

Stress Wave Emission 法とその応用

羽 田 野 甫・堀 内 良・丹 羽 登

1. 序

固体材料が変形あるいは破壊する際、そのエネルギー解放として微弱な超音波を発生する。この現象は Stress Wave Emission (以下 SWE) または慣用的に Acoustic Emission などと称されている。いわゆる、錫鳴は強大な SWE の好例である。SWE の発生機構は末だに完全には解明されていない。割れの発生や進展に伴う SWE はそのメカニズムを直観的に捕える事も可能であるが、塑性変形の SWE については未知の事柄が多いのである。その素過程を、材料中の転位一本一本の挙動に求める説もあるが議論の余地が無い訳ではない。

この SWE は、材料研究のみならず、構造物の非破壊検査や、安全監視に応用する事ができる。これらの技術の総称を SWE 法 (SWE Method) などという。例えば、ロケットチャンバの水圧試験の際、構造的な欠陥が存在すると、低水圧時に塑性変形したり、割れが生じる部分ができる。この時の SWE によって、欠陥の検知が可能になる。更に、チャンバの表面の複数個所に SWE センサを配置すれば、三角測量法と類似の方法により、欠陥の位置を標定する事もできる。一方、稼働中の構造物に SWE 検出装置を取り付ける事によって、その破壊を事前に予知し得る。米国など SWE 法の先進国では、SWE の物性的な基礎研究よりも、むしろ同法の応用研究が活発に推進されている。

この様に、SWE 法の各分野に於ける利用価値には大きなものがある。以下、筆者らが行なっている研究の概要を記し、報告としたい。

2. SWE の検出装置 [1][2]

種々の予備的な実験を経て、4チャンネルの検出装置を完成している。特に重要な SWE センサとして、共振周波数約 130 kHz の PZT 振動子をケースに入れ、十分制動を加えたものを開発した。この装置は他に、各々4台の広帯域増幅器、帯域濾波器、AC-DC 変換器、1台のデータレコーダと記録計などによって構成されている。もちろん、SWE 源の位置標定も可能である。また、SWE の高周波成分の観察用に、数十 MHz までの測定装置も現用中である。

3. 塑性変形の SWE [3][4]

SWE によって材料の塑性変形と割れの判別ができると、同法の利用価値は一段と増大するものと思われる。特に前者に伴う SWE については不明な点が多く、材料学的な重要性も大きい。

筆者らは市販純アルミニウム、Al-Mg 合金、Al-Cu-Mg 合金、軟鋼、Cr-Mo 鋼、ステン

レス鋼などの引張試験における SWE を種々の条件下で観察した。SWE は、材料に応じて固有のパターンを示し、更に熱処理などの影響を強く受ける事が判明した。現在は、すべり帯などの比較的マクロな応力解放機構との関連において、SWE のメカニズムの解析を試みつつある。

4. 圧力容器の SWE [5][6][7]

擬似ロケットチャンバや、M-3A 球形チャンバの静水圧、あるいは繰り返し圧試験中の SWE を記録し、その一部については SWE 源位置の標定も行なっている。これらの実験の詳細については ISAS Report に投稿中である [7]。

5. 結 言

以上の実験的研究の結果、構造物の非破壊検査や安全監視、そして材料研究への SWE 法の適用の有用性が判明した。現在は、大型のロケットチャンバにも使用可能な、コンピュータを導入した多チャンネルシステムを開発中である。基礎的な分野では、アルミニウム合金の疲労破壊、応力腐食割れなどへの応用を計画している。

1973 年 5 月 7 日 計測部・材料部

参 考 文 献

- [1] 羽田野 引張試験における SEW 検出の実験的検討, 非破壊検査, 20 卷 11 号 (1971) p. p. 597~604.
- [2] 羽田野, 丹羽・SWE の検出と伝播特性の測定, 電気学会電気測定研究会資料, EM-71-22 (1971).
- [3] 羽田野, 丹羽, 岸, 堀内 軟鋼とアルミ合金の SWE の基礎研究, 非破壊検査, 21 卷 4 号 (1972) p. p. 219~225.
- [4] H. Hatano and N. Niwa: SWE Method for Evaluation of Material Properties, Proceedings of the 7th International Conference on Nondestructive Testing, Warszawa (1973. 6) E-12.
- [5] 羽田野, 佐下橋, 吉田, 丹羽 静水圧試験時の SWE とその発生源, 非破壊検査, 21 卷 4 号 (1972) p. p. 234~237.
- [6] 羽田野, 丹羽, 黒沢, 安藤 小型容器の疲労破壊と SWE, 非破壊検査, 21 卷 4 号 (1972) p. p. 238~241.
- [7] H. Hatano, R. Horiuchi and N. Niwa: Fundamental Research on SWE Method for Pressure Vessels, ISAS Report No. 492 (1973. 5).