

NIMSデータシートの発行について

平成26年4月22日
独立行政法人 物質・材料研究機構

概要：

独立行政法人 物質・材料研究機構（理事長：潮田資勝）は、以下の4種類のデータシートを平成26年3月31日付けで発行しました。

(1) クリープデータシート

『NIMS CREEP DATA SHEET No.43A

ボイラ・熱交換器用クロムモリブデン鋼鋼管 ASME SA-213/SA-213M Grade T91 (9Cr-1Mo-V-Nb)、ボイラ及び圧力容器用クロムモリブデン鋼鋼板 ASME SA-387/SA-387M Grade 91 (9Cr-1Mo-V-Nb)及び高温配管用クロムモリブデン鋼シームレス鋼管 ASME SA-335/SA-335M Grade P91 (9Cr-1Mo-V-Nb)のクリープデータシート』

(2) 疲労データシート

『NIMS FATIGUE DATA SHEET No.118

ステンレス鋼 SUS630(16Cr-4Ni-4Cu)の低・高サイクル疲労特性データシート』

(3) 腐食データシート

『No.3C 炭素鋼、耐候性鋼 大気腐食特性データシート』および『大気曝露試験片に生成したさびの断面写真集 CoF-1 - 炭素鋼 SM490A 及び耐候性鋼 SMA490,SPA-H のさび断面 -』

(4) 宇宙関連材料強度データシート

(独立行政法人 宇宙航空研究開発機構（理事長：奥村 直樹）と連携)

『No.21 アロイ 718 (1228 K 溶体化処理) 母材、溶接継手の高サイクル疲労特性データシート - 欠きの影響 -』および『No.22 アロイ 718 (1228 K 溶体化処理) 母材、溶接継手の疲労き裂進展特性データシート』

既刊のデータシートは各適用領域において、基準となる参照データとして多くの成果をあげてきており、上記のデータシートも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 No.43A

NIMS CREEP DATA SHEET No.43Aは、ボイラ・熱交換器用クロムモリブデン鋼鋼管 ASME SA-213/SA-213M Grade T91 (9Cr-1Mo-V-Nb)、ボイラ及び圧力容器用クロムモリブデン鋼鋼板 ASME SA-387/SA-387M Grade 91 (9Cr-1Mo-V-Nb)及び高温配管用クロムモリブデン鋼シームレス鋼管 ASME SA-335/SA-335M Grade P91 (9Cr-1Mo-V-Nb)のクリープデータシートで、平成8年に初版を発行、今回改訂A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を目的として開発された、チューブ材6ヒート(溶鋼)、板材4ヒート及びパイプ材1ヒートの試験材について、クリープ破断データ(最長約12万時間で破断した試験片を含む)、高温引張データ、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。

(2) 疲労データシート No.118

今回発行した疲労¹⁾データシートNo.118は、析出硬化型ステンレス鋼SUS630に関して、油圧サーボ式試験機により取得したひずみ制御試験²⁾による 10^5 (10万)サイクルまでの低サイクル疲労特性と 10^8 (1億)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。

析出硬化型ステンレス鋼は高強度であることから、 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が問題となります。また、耐腐食性にも優れていることから、原子力プラント、船舶の機械部品やボルトなどに多く使用されています。このような機器の設計や保守管理にはひずみ制御試験による 10^5 (10万)サイクル以下の低サイクル疲労特性データ、並びに 10^{10} (100億)サイクルまでのギガサイクル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その一環としてSUS630鋼の 10^5 (10万)サイクル以下の低サイクル疲労特性データ、並びに 10^8 (1億)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。

(3) 腐食データシート

1) 腐食データシート No.3C

このデータシートは、構造材料として幅広く利用されている炭素鋼(SM490A)及び耐候性鋼³⁾(SMA490、SPA-H)に関するものです。これまでに短期間の大気曝露データシートとしてNo.3A及びNo.3Bを発行してきました。このたび10年目のデータを挿入し、No.3Cとして発行するものです。このデータシートには、つくば、銚子及び宮古島での直接曝露試験、遮へい曝露試験の大気腐食特性のデータ、試験後のさび外観写真、曝露サイトの環境因子のデータ、及び母材の金属組織写真を掲載しています。

