

図5 結果表示の例

トを読むことで、熟練者の知見を学ぶことができる。そして、先の全文検索を用いることで、他の材料におけるストライエーションの様子を見ることも可能である。

#### 4. 2 解析システムとしての利用

解析支援システムを選択した場合のユーザインターフェースを図6に示す。まず、ユーザはデータベーステーブルのフィールドを埋めていく。破断面情報に関する事実のみを記載していく。また、観察者のコメントというフィールドを設け、観察者が破断面のどのような点に注目して観察したのかなどの主観を記入できるフィールドを設けた。このデータの蓄積が、知識ベースになると考えている。このように、解析を実施する前に、解析対象画像の情報を集めデータベースのデータとして蓄えられるシステムとなっている。

すべてのデータを入力し終えると、解析を実行

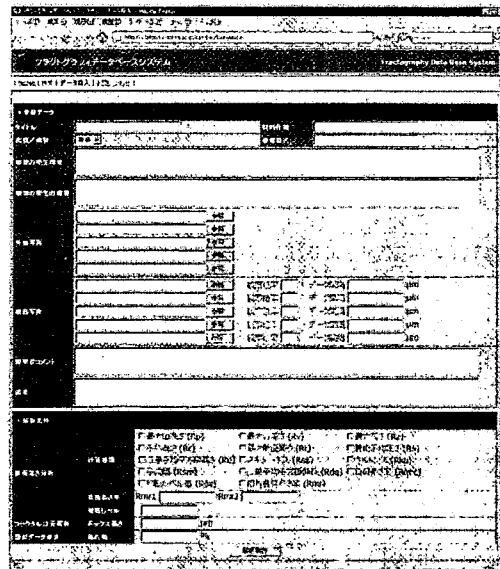


図6 解析支援システムを選択した場合のユーザインターフェース



図7 計算した特徴量の画面

する。表示させたい項目をユーザが選択し、データを表示できる。データ表示結果を図5に示す。画像データは256階調(8bit)のグレースケールビットマップ形式で保存されている。図7は、計算した特徴量の画面である。図5の「観察者のコメント」に続いて、画面下に特徴量の表が表示される。また、その下には特徴量が近い破断面のリストとデータへのリンクが表示されている。解析者は、各画像の特徴量を簡単に比較することができる。そして、類似した特徴量を持った破断面を簡単に知ることができる。

図8は本システムで計算した特徴量に基づき、類似画像を検索した結果である。同図左側のSTS410の疲労破断面を入力画像とし、濃淡情報に対して画面垂直方向に計算した算術平均粗さの平均値Rayを基準とし、±5%の範囲の類似画像を検索した結果である。材料が異なるものも含まれるが、比較的濃淡の変化の少ない、ストライエーションが観察される破断面が3データ抽出されている。こうした特徴量と、材料や使用環境さらには観察者のコメントなどのデータを参考にしなが、ユーザが類似画像を検索できるのが本システムの特徴である。

ただし、本システムが提供する特徴量やデータ

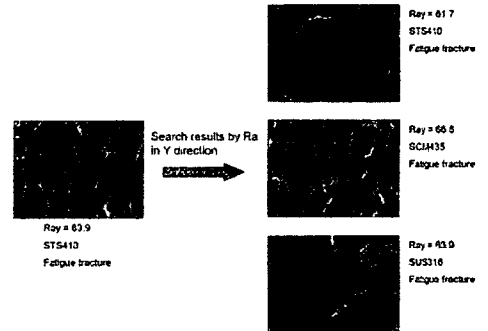


図8 類似画像の検索結果

は破断面解析者を支援するための情報である。例えば算術平均粗さの平均が近ければ同様の破壊形式であるというのは間違っている。最終的な意思決定は解析者が行うことになる。(注：インターネット上のセキュリティに関する問題から、解析システムの一般への公開は現在停止中である。)

### 5. ボイラーに関する破断面解析例

ボイラー・圧力容器には、多くの溶接部が用いられており、溶接部の強度評価は重要である。図9にSUS304溶接部の破損事例を示す。

破壊の概要については未公表であるが、破断面のみからわかることは以下のことである。

- 1) 溶接部にはルート面が残っており、未溶接部が存在した。
- 2) 未溶接部が繰り返し応力と腐食環境にさらされた結果、腐食疲労破面が生成された。羽毛状破断面が、その証拠である。
- 3) き裂長さが長くなるにつれ、疲労き裂進展速度は加速し、腐食速度より速く疲労き裂が進展した。その結果、破断面にはストライエーションが形成された。

これらを観察者のコメント欄に記載することで、SUS304溶接部に関して調べたいユーザは検索項目から該当データを閲覧することができ、知見の共有が可能となる。

また、図9内破面番号514番の疲労破断面(ストライエーションが観察されている破断面)の類似破断面を検索した結果として、アルミ合金とSCMの疲労破断面画像の中からストライエーシ

