



NIMS 構造材料データシートの発行について

～炭素鋼の長時間クリープ試験材の金属組織を収めた微細組織写真集など6冊を公開～

配布日時：2021年4月1日14時
国立研究開発法人 物質・材料研究機構

概要：

国立研究開発法人 物質・材料研究機構（以下、「NIMS」という）は、機械、構造物の強度設計における設計応力の設定や材料選択のための基盤的データとして産業界で活用されている構造材料データシートの2020年度分を6冊のデータシートとして2021年3月31日付けで発行*しました。

*入手お申込み：<https://mits.nims.go.jp/AboutDatasheet.html>

- (1) 火力発電プラント用耐熱鋼クリープ¹⁾データシートの改訂版および微細組織写真集
 - ・シート名：『NIMS CREEP DATA SHEET No. 52B 発電ボイラー用ステンレス鋼管 火 SUS 410J3 DTB (12Cr-2W-0.4Mo-1Cu-Nb-V) のクリープデータシート』
 - ・シート名：『NIMS CREEP DATA SHEET No.M-13 ボイラ・熱交換器用炭素鋼鋼管 STB410(0.2C) クリープ試験材の微細組織写真集』
- (2) ステンレス鋼、アルミニウム合金の疲労²⁾データシート
 - ・シート名：『NIMS FATIGUE DATA SHEET No.129 二相ステンレス鋼 SUS327L1 (25Cr-7Ni-4Mo) の低・高サイクル疲労特性データシート』
 - ・シート名：『NIMS FATIGUE DATA SHEET No.130 アルミニウム合金 A6061-T6 (Al-1.0Mg-0.6Si) のギガサイクル疲労特性データシート』
- (3) 大気曝露試験片に生成したさびの断面写真集
 - ・シート名：『NIMS CORROSION DATA SHEET No.CoF-5 大気曝露試験片に生成したさびの断面写真集、Fe-Cr, Fe-Ni 二元系合金のさび断面（2年曝露）』
- (4) チタン合金（鍛造材）の極低温疲労の宇宙関連材料強度データシート（国立研究開発法人 宇宙航空研究開発機構と連携）
 - ・シート名：『NIMS SPACE USE MATERIALS STRENGTH DATA SHEET No. 30 Ti-6Al-4V ELI 合金（φ300mm 鍛造材）の極低温疲労き裂進展特性データシート』

NIMS 構造材料データシートは、中立的な立場で試験規格に従い、クリープ特性、疲労特性、腐食特性、極低温疲労特性などについて系統的なデータを取得し、機械、構造物の強度設計における設計応力の設定や材料選択のための基盤的データとして、また、材料の劣化状況や余寿命評価を判断するための基準的参照データとして産業界で40年以上にわたり活用されているもので、今回あらたに発行したデータシートも各適用領域における強度設計や材料選択の基準として広く活用されることが期待されます。

発行内容

(1) クリープデータシート

- ・ クリープデータシート No.52B

発電ボイラー用ステンレス鋼管 火SUS 410J3 DTB (12Cr-2W-0.4Mo-1Cu-Nb-V) のクリープデータシートで、2006年に初版³⁾を発行、2013年に改訂A版を発行、今回改訂B版として発行するものです。(但し%：重量%)

このクリープデータシートには、火力発電プラントの高効率な運用を目的として開発された、チューブ材1ヒート(溶鋼)の試験材について、クリープクリープ破断データ(最長約10万9千時間で破断した試験片を含む)、高温引張試験データ、受入れ材及び破断材の光学顕微鏡組織写真などが記載されています。

- ・ 長時間クリープ試験材の微細組織写真集 No.M-13

長時間クリープ試験材の微細組織写真集No.M-13は、ボイラ・熱交換器用炭素鋼鋼管 STB410(0.2C)クリープ試験材の微細組織写真集であり、今回14冊目として発行するものです。

高温での長時間使用に伴い材料特性は劣化しますが、それは微細金属組織が変化するためです。そこでこの写真集には、400～500℃の高温で、最長約250,005時間(約28年6ヶ月に相当)までの長時間クリープ試験後の光学顕微鏡組織写真、走査型電子顕微鏡写真、析出物の同定結果、硬さの温度や時間に伴う変化などが記載されています。

(2) 疲労データシート

- ・ 疲労データシート No.129

今回発行した疲労データシートNo.129は、二相ステンレス鋼SUS327L1に関して、ひずみ制御試験⁴⁾と荷重制御試験⁵⁾により取得した低・高サイクル域での疲労特性と回転曲げ疲労試験⁶⁾により取得した高サイクル域での疲労特性を明らかにしています。