2) 大気曝露試験片に生成したさびの断面写真集 CoF-1 - 炭素鋼SM490A及び耐候性鋼SMA490, SPA-Hのさび断面 -

この写真集は、構造材料として幅広く利用されている炭素鋼(SM490A)、及び耐候性鋼(SMA490、SPA-H)の大気曝露試験片表面に形成したさびの断面写真をまとめたものです。つくば、銚子、及び宮古島で10年間、大気曝露試験によって得られた試験片に生成したさびの写真を中心に、大気腐食特性のデータ、曝露サイトの環境因子、及び母材の金属組織写真を掲載しています。

(4) 宇宙関連材料強度データシート

本活動は、物質・材料研究機構(以下、「NIMS」とします)の第三期中期計画(平成23年度～平成27年度)における知的基盤の充実、及び宇宙航空研究開発機構(以下、

「JAXA」とします)の第三期中期計画(平成25年度～平成29年度)における基幹ロケットの維持・発展に向けた取り組みの一環として進められており、これまでにチタン合金やニッケル基超合金の極低温における疲労メカニズムの解明等、多くの成果を挙げています。

1) 宇宙関連材料強度データシート No.21

このデータシートは、H-IIA及びH-IIBロケットのエンジンに使用されているアロイ718板材(52.5%Ni-19%Cr-3.0%Mo-5.1%Nb-0.90%Ti-0.50%Al-18%Fe)の母材、及びElectron Beam Welding(EBW)、Tungsten Inert Gas welding(TIG)の各溶接継手に関するもので、昨年度発行したNo.20と同一材料です(溶体化処理温度は1228 K)。液体窒素温度(77 K)、室温(293 K)、高温(873 K)における切欠き材の高サイクル疲労特性のデータが掲載されています。さらに、供試材の金属組織写真ならびに破断した切欠き疲労試験片の破面写真を掲載しています(但し、%は重量%)。

2) 宇宙関連材料強度データシート No.22

このデータシートは、既刊のNo.20および上記のNo.21と同一材料のアロイ718板材(52.5%Ni-19%Cr-3.0%Mo-5.1%Nb-0.90%Ti-0.50%Al-18%Fe)の母材、及びElectron Beam Welding(EBW)、Tungsten Inert Gas welding(TIG)の各溶接継手の疲労き裂進展特性のデータが掲載されています(溶体化処理温度は1228 K)。さらに、供試材の金属組織写真、並びに ΔK_{th} 近傍の破面写真とき裂先端近傍における断面の金属組織写真を掲載しています(但し、%は重量%)。

発行に伴う波及効果について

(1) クリープデータシート

当機構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十分なデータが無く、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、及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、データシートと同じく国内ばかりでなく海外でも十分なデータが無く、長期間使用された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することが期待されるため、極めて貴重です。

(2) 疲労データシート

当機構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、国内外の約660機関(国内460、国外200)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腐食は、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。特に、炭素鋼については種々の機関で実施されてきましたが、データシートのように

な形で広く公開されているデータは希少です。大気環境下での材料の信頼性を担保する上から、幅広いデータの公開が重要です。また、遮へい環境下での材料の腐食は、場合によっては非常に深刻なケースがあります。今回発行したデータは、田園環境、海浜環境、亜熱帯海浜環境下における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貢献すると考えられます。

(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、H2A ロケット、及び H2B 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、将来のロケットの研究・開発にも用いられます。

参考情報

(1) クリープデータシート

クリープデータシートの作成は、知的基盤の充実に向けた主要課題の一つで、国産高温用金属材料のクリープ強度データを取得し、データシートとして発行することを目的としたものです。長時間クリープ試験⁴⁾は、旧金属材料技術研究所時代の昭和41年度から開始しているもので、66種類の耐熱金属材料について、10万時間（約11年5ヶ月に相当）を超えるクリープ変形量や破断データを得ることを目標とした試験が現在も続けられています。また、リラクゼーション試験⁵⁾を昭和43年度から行っています。

