308　変形・破壊におけるサーモグラフィー熱画像解析

Thermal Analysis of Infrared Thermografphy in Plastic Deformation and Fracture

正　坂本 英俊（熊大工）　正 石 健（熊大院）　学 ○廣田 倫志（熊大院）
山本 光治（熊大工）

Hidetoshi SAKAMOTO, Kumamoto University,2-039-1
Jian SHI, Toshiyuki HIROTA, Mitsuharu YAMAMOTO

1. 緒言

サーモグラフィー法は，物体表面から放射される赤外線エネルギを非接触かつ高速に二次元温度分布としてとらえることができるため，科学，工学，医学など様々な分野において，その適用の有効性が報告されている[1)~5)]．応力・変形解析の分野においては，熱弾性理論を用いた応力解析，応力拡大係数評価などについて多数報告されている[6)~8)]．

著者らは，塑性ひずみ集中部における塑性変形熱発生に着目し，変形破壊下で測定されたサーモグラフィー法による熱画像解析およびFEMによる変形解析に基づいた熱発生．伝導解析を行った．そして，異なる採取方向，異なる変形速度による熱分布への影響を明らかにするとともに，熱画像と塑性ひずみ分布との対応について検討した．

2. 実験

2.1 供試材

実験には 厚さ6mmの構造用圧延鋼材SM490Aを用いた．試験片の寸法・形状をFig.1に示す．試験片は圧延方向(ROLL)及び圧延直角方向(TRANS.)から採取した．試験片中央に0.3mmの人工き裂をワイヤー放電加工により設け，加工後すべて真空ひずみ取り焼鈍を行った．

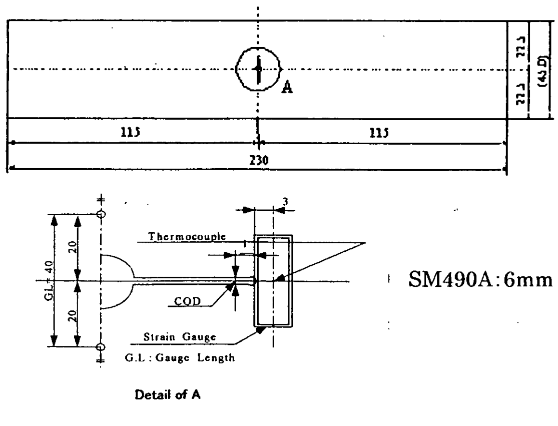

Fig.1 Test specimen

2.3 変形・破壊試験

塑性変形・破壊試験にはき裂近傍のひずみ測定にひずみゲージを用い，巨視的なき裂の変形挙動はクリップゲージおよびCCDカメラにより測定した．また内部の変形状態のモニタリングにアコースティック・エミッション(AE)を用いた．さらにこれらの変形挙動測定と平行して変形中の物体表面の温度分布をサーモカメラにより測定し，その熱画像を連続的に記録した．試験観測装置をFig.2, Fig.3に示す．

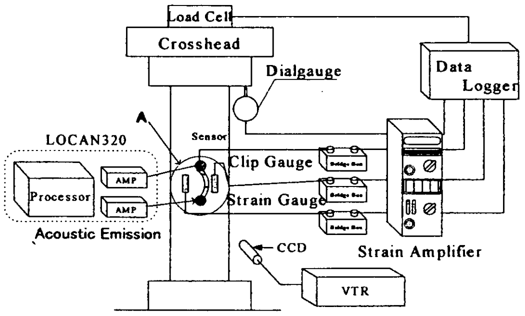

Fig.2 Detecting system of deformation, CCD image and AE

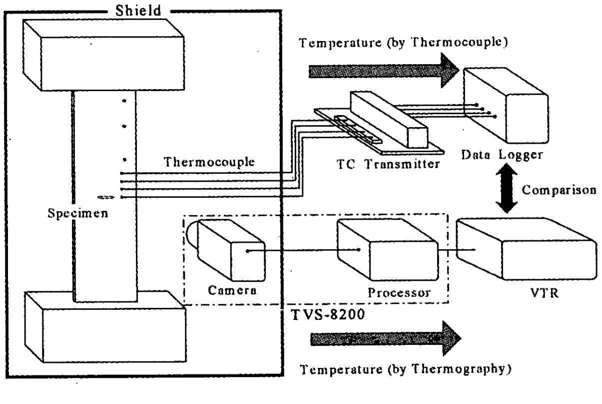

Fig.3 Thermal image detecting system

NII-Electronic Library Service

3. 試験結果

SM490A の温度上昇測定結果を Fig.4 および Fig.5 にそれぞれ示す．Fig4 は熱電対を用いて測定されたき裂近傍4点の温度上昇値の時間的変化を示す．Fig5 はサーモカメラで測定された熱画像に画像処理を施し温度上昇分布画像として表したものである．この画像からFig. 4の熱電対測定位置のおける温度上昇値を求めて時間―上昇温度で整理した図を Fig.6 に示す．これらの図の温度はすべて室温を基準とした上昇温度を示している．き裂端先端の温度上昇がもっとも顕著で，次に塑性変形進行方向に大きな温度上昇が認められる．またサーモグラフィー法を用いて測定した試験片表面温度は熱電対で測定したものとよい対応を示しておりサーモグラフィー法による試験片表面の塑性変形熱測定結果の妥当性が確認された．