二相ステンレス鋼は、耐腐食性に優れていることから、油井管、化学プラントやケミカルタンカー等に使用されています。このような機器の設計や保守管理を安全に行うためには、 10^5 (10万)サイクル以下の低サイクル域から 10^7 (1千万)サイクル程度までの高サイクル域の疲労特性データの整備を進めることが重要です。本データシートではひずみ制御試験による 10^5 サイクルまでの低サイクル疲労特性、荷重制御試験による 2×10^7 サイクルまでの高サイクル疲労特性及び回転曲げ疲労試験による 2×10^7 サイクルまでの高サイクル疲労特性を明らかにしています。

- ・ 疲労データシート No.130

今回発行した疲労データシートNo.130は、アルミニウム合金A6061-T6に関して、電磁共振式疲労試験機(100Hz)⁶⁾、回転曲げ疲労試験機(100Hz)⁷⁾及び超音波疲労試験機(20kHz)⁸⁾により取得した 10^{10} (100億)サイクルまでのギガサイクル⁹⁾疲労特性を明らかにしています。

A6061-T6は、アルミニウム合金の中で、今後の使用拡大が見込まれている材料です。このような材料を安全に使うためには、材料の疲労特性を正確に把握する必要があります。また、アルミニウム合金では 10^7 (1千万)サイクルを越える超高サイクル域での疲労破壊も問題となります。そこで、NIMSでは同材について 10^5 (10万)サイクル以下の低サイクル域から 10^{10} (100億)サイクルのギガサイクル域までの疲労特性データの整備を進めています。

本データシートではその一環として、平均応力がゼロとなる条件での 10^{10} （100億）サイクルまでのギガサイクル疲労特性を明らかにしています。なお、同材の 10^8 （1億）サイクルまでの低・高サイクル疲労特性は疲労データシートNo.128として既に発行しています。

(3) 腐食データシート

- ・ 大気曝露試験片に生成したさびの断面写真集CoF-5 Fe-Cr, Fe-Ni 二元系合金のさび断面（2年曝露）

電解鉄にそれぞれ1%、3%、5%、9%のCrおよびNiを添加したFe基二元系合金について、つくば、銚子、宮古島で直接および遮蔽環境下で10年間の曝露試験を実施しており、本写真集はその中の2年間曝露した試験片に生成したさびの外観写真およびさび部断面写真をCrやNiの添加量ごとに整理し掲載しています。

(4) 宇宙関連材料強度データシート

- ・ 宇宙関連材料強度データシート No.30

このデータシートは、ロケットエンジンに使用されるTi-6Al-4V ELI合金（不純物元素の少ないチタン合金で、直径300mmの鍛造材）に関するものです。極低温の液体水素温度 -253°C （20 K）、液体窒素温度 -196°C （77 K）、室温 20°C （293 K）における疲労き裂進展特性のデータを掲載しています。さらに、供試材の試験前の金属組織写真と試験後の下限界応力拡大係数範囲（ ΔK_{th} ）近傍の破面写真と疲労き裂の進展経路と金属組織の対応を示した写真を掲載しています。

発行に伴う波及効果について

(1) クリープデータシート

NIMSで発行するクリープデータシートは、国内ばかりでなく海外でも、他では十分に得られないデータを掲載しており、かつ中立的な立場で厳しい試験規格に従ってデータ取得を行っていることから、信頼性の観点からも国際的に高く評価されています。そのため、国内外での高温機器構造物の強度設計における設計応力の設定や材料選択などでの基盤的な材料強度特性データとして、また長期間使用された高温機器部材などの金属材料の劣化状況や、余寿命評価などを判断する場合の基準的参照データとして、広く活用されることが期待されます。

微細金属組織および評価データを収めた組織写真集と長時間クリープ変形データを収めたクリープ変形データ集についても、データシートと同様に、国内ばかりでなく海外でも、他では十分に得られないデータを掲載しており、高温構造部材の劣化状況や余寿命評価などを判断するうえで、基準的参照データとして広く活用され、発電プラントや化学プラントなどの安全性確保に貢献できることから、極めて貴重です。

(2) 疲労データシート

NIMSのデータシートは中立的な立場から試験規格（JIS規格疲労試験法など）に従い、信頼性の高いデータを30年以上にわたって公表してきました。今回のデータシートも、国内外の機関に配布することにより、機械、構造物の強度設計における設計応力の設定や材料選択等での基盤的な材料強度特性データとして、また長期間使用された各プラント等の金属材料の劣化状況や余寿命評価等を判断する場合の基準的参照データとして、幅広く活用されることが期待されます。

