

加工性に優れるチタン合金 SP-700 の特長と用途

Advantages of Highly-Formable SP-700 Titanium Alloy and Its Applications

1. はじめに

「軽量・高強度」という優れた特性を有するチタン合金は、従来、用途が航空・宇宙分野などに限られていたが近年、自動車・自動二輪車関係、ゴルフクラブを中心とするスポーツレジャー分野における需要拡大が著しく、現在、日本におけるチタン合金展伸材（圧延および鍛造）の生産量は、展伸材チタン全体の約 10% を超え、さらに増加している。

SP-700 (Ti-4.5Al-3V-2Fe-2Mo (mass%)) は β -rich $\alpha + \beta$ 型チタン合金に属し、チタン合金としては非常に微細な平均粒径 2-3 μm 程度の初析 α 晶を有する¹⁾。この微細なミクロ組織に起因して、チタン合金の欠点であった加工性が改善されるとともに、疲労強度が大幅に向上しており今後、輸送機器分野での使用に加え、新しい用途での採用が期待される。

本報告では、SP-700 チタン合金の特長である熱間および冷間での加工性、優れた疲労強度とともにそれらを活かせる新しい分野について紹介する。

2. SP-700 チタン合金の特性

2.1 熱間加工性

圧延や鍛造など一般の熱間加工における SP-700 の特徴は、(1) 大きな限界成形量、(2) 低い割れ感受性、(3) 熱間加工後の良好な表面状態である。

Fig. 1²⁾ に、それぞれ変形応力と切欠付き円柱圧縮試験で評価した限界加工量を Ti-6Al-4V 合金と比較して示す。本合金の適正加工温度域は低温度域および高ひずみ速度側に拡張しており、優れた熱間加工性を示している。

また、チタン材は非常に活性な金属で、ガス元素との反応性も高く、チタン材の熱間加工工程においても容易に酸化物および α ケースと呼ばれる酸素濃化層が生成する。これらは、硬さが高く加工性や延性、疲労特性に悪影響を及ぼすことから熱間加工後に完全に除去する必要がある。Fig. 3 に加熱温度と酸素による表面劣化層厚さの関係を示す。SP-700 の成形温度域で生成する α ケースは薄く、切削・研削などによる表面手入れ負荷が軽減、加工コストの低減と材料の歩留まり向上が可能である。

2.2 冷間加工性

Ti-6Al-4V 合金に代表される $\alpha + \beta$ 型チタン合金（室温

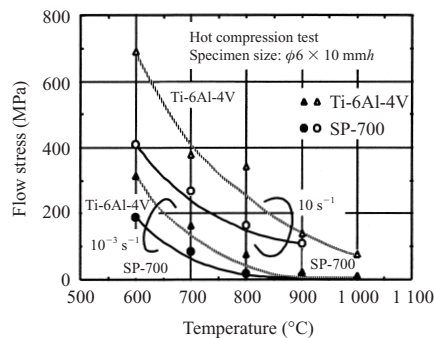


Fig. 1 Comparison in flow stress between SP-700 and Ti-6Al-4V

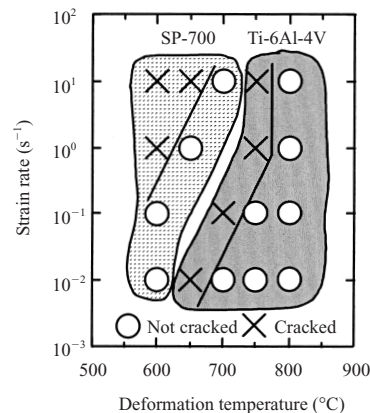


Fig. 2 Susceptibility to hot cracking for SP-700 and Ti-6Al-4V

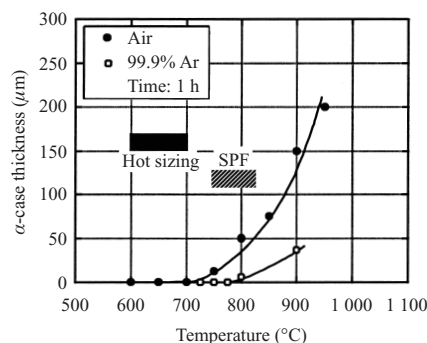


Fig. 3 α -case formation of SP-700 at high temperatures

強度 1 000 MPa 程度) は、一般に冷間成形での部材製造は困難で、ホットサイジングなど熱間加工が必要と言われてきた。

Table 1 は、SP-700 および Ti-6Al-4V 両合金の冷間成形性を比較したもので³⁾、限界冷間圧延率、限界曲げ半径のいずれも SP-700 の方が良好な冷間成形性を示している。これらの特性を活かし、冷間打抜き・曲げ加工によりアイ

