

# 建設機械における溶接構造物の溶接内部歪み分布評価

利用者 田村和久<sup>1</sup>，高田龍二<sup>2</sup>，下平貴之<sup>2</sup>，星暁生<sup>1</sup>，斎藤泰<sup>1</sup>，佐藤暁子<sup>1</sup>  
 所属 <sup>1</sup>日立建機株式会社建設システム事業部開発設計センタ，<sup>2</sup>同技術開発センタ

## 1. はじめに

建設機械の主要構造物のほとんどが溶接構造物であり，市場における不具合は溶接内部からの疲労破壊が多い．油圧ショベルのフロント部のような箱型構造物では箱内部の溶接未溶着部からの亀裂の進展が多く，当部位は歪み測定が困難なため負荷が掛かった時の溶接内部の歪み分布等は明確に把握出来ていない．そこで近年，弊社設計部ではFEMを用いて溶接未溶着部を実物相応にモデル化し，溶接未溶着付近の応力分布を予測して設計段階における事前評価を行っている．しかし算出される応力分布の妥当性は測定不可能なため検証されていない．そこで，当FEMによる歪み分布の妥当性を検証するとともに疲労寿命設計指針を作成することが目的である．

## 2. 実験材料と方法

残留応力測定用中性子回折装置(RESA)を用いて，負荷状態と無負荷状態における格子面間隔を測定し，両者の差を取る事で負荷による歪を得る．図1に実験装置を，図2に試験片形状を示す．この試験片長手方向に図2の Strain gauge #4 にて約  $500 \mu\text{strain}$  になるよう引張力付加を加えた．中性子検出器には1次元検出器を使用し，入射側，反射側共に  $0.5 \times 15[\text{mm}]$  のスリットを使用した．



図1 実験装置

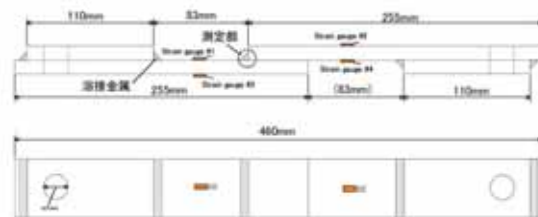


図2 試験片

## 3. 実験結果

図3.1に無負荷時の格子面間隔分布図を示す．なお，今回の測定においてはマシンタイムの都合により波長測定を行っていないため，相対的な格子面間隔の分布図となる．引張負荷時の格子面間隔分布図を図3.2に示す．切欠き近傍において格子面間隔は著しく変化している．測定領域全体的には引張負荷により格子面間隔は増大傾向だが，切欠き近傍下部においては縮小傾向となった．

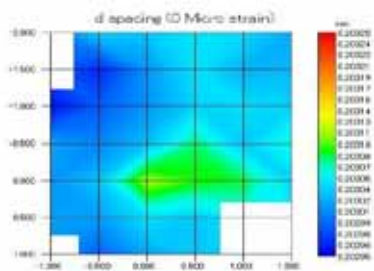


図3.1 無負荷時格子間隔

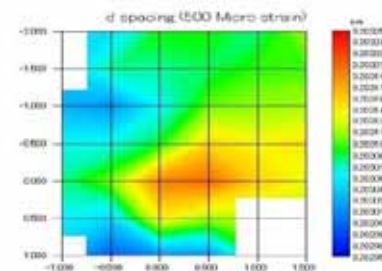


図3.2 引張負荷時格子間隔

## 4. 考察

図4.1に無負荷状態から引張負荷を負荷したときの相対的な歪変化の分布図を示す．切欠き近傍の下部方向に  $100 \mu\text{strain}$  前後の圧縮歪が，また上部方向には最大で  $600 \mu\text{strain}$  前後の引張歪が得られた．この傾向は図5.1に示す最大主歪FEM結果での切欠き近傍上部の引張歪，図5.2に示す最小主歪FEM結果での切欠き近傍下部の圧縮歪と同様な傾向を示している．ここで， $X = -0.5$ ， $Y = -1.5$  近傍に強い引張ひずみの特異点が見られた．この点に関する詳細は不明であるが，溶接部凝固に伴って発生する気孔，溶込み不良，融合不良等の欠陥の存在が考えられる．また，図4.2に相対的な半価幅変化の分布図を示す．図4.2において，切欠き近傍と思われる部位での半価幅の増大が著しく，応力集中による塑性域が生じているものと推察される．応力集中部と塑性域による半価幅の増大位置を考慮すると  $X=0.5$ ， $Y=0.5$  の座標位置近傍が切欠き先端部であると思われる．

