に得られる測定結果は、回折角およびピーク強度(中性子検出カウント数)の関係で

$$\varepsilon = \frac{d-d_0}{d} = \frac{2\theta-2\theta_0}{2\theta_0} \cot \frac{2\theta_0}{2} \quad (2)$$

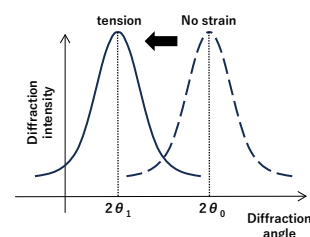


Figure 1. Change in diffraction

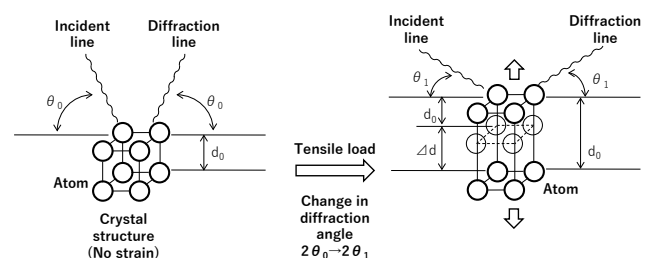


Figure 2. Change in lattice spacing

[22043]

Table 1. Specimen list

Specimen	Composition of the specimen	Concrete condition	Adhesive	Concrete surface covering	Applied load and load histories (Neutron diffraction condition)
No.109	Reinforced concrete	*1W/C=0.4	-	Aluminum tape	12kN→1kN
No.110					
No.111		*1W/C=0.6			
No.112					

*1W/C : Water Cement Ratio

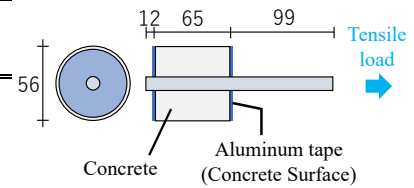


Figure 3. Specimen overview

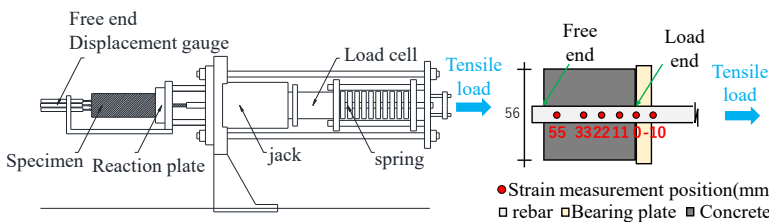


Figure 4. Apparatus overview

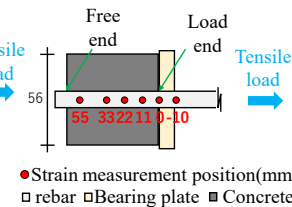


Figure 5. Neutron irradiation position

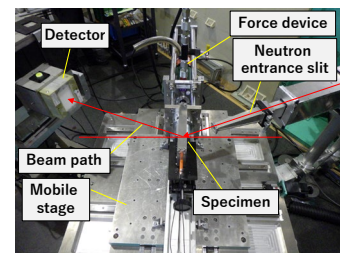


Figure 6. Neutron diffraction angle of RESA

Table 2. Adhesion test results from specimens with the same specifications as RESA

Tr No.	P.max(kN)	$\pi \cdot d \cdot l$ (mm ²)	Adhesion strength(N/mm ²)
No.117(No.109)	22.0	2593.38	8.48
No.118(No.110)	21.4	2593.38	8.25
No.119(No.111)	25.3	2593.38	9.76
No.120(No.112)	16.5	2593.38	6.36