(3) 腐食データシート

大気環境下での材料の信頼性を担保する上で屋外環境での腐食試験は非常に重要で、これまで幅広くかつ長期間に渡って実施されてきましたが、炭素鋼中の合金成分の大気腐食におよぼす効果をデータシートのように体系的に整理し、広く公開されている情報は希少です。さらに、データシートでは雨などによる付着塩分の洗い流しのない遮へい環境での腐食試験も同時に行い、海浜地域における遮へい環境下での材料の腐食が非常に深刻になることを報告しています。今回発行した写真集は、田園環境、海浜環境、亜熱帯海浜環境でのCrやNiが大気環境での初期耐食性におよぼす効果について理解を深める上で貴重なデータであり、高耐食性材料の設計などに幅広く活用されることが期待されます。また、腐食データシートにおけるデータは田園環境、海浜環境、亜熱帯海浜環境での材料の大気環境の腐食性評価あるいは腐食性分類を実施する上で非常に有用と考えられます。

(4) 宇宙関連材料強度データシート

液体ロケットエンジンの信頼性を向上させるためには、エンジン運転時の過酷な環境下（高温・高圧、極低温、熱衝撃、水素）における強度余裕を高い精度で把握し、構造設計や製造・検査工程に反映する必要があります。今回発行したデータならびに既刊のデータは、H-IIAロケットおよびH-IIBロケットの第1段エンジン（LE-7A）と第2段エンジン（LE-5B-2）の強度余裕評価や改良設計に使用され、打上げ成功に大きく寄与しています。また、約20年ぶりの新規開発エンジンであるH3ロケットの第1段エンジン（LE-9）と第2段エンジン（LE-5B-3）の研究・開発にも用いられます。

【用語説明】

1) クリープ試験

高温に加熱された試験片に一定の荷重をかけて、金属材料の時間の経過に伴うクリープ変形量や破断するまでの時間を測定する試験。高温で金属材料に荷重がかかると、時間の経過に伴って徐々に塑性変形が進むクリープ（Creep：「這う」という意味である）という現象が起こるため、ボイラーやタービンなどの火力発電プラント、石油化学プラントの圧力容器などの大型高温機器に使われる材料でクリープが問題になる。

2) 疲労

材料が、繰返し荷重、またはひずみを与えられた際に破損する現象。

3) 初版

クリープデータシートの出版条件は以下のとおり。

初版出版条件：約1万時間までのデータが得られたとき

A版出版条件：約3～5万時間までのデータが得られたとき

B版出版条件：10万時間を超えるデータが得られたとき

ただし初版の内容はA版に、A版の内容はB版に吸収される。

4) ひずみ制御試験

疲労試験において、試験部分のひずみの時間に対する変化を所定の値にすべく、2点間のひずみ量を制御する試験。繰返し数が 10^5 （10万）サイクル以下の低サイクル域での疲労試験に用いられる。

5) 荷重制御試験

疲労試験において、試験片に作用する荷重の時間に対する変化を所定の値にすべく、負荷する荷重を制御する試験。繰返し数が 10^5 （10万）サイクル以上の高サイクル域での疲労試験に用いられる。

6) 電磁共振式疲労試験機

電磁力の引力と斥力による共振現象を利用することにより、60Hz～250Hzまでの速度で試験片に引張・圧縮の力を繰返して作用させることができる一般的な疲労試験装置。本データシートでは100Hzの速度で試験を行った。

7) 回転曲げ疲労試験機

曲げモーメント（試験片に湾曲を起こさせるように作用する力）を作用させた状態で試験片を回転させることにより、試験片の表面付近に引張・圧縮の繰返し力を作用させる疲労試験装置。

8) 超音波疲労試験機

共振現象を利用することにより、20 kHz（1秒間に2万サイクル）という高速で引張・圧縮の力を繰返して試験片に作用させることができる疲労試験装置。通常の疲労試験機は100 Hz（1秒間に100サイクル）程度が上限であり、約200倍の速度で試験することができる。なお、 10^{10} サイクルの試験は100Hzでは3年を要するが、20 kHzでは1週間以内に終わることができる。

超音波疲労試験方法については、平成29年3月1日に日本溶接協会規格WES1112として規格が制定された。同規格の制定には、NIMSの研究者も深く関与した。

9) ギガサイクル

10^9 （10億）サイクルのこと。ここでは 10^{10} （100億）サイクルまでのデータという意味でギガサイクルと呼ぶ。

お問い合わせ先

（事業内容・データシートの入手に関すること）

国立研究開発法人 物質・材料研究機構

構造材料研究拠点 構造材料試験プラットフォーム

E-mail: datasht@nims.go.jp

お申込み: <https://mits.nims.go.jp/AboutDatasheet.html>

（広報に関すること）

国立研究開発法人 物質・材料研究機構 経営企画部門 広報室

TEL: 029-859-2026 FAX: 029-859-2017

E-mail: pressrelease@ml.nims.go.jp