

製品紹介

Products

オイル&ガス用途ニッケル基超合金小径鋼材

1. はじめに

大同特殊鋼素形材事業部では近年のニッケル基超合金鋼材需要の高まりを受けて市場でのシェアを拡大すべく製造材質・サイズのラインナップの拡大を図っている。具体的には、これまで比較的太径の鍛造材を製造していたニッケル基超合金について圧延による小径材の製造を開始しビジネス拡大を図っている。

世界のニッケル基超合金市場において流通量の大部分を占めるのは Alloy718 で、使用される主要な分野は航空宇宙、化学プラント、オイル&ガス（掘削）、自動車等である。このうち、航空宇宙ではユーザー毎に製造や品質保証に関わる各種の製造認定が必要であること、化学プラントでは板材やパイプ材の比率が多く棒材の需要は少ないことから、当事業部はオイル&ガス分野向けの拡販を指向している。なお、オイル&ガス分野でニッケル基超合金が多用される理由は、一般に掘削機器は油井、ガス井からの H₂S 等の腐食性ガスや泥水に晒され、腐食による設備破損等が発生すると大きな環境被害を引き起こしかねないので、耐食性に優れたニッケル基超合金が採用されているためである。図 1 にその代表的な適用部位を示す。

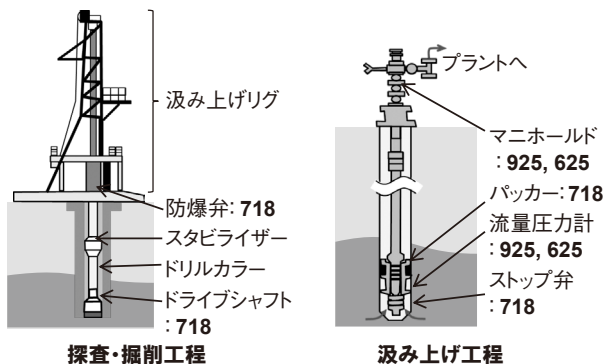


図 1. オイル & ガス掘削での適用部位

2. 要求される特性

オイル&ガスの業界標準としては NACE（米国防食技術者協会）規格がスタンダードとなっており、これは航空機用 AMS 規格等と比べ耐食性や応力腐食割れ防止を主眼とした規定となっている（表 1）。これに加えてユーザーが要求する品質規格も存在し、これらも満足する必要がある（表 1 注 2）。

		NACE	AMS5663
化学成分 (主要元素のみ、 質量%)	Ni	50.0～55.0	50.00～55.00
	Cr	17.0～21.0	17.00～21.00
	Mo	2.80～3.30	2.80～3.30
	Nb	4.87～5.20	4.75～5.50
	Ti	0.80～1.15	0.65～1.15
	Al	0.40～0.60	0.20～0.80
	Fe	残余	残余
熱処理条件	固溶化	1021～1052℃	941～1010℃
	時効	774～802℃	718～760℃ +621～649℃
引張強度	引張強度	≧1034MPa	≧1276MPa
	0.2%耐力	≧827MPa	≧1034MPa
	伸び	≧20%	≧12%
	絞り	≧35%	≧15%
衝撃値	吸収エネルギー	≧30 ft-lb [-60℃,2mmVノッチ]	-
	クリープ		- ≧23Hr [649℃,689MPa]
硬さ		302～375HBW	≧331HBW
結晶粒度		#2より細粒	#5より細粒

注 1) 3 インチ (76.2mm) の鋼材を想定した規格値を記載。

注 2) 上記公共規格に加えて石油サービス会社、部品メーカーが応力腐食割れ感受性を保証するために夫々の知見を基に独自規格での SSRT（低歪速度引張試験を要求している。

これは腐食環境下で低歪み速度で引張試験を行うと明確に脆化度が評価できるためである。

〈SSRT規格例〉

項目	内容	規格
破断時間	T1/T0 (T1: 腐食環境での破断時間 T0: 非腐食環境での破断時間)	≥0.7
破断絞り	Ra1/Ra0 (Ra1: 腐食環境での破断時間 Ra0: 非腐食環境での破断時間)	≥0.6

表 1. Alloy718 公共規格（抜粋）

なお、オイル&ガス用途部材のサプライチェーンは図2のようになっており、エンドユーザーである石油サービス会社が製造認定等を行っているので、ビジネスに参加するためには、各石油サービス会社に対して上記の品質要求を満足できる事を示し製造認定を取得する必要がある。