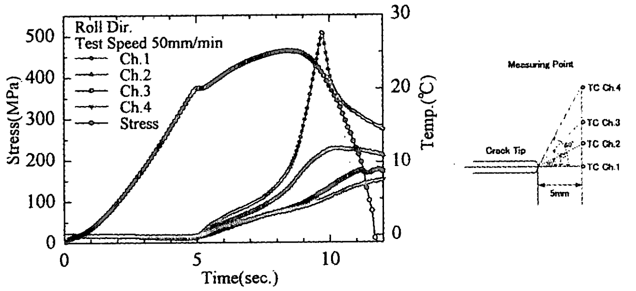

Fig.4 Temperature rise around crack tip (Thermocouple, Roll dir.)

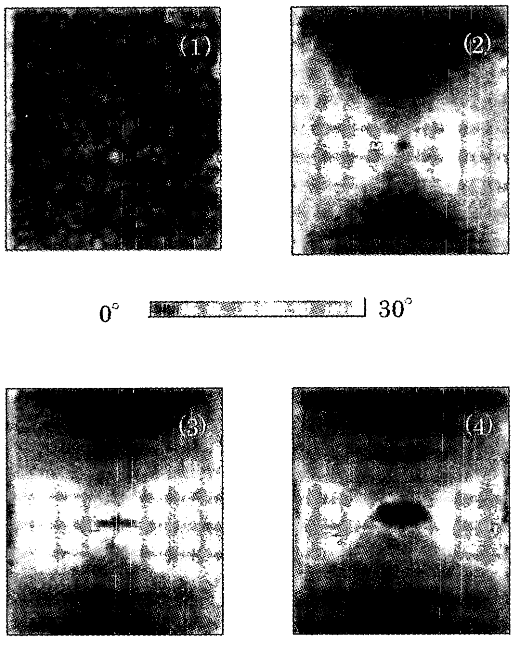

Fig.5 Thermal Image (SM490A, Roll dir.)

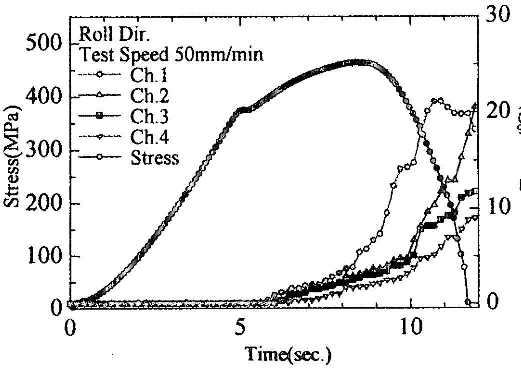

Fig.6 Temperature rise around crack tip (Thermography Roll dir.)

Fig.4～Fig.6 より変形中の表面温度がサーモグラフィー法により測定できることが確認されたので，熱分布と塑性の進展領域および塑性ひずみの大きさとの対応関係をみるために FEM による変形解析に塑性ひずみエネルギによる発熱と熱伝導を考慮した解析を行った．その結果を Fig.7 に示す．また，異方性の影響が明確に現れている AE 試験の結果を Fig.8 に示す．

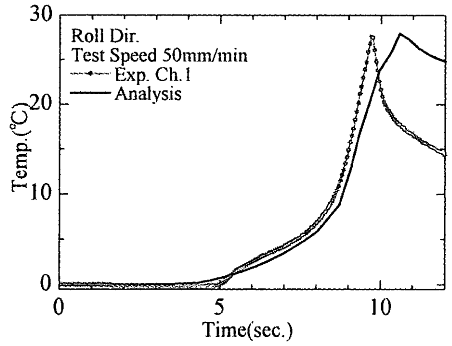

Fig.7 Temperature rise at crack tip (Analysis, Roll dir.)

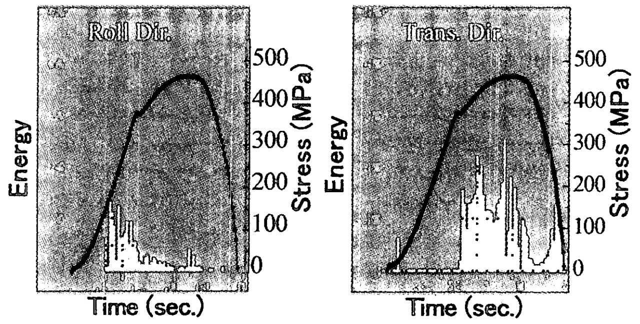

Fig.8 Relation of AE energy, Stress and Time (SM490A, Test Speed 50mm/min)

4. 結論

サーモグラフィー法による塑性変形発熱分布測定の妥当性が確認され，局所的なひずみ集中の分布状態およびその大きさ・変化の可視化手法としての有効性が示された．

NII-Electronic Library Service