



SUF小委員会

金属材料の超音波疲労試験規格 原案作成小委員会

この資料を引用するにあたっては、下記を明記してください。

(一社)日本溶接協会原子力研究委員会の50周年以降10年間のまとめ資料

(2019年):SU**F小委員会「金属材料の超音波疲労試験規格原案作成委員会」**

2. 小委員会の活動期間と構成員

■SUF小委員会

【題目】金属材料の超音波疲労試験規格原案作成

【期間】2016年7月～2017年3月

【体制】(所属・役職は研究期間当時)

- 主査:小川武史 教授(青山学院大学)
- 幹事:古谷佳之(物質・材料研究機構)
- 委員:秋庭義明(横浜国立大学), 島村佳伸(静岡大学),
高梨正祐(株IHI), 松原 剛(川崎重工業株),
宮本伸樹(株キグチテクニクス), 田村栄一(株神戸製鋼所),
中谷正憲(株神戸工業試験場), 松浦 融(株島津製作所)

3. WES規格制定の趣旨(1)

構造用鋼の多くは、繰返し数が $10^6 \sim 10^7$ サイクル程度で*S-N*曲線上に水平部が現れ、このときの応力振幅を**疲労限度**という。機器・構造物の設計に際しては、適切な裕度を見込んだ上で疲労限度以上の繰返し応力振幅が作用しないよう考慮されている。しかしながら近年、クロムモリブデン鋼、軸受鋼などの高強度鋼においては、 **10^7 サイクル以上の高サイクル域**で、疲労限度以下の応力振幅でも材料内部を起点とした疲労破壊が生じ得ることが明らかとなった。

3. WES規格制定の趣旨(2)

このような中、平成12年～平成23年に日本溶接協会原子力研究委員会に“原子力機器用構造材の高サイクル疲労評価研究：GCF”，“電力設備材料の疲労強度特性評価研究：GCF2”及び“超高サイクル疲労（GCF）評価に関する研究（Phase I）：GCF3”小委員会が設置され、発電プラントの主要材料であるオーステナイト系ステンレス鋼，炭素鋼及び低合金鋼を用いた高サイクル疲労試験が実施された。

3. WES規格制定の趣旨(3)

10⁸サイクルを越える超高サイクル域での疲労試験データを拡充することは重要な課題であるが、電気油圧式疲労試験機、回転曲げ疲労試験機などを用いた試験では多大な試験時間を要し、10⁸サイクル程度が限界であった。しかし、試験片の共振を利用して疲労試験を行えば、超音波領域の20 kHz程度で繰返し荷重を与えることができ、10⁹サイクルの疲労(Giga Cycle Fatigue: GCF)試験を実施することが可能である。この方法は“超音波疲労試験”と呼ばれ、GCF2及びGCF3小委員会で採用されている。しかし、超音波疲労試験の実施には多くのノウハウがあり、限られた数の研究機関での採用に留まっている。

3. WES規格制定の趣旨(4)

発電プラントの**長寿命化**による**総運転時間の増大**, プラント運用の変化に伴う**流体振動の発生**など, 超高サイクル疲労が問題となり得る状況が増加すると想定される中, 超高サイクル域での疲労試験データを拡充することは重要な課題である。GCF2及びGCF3小委員会活動で培われた超音波疲労試験の技術を日本溶接協会規格(WES)として発行することは, **超高サイクル域での疲労試験データの拡充**を大きく促進させることになり極めて有用である。本規格を策定する目的は, 超音波疲労試験を精度よく実施するための技術情報を提供し, **超音波疲労試験の普及に寄与**することである。

4. WES規格制定の経緯(1)

本小委員会では、疲労試験に関するJIS規格を参照し、構造用金属材料の超高サイクル疲労試験を精度良く実施できるように、超音波疲労試験方法のWES規格の原案を作成した。規格の本文は、JIS規格と同程度の記述とし、規格の解説には試験方法のノウハウを含めた詳細な説明を記述した。これらの原案を作成し、WES規格の制定を提案した。