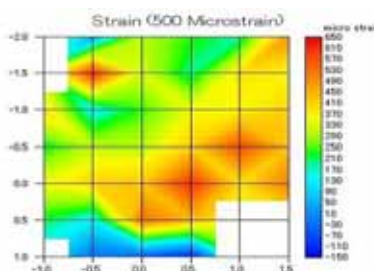


図4.1 歪分布図

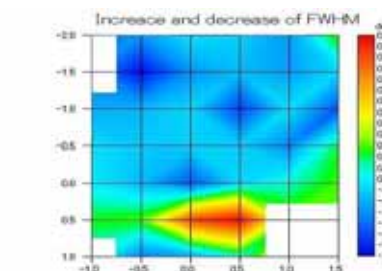


図4.2 半価幅変化分布図

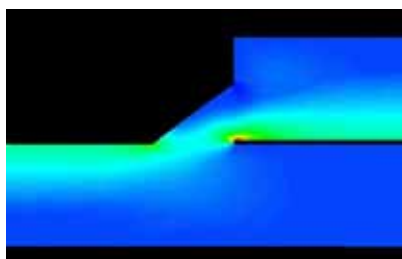


図5.1 FEMでの最大主歪

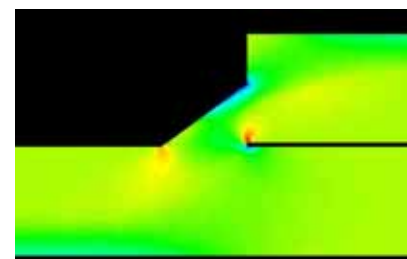


図5.2 FEMでの最小主歪

## 5. まとめ

以上のことから，今回の引張試験による測定結果において切欠き近傍上部に強い引張歪，下部側に圧縮歪が生じており，FEM 結果と同様な傾向を示した．今後はFEMの出力結果との詳細な比較を行い，FEMの歪分布の妥当性を検証し，モデルを改良する予定である．さらに，今回測定した長手方向と90度垂直方向の歪についても測定し，より詳細に検討し，疲労寿命設計指針を作成する．

# 建設機械における溶接構造物の溶接内部歪み分布評価

利用者 田村和久<sup>1</sup>，高田龍二<sup>2</sup>，下平貴之<sup>2</sup>，星暁生<sup>1</sup>，斎藤泰<sup>1</sup>，佐藤暁子<sup>1</sup>

所属 <sup>1</sup>日立建機株式会社建設システム事業部開発設計センタ，<sup>2</sup>同技術開発センタ

## 1. はじめに

建設機械の主要構造物のほとんどが溶接構造物であり，市場における不具合は溶接内部からの疲労破壊が多い．油圧ショベルのフロント部のような箱型構造物では箱内部の溶接未溶着部からの亀裂の進展が多く，当部位は歪み測定が困難なため負荷が掛かった時の溶接内部の歪み分布等は明確に把握出来ていない．そこで近年，弊社設計部ではFEMを用いて溶接未溶着部を実物相応にモデル化し，溶接未溶着付近の応力分布を予測して設計段階における事前評価を行っている．しかし算出される応力分布の妥当性は測定不可能なため検証されていない．そこで，当FEMによる歪み分布の妥当性を検証するとともに疲労寿命設計指針を作成することが目的である．

## 2. 実験方法

残留応力測定用中性子回折装置(RESA)を用いて，負荷状態と無負荷状態における格子面間隔を測定し，両者の差を取る事で負荷による歪を得る．図2.1に実験装置を，図2.2に試験片形状を示す．この試験片長手方向に図2.2のStrain gauge #1にて約500  $\mu$  strainになるよう引張力付加を加えた．中性子検出器には1次元検出器を使用し，入射側，反射側共に0.5 x 15 [mm]のスリットを使用した．