Table 1 Comparison in cold formability between SP-700 and Ti-6Al-4V

Alloy	Critical bending factor (r/t^*)	Critical cold rolling ratio (%)
SP-700	2.1	60-70
Ti-6Al-4V	4.0	20

* r : Radius of test tool, t : Thickness of test sample

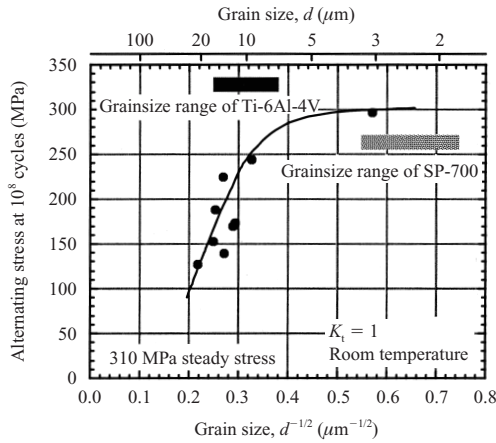


Fig. 4 Effect of grain size on fatigue strength

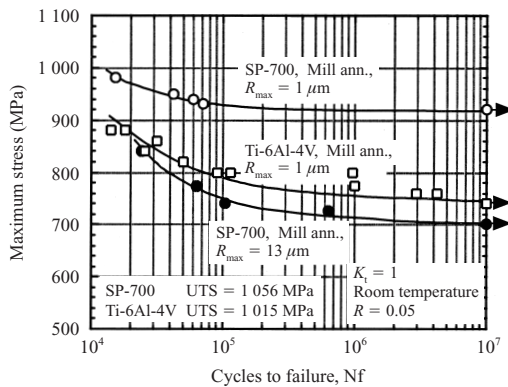


Fig. 5 Comparison in fatigue strength between SP-700 and Ti-6Al-4V

ゼン、腕時計の側（がわ）などが商品化されている⁴⁾。

2.3 疲労特性

疲労強度は、SP-700 チタン合金の最も優れた機械的特性の一つである。チタン合金の疲労強度は、結晶粒径と密接な関係があり Fig. 4 に示されるように結晶粒の微細化にともない疲労強度の向上がもたらされる。SP-700 では熱間加工時の結晶粒成長を抑え、極めて微細なミクロ組織が得られるような合金設計がなされている。その結果

Table 2 Current and potential applications of SP-700

Field	Application	Required properties
Transportation	Automobile	Fatigue strength Hot formability
	Ship	Errosion
	Railway	Fatigue strength Wear resistance
Miscellaneous	Sport, Leisure	Fatigue strength Hot forgiability
	Ultrasonic	Fatigue strength

Fig. 5 に示されるように他のチタン合金に比べ優れた疲労強度を有し、レース用自動車・自動二輪車エンジン部品ゴルフクラブフェース材料として、その優位性を遺憾なく発揮している。

3. 新規用途

このような優れた特性により、SP-700 は軽量・高強度というチタン合金の特長をより一層高めた材料としてお客様から高い評価を受けており、今後 Table 2 に示すような分野における需要が期待される。

4. おわりに

本報告では、SP-700 の特性に関して具体的なデータを基に、その材料特性面での優位性を示し、現在および今後期待される需要分野を紹介した。難加工材料ということで優れた特性を有しながらも用途が限られてきたチタン合金であるが、SP-700 によりチタン合金の新たな用途を喚起するものと期待される。

参考文献

- 1) Ishikawa, M. et al. Titanium '92 Science and Technology. vol. 1, 1993, p. 141.
- 2) Materials Properties Handbook: Titanium Alloys. ASM, 1994, p. 59.
- 3) Ogawa, A. et al. Beta Titanium Alloys in the 1990's, 1993, p. 513.
- 4) 深井英明 . プレス技術 . vol. 42 , no. 2 , 2004 , p. 35

<問い合わせ先>

JFE スチール 厚板営業部 チタン室 TEL : 03-3597-3361