クリープデータシートは、既に初版、A版、B版⁶⁾を含めて延べ142冊が発行され、国内外の研究機関、政府機関、学協会、大学、企業等で高温構造物の設計や、維持管理、材料開発、規格制定などの基準的参照データとして利用されています。また、データシート作成の一環として、微細組織写真集、クリープ変形データ集やデータシートとしてはなじみにくい計画策定主旨、試験方法、解析手法等の情報を提供する目的で、資料集を作成しています。

(2) 疲労データシート

疲労データシートは、クリープデータシートの後を追う形で、昭和45年に作成計画が立案されました。目的は、各種の国産実用金属材料について、基準的な疲労特性を系統的に明らかにすることです。疲労データシートでは全ての試験を金属材料技術研究所（現 物質・材料研究機構）で実施することにより、試験条件を厳密に統一しました。その結果、ばらつきの小さい、極めて信頼性の高いデータベースとなっています。これまでに総計で119冊の疲労データシートを出版したが、主要な鉄鋼材料、アルミニウム合金、チタン合金の基準疲労特性を網羅し、溶接継手や高温疲労のデータも収録しています。また、これらのデータの解説書である資料集も発行しています。

近年では、繰返し数が 10^9 回を超えるギガサイクル疲労データ（ 10^9 =ギガ）の整備に積極的に取り組んでいます。ここでは、3年の長期間に亘る試験により得られた 10^{10} 回疲労特性等の他所には無いデータを提供しています。

(3) 腐食データシート

本活動は、NIMSの第三期期計画における知的基盤の充実の一環として進められており、これまでに耐候性鋼の主要合金成分の耐食性への効果等、多くの成果を挙げてきました。

今後、遮へい暴露試験の規格化への基礎データに関するデータシートの発行を企画しています。

材 料	発行予定時期
Fe-P、Fe-Cu 系二元系合金の大気腐食特性 No.4C	平成 27 年 3 月

(4) 宇宙関連材料強度データシート

1) 宇宙関連材料強度データシート発行までの経緯

平成 11 年 11 月の H2 ロケット 8 号機の打上げ失敗の調査において、原因となった液体水素ターボポンプやエンジンについて、設計する上で重要な材料特性データ（チタン合金やニッケル基超合金の極低温における強度特性データ）を、米国航空宇宙局（NASA）や NIMS が発表していた文献値に依存していたことが指摘されました。

このような状況を踏まえ、平成 12 年 6 月、宇宙開発事業団（現 JAXA）は、極低温における材料特性評価に実績のある NIMS に協力を依頼し、H2A ロケットの信頼性向上を目的とした実使用材料の強度特性データの整備を開始しました。

これにあたり、整備した強度特性データがさらに有効に活用されることを期待して、宇宙関連材料強度データシートとして発行することにしました。これは、クリープデータシートや疲労データシートを発行することにより、多くの人に材料データの重要性が認知され、データシートが利用されてきた材料自体の信頼性も向上してきたという、30 年以上にわたる NIMS の実績を踏まえたものです。

なお、宇宙関連材料強度データシートは平成 15 年 2 月からデータシート Nos. 0、1 及び 2 の発行を開始し、平成 25 年 3 月にはデータシート No.20 を発行しました。また、既刊のデータシートで使用した試験片の破面様相を全て撮影し、特性データおよび金属組織写真とあわせた、宇宙関連材料の破面写真集 に関して、平成 19 年 3 月に Nos.F-1、及び F-2 の発行を開始し、平成 25 年 3 月に No. F-4 を発刊しています。

平成 21 年 3 月 19 日には、NIMS が行った宇宙関連材料の研究結果が、H2A ロケットの信頼性向上や H2B ロケットの開発に多大に貢献したことに対し、JAXA から感謝状が贈られました。

2) データシートの連携体制

現在、強度特性データの整備活動は、NIMS と JAXA の連携により実施されています。

取得したデータ、及び破面写真は、国内のロケットエンジン関連メーカーや材料メーカーからの委員を含めた宇宙関連材料強度特性データ整備委員会において詳細に検討され、データシートや破面写真集として発行されています。今後は、取得データに関する検討内容をまとめた資料集の発行も予定しています。