あり、この数値データにガウスフィッティングを行い、ピーク角度 2θ を得る。このピーク角度を回折角として定める^[3]。

3. 実験概要

3.1. 試験体概要

Figure 3 に試験体概要を、Table 1 に試験体一覧を示す。試験体長さは 65mm、鉄筋は D13、MK785、竹節を使用している。自由端側に自由端変位計を 3 つ設置し、その平均値をとる。また、載荷端変位計は中性子線の妨げになるので設置していない。接着系アンカーではコンクリートと接着剤両者による中性子吸収の影響があるが、その前に先付け鉄筋の中性子吸収の影響を確認する。本実験では、歪みを精度よく測定できる方法(試験体条件、測定条件)の基礎的実験を行う。

3.2. 加力方法・計測計画

Figure 4 に加力装置概要を、Figure 5 に歪み測定を実施する試験体の中性子照射位置を、Figure 6 に中性子の回折角度条件(110 面)における測定時の様子を、Table 2 に RESA 用と同仕様の試験体より実施した付着試験結果を示す。Figure 4 より、加力はジャッキを用いて行う。Figure 5 に示す歪み測定位置は、裸鉄筋 2 か所(-10, 0mm)、コンクリート

中の鉄筋 4 か所(11~55mm)とする。計測条件としては Table 1 より、全試験体は、12kN(載荷時)と 1kN(除荷時)に上記の設定した測定条件で計測した。Table 2 より、RESA での載荷荷重は、同仕様の試験体より実施した付着試験の最大荷重に基づき、割裂破壊しないと判断する値から 12kN と定めた。

4. 実験結果

Figure 7 に No.111 の RESA による歪み分布(実験値)の結果およびひずみの算定値(別途で接着系アンカー試験体に歪みゲージを 2 本貼り付けた実験値を使用、試験体名: No.31、最大荷重 40kN、ヤング係数 $E=184000\text{N/mm}^2$)より、12kN 載荷時のひずみの算定値は約 525μ であったが、裸鉄筋 2 か所の実験値のひずみはその値以下であり、概ね 0μ 前後であった。さらに、コンクリート内部における歪みが載荷端側から自由端側に向かう傾向ではなく、自由端側に近いほど歪みが大きくなっている。よって、本実験において 12kN (525μ) の載荷状態では歪み測定精度が低いことが確認できた。これから、測定精度を高める条件として、さらにひずみを高く測定できる試験体を用意し、計測精度を確かめる必要がある。

[22043]

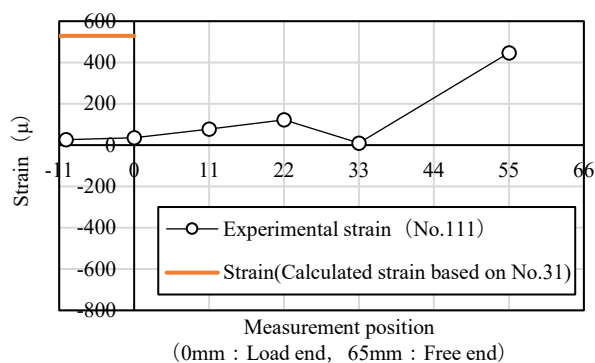


Figure 7. Strain distribution of No.111

参考文献

- [1] 一般財団法人日本建築防災協会:接着系あと施工アンカー強度指定申請ガイドライン p. 1, 2022
- [2] <https://www.rs.noda.tus.ac.jp/manabu/RESA/RESA.html>
- [3] 兼松学, 太田匠美, 鈴木裕士, 野口貴文:中性子回折法を用いたひび割れ近傍における鉄筋応力の非破壊測定手法の開発に関する実験的研究, コンクリート工学年次論文集, Vol.33, No.1, pp.1853-1858, 2011

謝辞

本研究は、日本原子力研究開発機構・量子科学技術研究開発機構施設利用共同研究課題「節形状の異なるあと施工アンカーの歪み分布特性評価」、国立研究開発法人建築研究所研究課題「増改築規模に応じて改修された既存鉄筋コンクリート造建築物の耐震性能評価技術の開発」の一環として実施しました。中性子実験は、JAEAの承認を得てJRR-3に設置されているRESAにて行われました。関係各位に謝意を表します。