

金材技研 1978

科学技術庁

NO.9

ニュース

金属材料技術研究所

強力鋼の海水中における疲労

深海潜水調査船、沖合繫留設備など海底鉱物資源開発あるいは海洋エネルギー開発などに必要な海洋構造物に使用される鉄鋼材料に対して要求される性質は、環境の影響が比較的穏やかな陸上で使用される材料に要求される靱性、延性、溶接性、加工性などのほかに、耐食性、耐腐食疲労性、応力腐食割れ低感受性、また場合によっては耐圧性などがある。

構造物の破壊の原因の大部分は疲労が関与しているため、海洋環境下では腐食疲労特性を明らかにし、腐食疲労に強い材料を開発することが重要である。

腐食疲労に影響を及ぼす因子には環境（温度、PH、溶存酸素濃度など）、材料（化学成分、組織など）および荷重方式（繰返し速度、応力比など）に関連した多数が存在する。また、腐食疲労は、海水中のような苛酷な環境下の場合、腐食と疲労を単純に加算した現象ではなく、腐食反応と変動応力の同時作用効果を伴う現象である。したがって、海水環境中の腐食疲労に関してはこれまでに種々の実験条件のもとでいくつかの重要な現象が明らかにされているにもかかわらず、それらを異なる実験条件下での結果の推定に应用するには危険を伴う。

強力材料研究部では、上記のことを考慮して強力鋼について海水環境下での腐食疲労挙動を調べ、さらに耐腐食疲労性の向上をはかるための研究を行っている。

図に種々の強力鋼に関するS-N曲線を示す。同図から次のことがわかる。(a)HY140鋼において腐食疲労強度は組織により異なり、焼入れのままの

組織の場合が最も高い。(b)18Niマルエージング鋼の疲れ強さは200 ksi級と250 ksi級間で全く差がなく、MAS-MA-164鋼と同じレベルであり、使用した全鋼種間では最も低い。(c)HY180鋼の疲れ強さは低寿命側では全鋼種の中で最高であるが、 10^5 繰返数では2次硬化させた焼もどしマルテンサイト組織のHY140鋼と同じレベルになる。なお、(a)と類似した傾向はHY240鋼においてもみられた。

破面を調べたところ、全般に腐食疲労強度の低いMAS-MA-164鋼あるいはマルエージング鋼においてはき裂発生点付近の粒界割れ破面率（粒界割れ破面が破面全体のうちで占める割合）は100%に近い値を示したが、HY140鋼などにおいては10%前後であった。

現在、き裂の発生および伝播という観点から各鋼種の海水環境下での疲れ特性を継続して調べており、今後海洋環境で使用される強力鋼の信頼性の基準を明確にする方向に進む予定である。

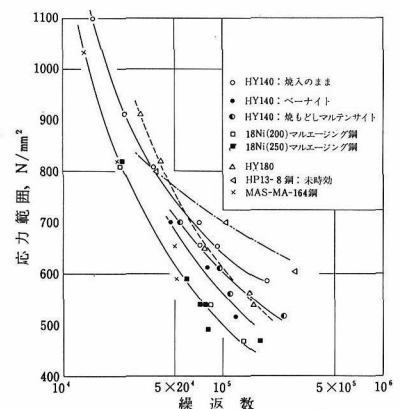


図 人工海水下での強力鋼のS-N曲線。
砂時計型試験片使用。ASTM標準
人工海水使用。30℃, PH 8, 30cpm

鋼の被削性におよぼす熱処理条件の影響

自動車部品材などとして使われる特殊鋼素材は切削加工され易いマイクロ組織にするため、等温焼なましや、焼ならし・焼もどしなどの熱処理が施される。とくに、切削加工の自動化、高能率化に伴う自動盤、トランスファマシン、NC工作機械など無人化を目指す加工工程においては、切りくず処理の難易さも重要視され、これに適したマイクロ組織に調節することは欠かせない技術である。一方、工具摩耗を促進する組織は避けねばならない。

鉄鋼材料研究部では異なる熱処理条件によって得られた鋼のマイクロ組織と切削挙動について調べている。写真(a), (b), (c)に示した切りくずの生成状態は切削部観察用刃物台を用いて観察したもので、低速切削中、工具先端に鼻状に堆積した構成刃先の形状は被削材のマイクロ組織に関連している。(a)は熱間圧延後の熱処理を施していないフェライト・ペイナイト組織であり、(b)は完全焼なまし処理したフェライト・パーライト組織である。そして、(c)は球状化焼なまし処理によってフェライト中に球状化炭化物を分散させた組織である。この場合のマイクロビッカース硬さ計によるペイナイ