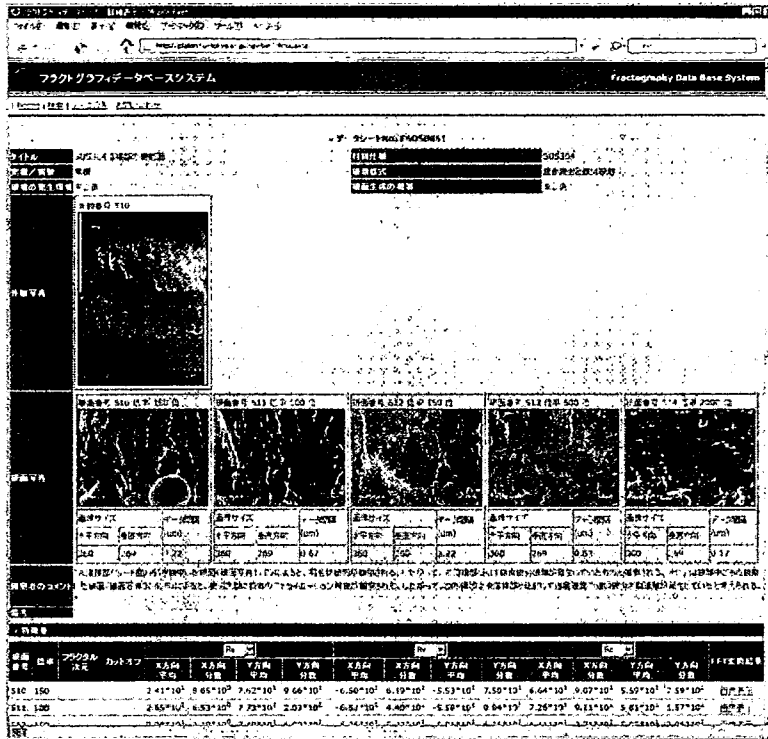


図9 SUS304溶接部の破損事例

ョンが観察されるものが結果として抽出された。このように、類似した破断面を示すことで、解析者は解析しながら別の類似した破断面も知ることができ、フラクトグラフィに関する知見を深めることができる。

6. おわりに

破断面解析の支援や解析技術の伝承を目的として、インターネット上で利用できる破断面解析支援データベースを試作した。本データベースには破断面解析を支援するために、表面粗さやフラクタル次元などの破断面の特徴量を計算するためのプログラムを搭載している。データベース中の熟練観察者のコメントや特徴量を参考にしながら、解析を支援していくというのが本システムの役割である。

現段階では、十分なデータ数では無いが、今後は、データ数を増やし、特徴量に基づいたデータ抽出機能の強化や、熟練者のもつ知識をより多く取り込み、データベースの充実を図っていく予定

である。

7. 謝辞

本研究の一部は厚生労働科学技術研究費補助金(労働安全衛生総合事業)を用いて行われた。ここに謝意を表する。

参考文献

- 1) 日本材料学会フラクトグラフィ部門委員会編集, フラクトグラフィ破断面と破壊情報解析, 丸善 (2000)。
- 2) 西田新一監修著, フラクトグラフィと破断面解析写真集, 総合技術センター (1998)。
- 3) 森要, 中村春夫, 材料, 47, pp. 637-643 (1998)。
- 4) 高梨正祐, 泉聡志, 酒井信介, 材料, 53, pp. 906-912, (2004)。
- 5) 小寺沢良一編著, フラクトグラフィとその応用, 日刊工業新聞社p. 1 (1983)。
- 6) 村上敬直, 破壊破断面の定量的解析法に関する

破断面解析支援データベースの試作

- る研究、平成11年度科学研究費補助金研究成果報告書 課題番号 11895004、p. 2 (2000)。
- 7) 高梨正祐、山際謙太、泉聡志、酒井信介、圧力技術、Vol. 44, No. 1, pp. 3-11, (2006)。
- 8) 大橋真、材料、47, pp. 959-964 (1998)。
- 9) 藤原昌晴、近藤良之、服部孝博、材料、40, pp. 712-717 (1991)。
- 10) 高梨正祐、山際謙太、泉聡志、酒井信介、材料、Vol. 54, No. 11, pp. 1159-1165 (2005)。
- 11) 日本工業規格JIS B0601：2001表面製品の幾何特性仕様 (GPS) (2001)。
- 12) B. B. Mandelbrot, "The fractal geometry of nature," W. H. Freeman and Company (1977)。
- 13) 川崎正、元家勝彦、機械の研究、42, pp. 795-800 (1990)。
- 14) 山際謙太、酒井信介、横堀壽光、日本材料強度学会誌、35, pp. 53-60 (2001)。
- 15) 村尾晃平「画像特徴量の自動抽出と類似画像検索」、勉誠出版、人文学と情報処理、28, pp. 54-61 (2000)。

ISO 9001

品質マネジメントシステム審査登録業務のご案内



**JAB**

QMS Accreditation  
R011

長年にわたるボイラー及び圧力容器に関する調査研究、検査等の業務経験を生かし、貴社の品質マネジメントシステムの審査・登録をバックアップいたします。



Japan Boiler Association

(社)日本ボイラー協会(JBA) 品質システム審査センター

〒105-0004 東京都港区新橋 5-3-1 JBAビル 4階 TEL.03-5473-4517 FAX.03-5473-4523

URI <http://www.jbanet.or.jp/menu/qsc.htm>