

(849)

Ti-6Al-4V合金ドリルパイプの試作

日本鋼管(株) 中央研究所 ○末永博義 高坂洋司 大内千秋  
 京浜製鉄所 松島順  
 本社 徳屋友彦

1. 緒言

Ti合金は高比強度、高耐食性等の優れた材質特性をもち、深井戸や腐食環境下でのドリルパイプへの適用が期待されている。ドリルパイプの製造においては熱押し条件のみならず、アプセット条件、摩擦圧接条件、ポストアニール条件等の最適操業条件の把握が必要である。チタン合金の熱間押しではβ processingによるのが一般的であり、冶金的には針状α晶組織を前提とした場合のアプセット時の再加熱や摩擦圧接による組織及び機械的性質の変化を把握することが重要である。本報告では今回試作したTi-6%Al-4%V合金ドリルパイプの製造条件と試作材確性結果をあわせて示す。

2. 製造方法および試験方法

用いたTi-6%Al-4%V合金の化学組成はTi-6.33wt%Al-4.08wt%V-0.19wt%Fe-0.18wt%O-0.0170wt%N-0.020wt%C-0.0056wt%Hである。ドリルパイプは熱間押しにより作成した2.375"パイプ素管と3.5" ツールジョイント素管を用い、アプセット加工-摩擦圧接-ポストアニールの工程をとり製造した。なお熱間押し、アプセット加工はともにβ processingであり、ポストアニールは高周波コイルによる摩擦圧接部のみのアニールとした。機械的性質はパイプ部、ツールジョイント部、摩擦圧接部各部よりG.L.25mmの丸棒引張試験片と平行部6mmの小野式回転曲げ疲労試験片を採取し調査した。

3. 試験結果

(1) ドリルパイプ各部の機械的性質はYSで87~91 kgf/mm<sup>2</sup> TSで97~105 kgf/mm<sup>2</sup> ELで10~15%の特性が得られた (Table 1)。パイプ部と比較してアプセット部で約4 kgf/mm<sup>2</sup> 強度が上昇し、摩擦圧接部ではツールジョイント部とほぼ同等の強度となる。

Table 1 Mechanical properties of drill pipes.

(2) パイプ部、ツールジョイント部のβ粒径はそれぞれ、118μm、254μmであり、アプセット部でのβ粗径は560μmの粒径となる。

(3) 摩擦圧接部はα'マルテンサイト組織となり、最高硬度は390となる。この高硬度層の幅は約4mmである。ポストアニールによりα'マルテンサイト組織は微細針状α晶組織に変化し、硬度は350に低下してツールジョイント部とほぼ同等の硬度となる。

(4) 回転曲げ疲労特性は、ツールジョイント部、摩擦圧接部ともほぼ同等であり、疲労限はともに41 kgf/mm<sup>2</sup> である。

Position	Tensile Test				
	0.2%PS <sub>2</sub> kgf/mm <sup>2</sup> (ksi)	TS kgf/mm <sup>2</sup> (ksi)	El %	RA %	
As Welded	Tool Joint	89.0 (126.6)	99.1 (140.9)	14.0	25.3
	Weld*	87.5 (124.5)	98.8 (140.5)	10.0	26.0
	Upset	87.9 (125.0)	103.4 (147.1)	10.6	21.4
	HAZ(Upset)	87.8 (124.9)	103.5 (147.2)	11.4	24.2
	Pipe	89.5	99.3	15.0	29.3
Annealed	Weld*	88.1 (125.3)	97.3 (138.4)	12.8	24.7
	Upset	89.3 (127.0)	104.3 (148.3)	10.8	21.1
	HAZ(Upset)	90.5 (128.7)	104.4 (148.5)	10.0	19.4

\* Fractured at tool joints.