ト相の硬さは300~320Hvであるのに対して、パーライト相は210~240Hvである。双方の試料ともフェライト相の硬さは同等であり、このことは切削中、切削部の激しい変形領域において、フェライト・ペイナイト組織はペイナイト相が硬いためにフェライト・パーライト組織よりもフェライト相中に変形歪を集中させる。従って、生成した切りくずはぜい化しており、破碎し易く、切りくず処理性の点ではすぐれている。球状化焼なまし処理した鋼では切削時に平板状で安定した構成刃先が生成しているため、切削仕上面粗さはペイナイトやパーライトが分散する鋼より改善される。反面、厚い切りくずが生成しているため切削工具に加わる切削力は増大している。

ブローチ切削、歯切り、ドリル穿孔などの加工法はこのような構成刃先が生成する低速切削域において高速度鋼工具を用いて行われる。このため、それぞれの切削加工法に適したマイクロ組織が切削機構の点から明らかにされる必要がある。一方、構成刃先が生成しない高速切削域についてもマイクロ組織と被削性の関連が検討され明らかにされつつある。

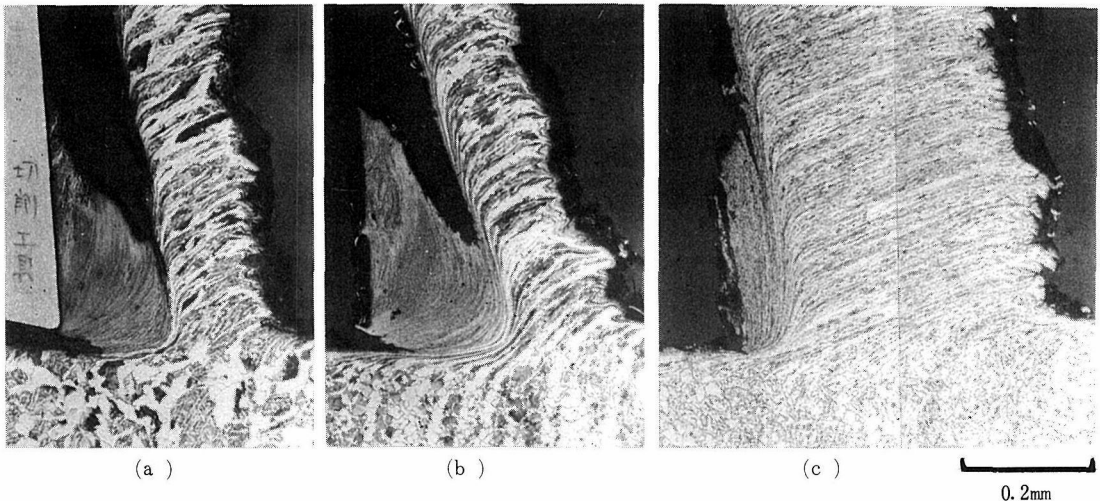


写真 構成刃先を伴う切りくずの生成状態

(a) フェライト・ペイナイト組織 (b) フェライト・パーライト組織 (c) 球状化組織

(被削材：SCM22H 鋼，切削速度：30m/min)

Al-Hf合金中の α -Al相と共存する2種類の化合物

実用Al合金材料の種類はこれまでかなり整備されてきており系列化も進んでいるが、より良い材質を得るため種々の改良がつけられている。その方策としては、主要合金組成の見直し、不純物や微量添加元素および各種処理法の再検討などがある。

非鉄金属材料研究部では、Al合金に関する組合せ処理の効果の他に微量添加元素の影響についても調査をつづけており、従来の結果で不明確あるいは不一致の点を明らかにしてきた。Hfは同族のTiやZrと比較すればAlに対する最大固溶限が大きく、特に焼入れたAl合金の時効挙動にかなりの影響を与えることが考えられるが、これまであまり調べられていない。当研究部ではAl-Hf 2元合金について主にX線回折による実験を行ない下記の結果を得た。

写真1にアーク溶解した一連のAl-Hf 2元合金から得られた粉末X線回折パターンを示す。Hfの含有量は(a)1.6, (b)3.6, (c)6.1および(d)18.5at%である。写真1に α -Al相の回折線の位置を示してあるが、それらは全ての合金に共通である。しかし、低Hf合金(a)と高Hf合金(c)および(d)とは α -Al相と共存する化合物の回折線が異なっており、(b)の3.6at%Hf合金においては2種類の回折線、すなわち異なった構造をもつ2種類の化合物が、 α -Al相と共存する状態となっている。写真2は(b)合金の組織を示すが、形態からは両者を区別できない。高Hf合金における化合物の回折線は25at%Hfの組成まで同一であり、また、低Hf合金における化合物も同じく α -Al相と共存するので、これらの化合物の組成はともに Al_3Hf であることがわかる。