データシートには、極低温（液体ヘリウム温度や液体水素温度）から高温における特殊環境下での試験技術についての情報も含まれているため、強度設計者のみならず、材料技術者の試験技術の発展にも有益です。

3) 今後のデータシート発行予定

材 料	発行予定時期
Ti-6Al-4V ELI（φ300 鍛造材）の極低温破壊 靱性および高サイクル疲労特性データシート	平成 27 年 3 月
アロイ 718（1338K 溶体化処理）母材、溶接継 手の破壊靱性および高サイクル疲労特性デー タシート	平成 27 年 3 月

お問い合わせ先

(広報に関すること)

- (1) クリープデータシート、(2) 疲労データシート、(3) 腐食データシート

〒305-0047 茨城県つくば市千現1-2-1

独立行政法人 物質・材料研究機構

企画部門 広報室

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

- (4) 宇宙関連材料強度データシート

①〒305-0047 茨城県つくば市千現1-2-1

独立行政法人 物質・材料研究機構

企画部門 広報室

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

②〒100-8260 東京都千代田区丸の内1-6-5

独立行政法人 宇宙航空研究開発機構

広報部

TEL : 03-6266-6413~7 FAX : 03-6266-6911

(事業内容に関すること)

- (1) クリープデータシート

独立行政法人 物質・材料研究機構

中核機能部門 材料情報ステーション 木村一弘 (きむら かずひろ)

TEL: 029-859-2229 FAX: 029-859-2830

E-mail: KIMURA.Kazuhiro@nims.go.jp

- (2) 疲労データシート

独立行政法人 物質・材料研究機構

中核機能部門 材料情報ステーション 古谷 佳之 (ふるや よしゆき)

TEL 029-859-2298 FAX 029-859-2201

E-mail FURUYA.Yoshiyuki@nims.go.jp

- (3) 腐食データシート

独立行政法人 物質・材料研究機構

中核機能部門 材料情報ステーション 田原 晃 (たはら あきら)

TEL 029-859-2333 or 6687 FAX 029-859-2701

E-mail TAHARA.Akira@nims.go.jp

- (4) 宇宙関連材料強度データシート

①独立行政法人 物質・材料研究機構

中核機能部門 材料情報ステーション 長島 伸夫 (ながしま のぶお)

TEL 029-859-2256 FAX 029-859-2201

E-mail: NAGASHIMA.Nobuo@nims.go.jp

②独立行政法人 物質・材料研究機構

中核機能部門 材料情報ステーション 住吉 英志 (すみよし ひでし)
TEL 029-859-2338 FAX 029-859-2301
E-mail: SUMIYOSHI.Hideshi@nims.go.jp

③独立行政法人 宇宙航空研究開発機構
宇宙輸送ミッション本部 宇宙輸送系推進技術研究開発センター
エンジン研究開発グループ 長尾 直樹 (ながお なおき)
TEL 050-3362-2457 FAX 029-868-5977
E-mail: nagao.naoki@jaxa.jp

【用語説明】

1) 疲労

材料が、繰返しの荷重、またはひずみを与えられた際に破損する現象です。

2) 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です。

3) 耐候性鋼

適量の Cu、Cr、Ni などの合金元素を含有し、大気中での適度な乾湿の繰返しにより表面に緻密なさびを形成する低合金鋼。形成された緻密なさびが鋼材表面を保護し腐食の進展が時間の経過とともに次第に抑制されていく特性を有します。

4) クリープ試験

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) という現象が起こります。このため、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ります。クリープ試験とは、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です。

5) リラクセーション試験

応力のリラクセーションはクリープ現象と表裏をなす現象です。すなわち、高温における一定ひずみ条件下で、金属材料に負荷された応力が時間の経過とともに低下する現象です。例えば、フランジを強固に締付けたボルトの締付力が時間の経過とともに低下するという現象が起こります。このため、クリープと同様に、高温機器部材の設計では金属材料のリラクセーション特性が問題になります。リラクセーション試験とは、高温に加熱された試験片を一定のひずみに保持して、金属材料の時間の経過に伴う応力低下量を測定する試験です。

6) 出版条件

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版に吸収されます。