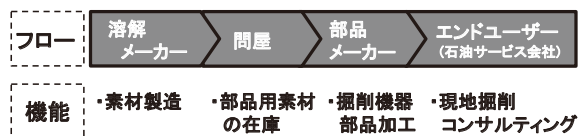


図2. オイル&ガス用途部材のサプライチェーン

3. 製造のポイント

今回、小径材の圧延による製造を開始するにあたり、従来の鍛造法で得られた熱間加工温度や鍛錬比に関する社内知見・データを直接適用することは困難であった。そこで技術開発研究所において圧延プロセスのモデリングを実施し(図3)、事前にプロセス検討を行ったうえで実機試作に臨んだ。

モデリングに際しては、NACE規格で要求される衝撃値などの靱性や、石油サービス会社および部品メーカーから求められるSSRTの内容を考慮すると、結晶粒度の制御が特性確保の鍵となることが想定された。結晶粒度制御の手段として圧延温度を変化させる場合、設備負荷(トルク)の増大が予測されたため、設備負荷と結晶粒度の両立を図る工程設計を行った(図4)。その結果、圧延試作は成功し、得られた特性も良好であった。さらに、従来当社で使用していた組織予測モデルを圧延用に改良することで、図5に示すように圧延後組織を高精度に予測することが可能となった。

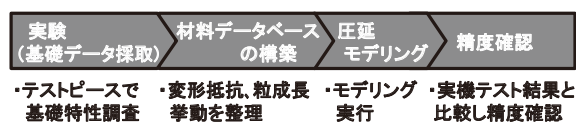


図3. モデリングのプロセス

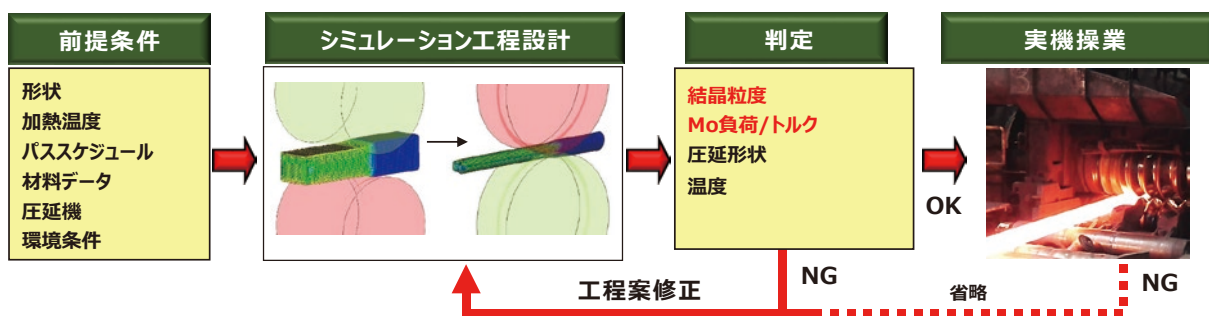


図4. 圧延モデリングによる工程設計

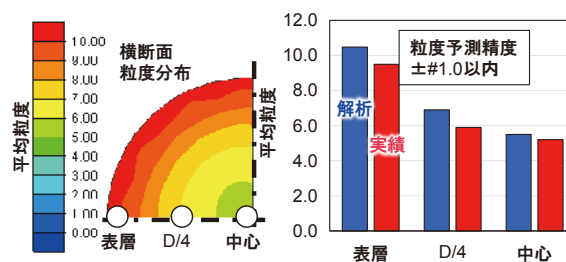


図5. モデリングの予測精度

4. 活動の成果

結果として、モデリングの改善により短期間で各エンドユーザーの要求品質を満足するAlloy718圧延材製品を実現することができた。現在までに4大石油サービス会社のうち3社の製造認定を取得済みである。

5. おわりに

当社の星崎工場、渋川工場では、今後もニッケル基超合金製品の製造寸法の更なる拡大や品質の安定化を目的として、設備の改善・更新を予定している。これにより今回紹介したオイル&ガス分野の製品のみならず航空、化学プラント、半導体など幅広い分野においてAlloy718をはじめとする難加工超合金のビジネス拡大を達成する計画である。

(問合せ先)

大同特殊鋼株式会社
素形材事業部 企画開発部
素形材ソリューション室
西澤 聡
TEL: 03-5495-1278
FAX: 03-5495-6742
e-mail: s-nishizawa@ac.daido.co.jp