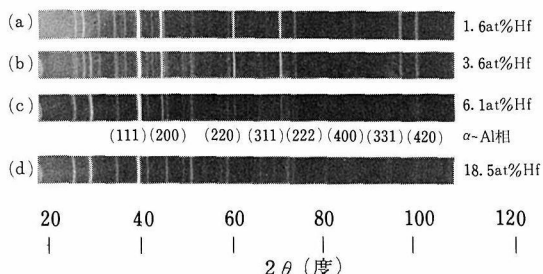


写真1 Al-Hf 2元合金の粉末X線写真

低Hf合金にみられる化合物 Al_3Hf については、これまで数例の報告があり DO_{23} 型の正方晶構造をもつとされている。写真1(a)から格子定数として $a=3.99_2\text{\AA}$, $c=17.27_8\text{\AA}$ が得られ回折線の指数は低角度側から(004), (101), (103), (110), (105), (114), (008), ……となる。ただし(114)は(111) α と同じ位置にある。

一方、高Hf合金にみられる化合物 Al_3Hf についてのやや詳しい報告は1例のみであり、それによればこの化合物は DO_{22} 型の正方晶構造をもち、20at%以上のHf濃度の合金で認められるが、高温焼なましによって DO_{23} 型に変わるとされている。しかし今回の実験では、Hf濃度が3.6at%以上の合金で現われており、また、600℃で500時間の焼なましを行なっても回折図形にはなんらの変化も認められなかった。

写真1(c)および(d)中の正方晶化合物の格子定数として $a=3.92_8\text{\AA}$, $c=8.89_2\text{\AA}$ が得られ、低角度側の回折線は(002), (101), (110), (112), (004), (200), ……と指数づけられる。ただし、(112)は(111) α と同じ位置にある。今回のこれらの結果は特に高Hf濃度合金に現われる化合物の生成範囲、回折線の計算強度および指数に関して従来の報告と著しく異なっているが、種々の検討を行ない今回の結果がより信頼できるものであることを確認した。

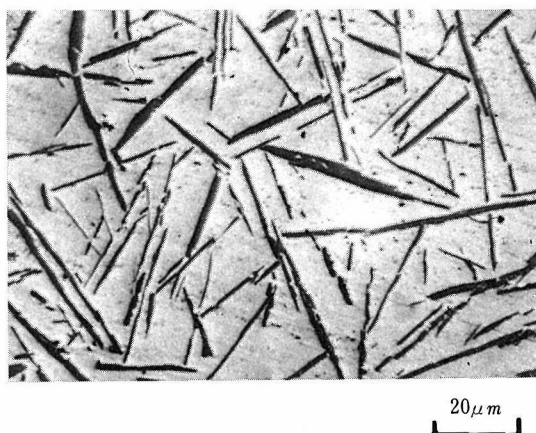


写真2 写真1(b)の合金の組織

【科学技術庁長官当所を視察】

昭和53年7月13日、熊谷科学技術庁長官が当所を視察した。

13時20分より15時50分にわたり、主な施設や設備を視察し研究現況の説明を受けるかわら職員を激励された。
(写真中央、熊谷長官)



【特許紹介】

流動床用溢流管

発明者 田中 稔, 神谷昂司, 桜谷和之
公 告 昭和52年8月5日 昭51-30125
特 許 昭和53年2月25日 第899417号

直接還元法は原料炭を用いない製鉄法として環境資源問題の面で優位にあり研究開発が進められている。流動還元法もその一つで、図1に示すようにガス分散板5、6を有す流動床の上方から連続して供給される粉鉄鉱石が溢流管1を経て順次下降する間に下から吹き上げる加熱還元ガスによって粉鉄鉱石を還元する方法である。溢流管の形状は、粉鉄鉱石の最大供給量を通過させる場合、還元ガスが溢流管内を吹き抜けることのない安定領域を広くとるように、またその閉そく

の僅かな距離である故、その凝集、焼結が防止される。したがって流動還元の安定した連続操作が可能になる。

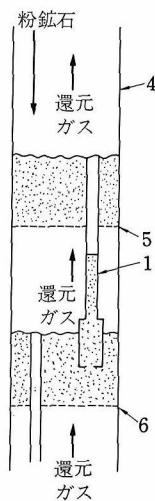


図1 多段流動床の縦断面図

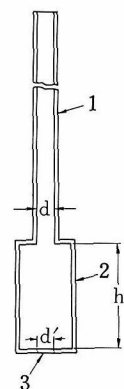


図2 本発明溢流管の縦断面図

◆短 信◆

●海外出張

松本武彦 非鉄金属材料研究部主任研究官
金属中の水素の挙動に関する研究のため昭和53年8月2日から昭和54年8月1日までの予定でア

メリカ合衆国イリノイ大学へ出張した。

海江田義也 金属加工研究部研究員

高温超高压を利用した塑性加工に関する研究のため昭和53年8月19日から昭和54年8月18日までの予定でアメリカ合衆国ラトガース大学へ出張した。

通巻 第237号

発行所 科学技術庁金属材料技術研究所

編集兼発行人 保 坂 彬 夫
印刷 株式会社 三 興 印 刷
東京都新宿区信濃町12
電話 東京 (03)359-3811(代表)

東京都目黒区中目黒2丁目3番12号
電話 東京 (03) 719-2271 (代表)
郵便番号 153