図2.1 実験装置

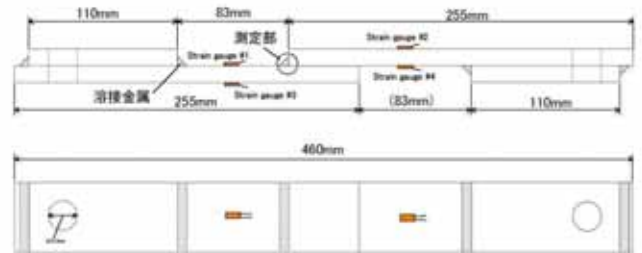


図2.2 試験片

## 3. 実験結果

図3.1に無負荷時の格子面間隔分布図を，引張負荷時の格子面間隔分布図を図3.2に示す．切欠き近傍において格子面間隔は著しく変化している．測定領域全体的には引張負荷により格子面間隔は増大傾向だが，切欠き近傍左部においては縮小傾向となった．また，表3.1は引張負荷時のStrain gauge #1直下，ビード（溶接端部）下における歪である．

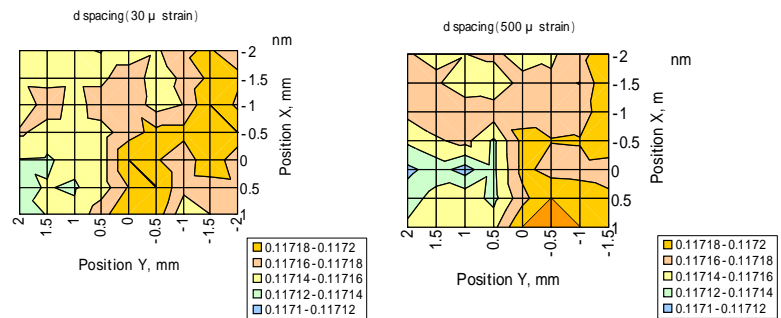


図3.1 無負荷時格子間隔

図3.2 引張負荷時格子間隔

## 4. 考察

図4.1に無負荷状態から引張負荷を負荷したときの相対的な歪変化の分布図を示す．切欠き近傍に最大で400  $\mu$  strain 前後の引張歪が，左部方向に200  $\mu$  strain 前後の圧縮歪が得られた．この傾向は図4.2に示すY軸方向のFEM結果での切欠き近傍の引張歪，切欠き近傍左部の圧縮歪と同様な傾向を示している．図3.3の負荷方向ゲージは406  $\mu$  strainであり実測より低い値となっているが，測定位置が図2.2のStrain Gauge #1の下0.5mmの位置であるので妥当な値といえる．また，負荷方向ビードは圧縮歪が生じている．これは，引張歪が発生しているFEMの結果とは異なるため，更なる考察が必要である．

表3.1 ゲージ下，ビード下歪

		$\mu$ strain
負荷90°方向	ゲージ	-48.44
負荷方向	ゲージ	406.29
負荷90°方向	ビード	-61.83
負荷方向	ビード	-178.59

## 5. まとめ

以上のことから，今回の引張試験による測定結果において切欠き近傍に強い引張歪，切欠き左部側に圧縮歪，またゲージ下負荷方向に引張歪が生じFEM結果と同様な傾向を示した．しかし，ビード下負荷方向に生じた圧縮歪においてはFEM結果と異なる傾向となった．

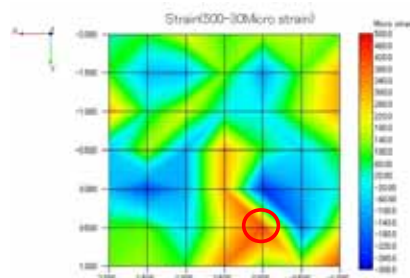


図4.1 歪分布図

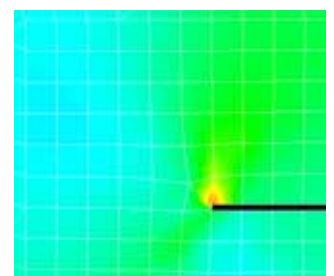


図4.2 FEMでのY軸方向歪