2016年7月29日 規格の本文および解説の幹事案を提示

10月28日 メール審議の後、小委員会案を承認

11月28日 規格委員会に提案

2017年2月22日 理事会の承認

3月1日 WES 1112を制定

2017年 3月1日 英訳版を発行

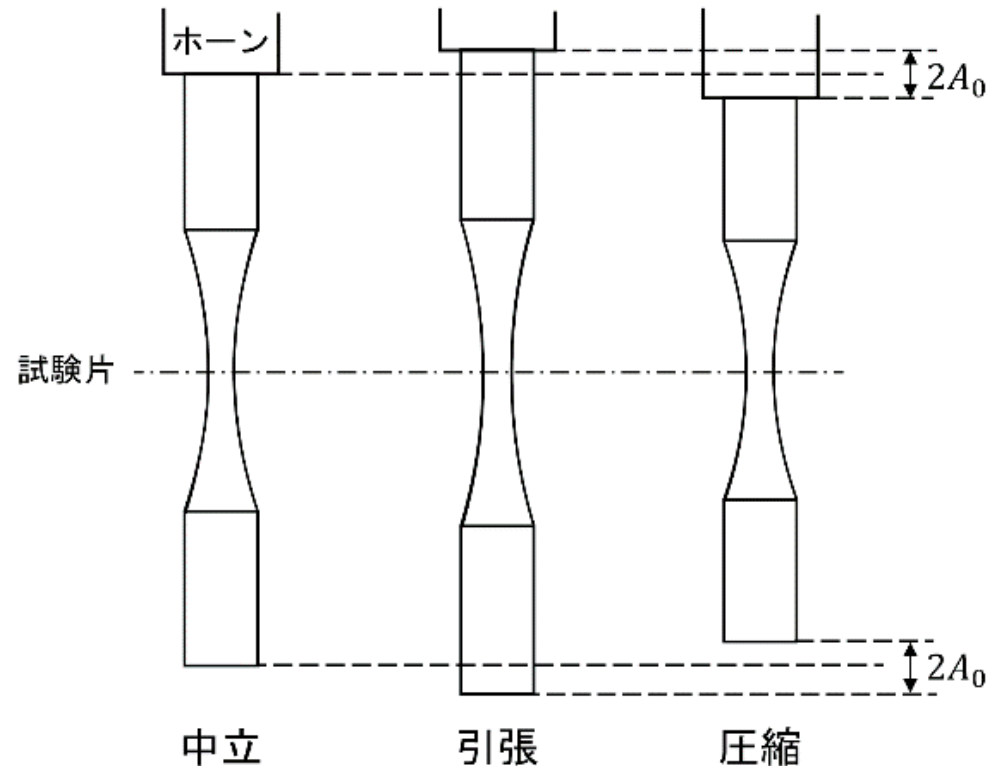
WES 1112「金属材料の超音波疲労試験方法」

本規格は、繰返し数が主として 10^7 サイクル以上の疲労寿命を対象として**室温大気中**で行う金属材料の2つの超音波疲労試験方法（縦振動を用いた場合の**軸荷重疲労試験**及びねじり振動を用いた場合の**ねじり疲労試験方法**）について規定している。ここで、超音波疲労試験方法とは、試験片に19 kHz以上の超音波振動を与えて共振状態とすることにより、試験片に繰返し荷重を与えて、疲労寿命を測定する方法である。

5. 規格の概要(2)

右図に、**縦振動の超音波疲労試験**を行った際の試験片の変形挙動を示す。このように試験片は伸びと縮みを繰り返すことから、軸荷重疲労試験とよく似た疲労試験といえる。

なお、図中の A_0 は端部変位振幅である。

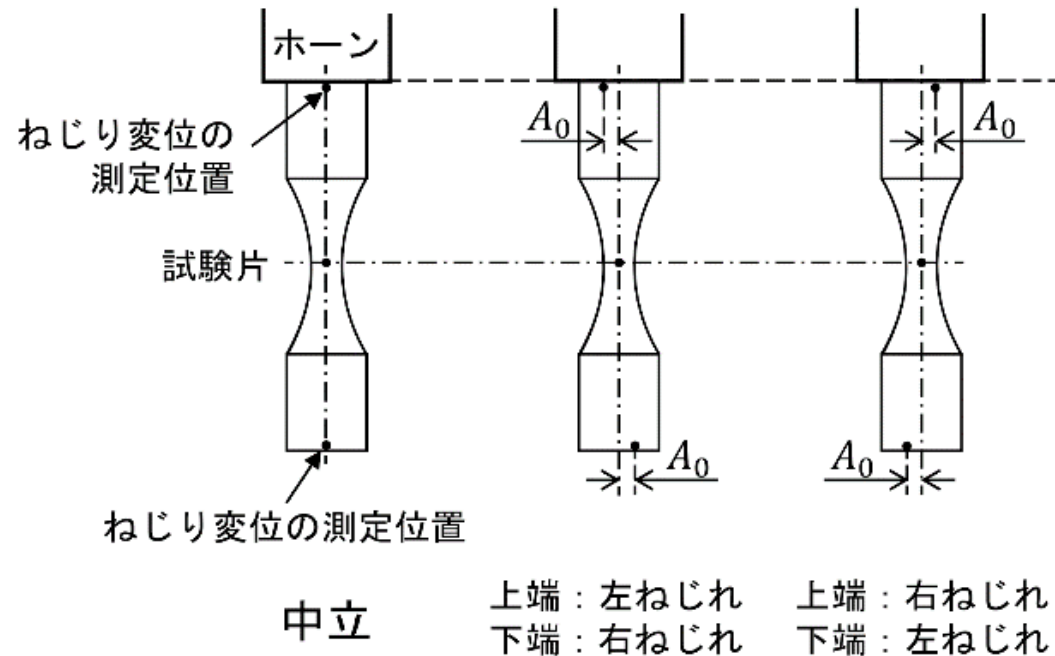


超音波疲労試験時の試験片の変形挙動（縦振動の場合）

5. 規格の概要(3)

右図に、ねじり振動の超音波疲労試験を行った場合の変形挙動を示す。図に示すような上下対称の試験片を用いた場合には、試験片の対称面の上下が逆位相でねじれるような変形が生じる。

なお、図中の A_0 は端部変位振幅である。



超音波疲労試験時の試験片の変形挙動（ねじり振動の場合）

以上のような装置に関する規定に加え、**試験片**、**試験方法**、**応力の計算方法**、**試験結果の解析**、**記録及び報告**について規定を行い、それぞれに関する詳細な解説を付した。

解説においては、超音波疲労試験が高繰返し速度で行われることを考慮して、**繰返し速度の影響**に関する既存のデータを、鉄鋼材料、鋳鉄、チタン合金およびアルミニウム合金について示し、傾向の分析を行っている。

- 超高サイクル域での疲労試験データの拡充を大きく促進させることが期待される。
- 5年ごとの規格改定作業を行う。