

洋上風力発電杭打ち機用アンピルの製造

1. 概要

地球温暖化対策として日本をはじめとした先進各国はCO₂を代表とされる温室効果ガスの削減を政策として挙げているが、とりわけ太陽光発電や地熱発電といった再生可能エネルギーによる発電形態に高い関心が寄せられている¹⁾。なかでも風力発電は特に欧州においてその導入に力が入られており、さらに風力発電所（ウィンドファーム）は陸上に適した設置場所が少なくなる中、洋上へシフトしてきている。²⁾

2. 洋上風力発電の基礎形状と杭打ち機の構造

洋上風力発電の基礎形状は風車を直接海底に固定する着定式と、風車が直接海底に固定されない浮体式と呼ばれる方式に分けられる。比較的浅い水深（30メートル以下）の場合は、重力式やモノパイルによる着定式が多用されている。³⁾

このたび当社では、欧州2社からそれぞれモノパイル杭打ち機用アンピルを3ヶ、合計6ヶ受注した。杭打ち機内で油圧によって引き上げられたラムウエイトがアンピルを通じて海底にモノパイルが打込まれる。^{4,5)}

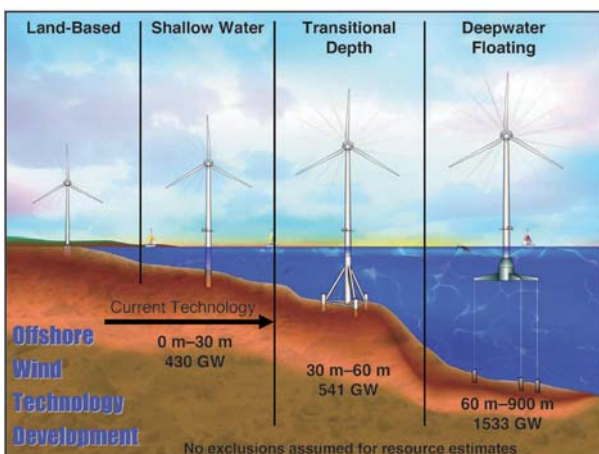


図1 洋上風力発電の基礎形状

3. 鍛鋼製アンピルの製造

アンピルの材質には原子力発電用低圧タービンロータシャフト用軸材として多数の製造実績があり、強度・靱性バランスに優れたNiCrMoV鋼が採用され、600トン、および350トン超大型鋼塊からそれぞれ製造した。溶解・精錬・真空鋳込みで溶製された清浄度の高い超大型鋼塊を、原子力用圧力容器用ノズル一体型ヘッド製作を参考とした鍛造技術を採用し、加熱・鍛錬を繰り返すことによって所定の形状に造り込んだ。規格で要求された機械的特性を付与する熱処理（調質）に先立ち、内部の健全性を非破壊検査（超音波探傷）による評価が可能ないように熱処理（焼準）を行った。調質後、再度内部品質の確認を目的に超音波探傷、および機械的特性の確認を目的に材料試験を行い、納入形状に機械加工・最終検査を経て防錆梱包の後、それぞれ欧州に出荷した。



写真1 アンピル①素材完成時外観



写真2 アンピル②素材完成時外観

4. 材料特性

アンビルの主要化学成分の一例を表1に、製品の機械的性質の一例を表2にそれぞれ示す。大型鍛鋼品は不可避免的に大型・厚肉化することから、とりわけ衝撃特性の確保に難しさがある。そこで超大型670トン鋼塊から試作製造した調質時胴径φ3.2mの原子力発電用低圧タービンロータシャフト用軸材の肉厚方向衝撃特性分布調査結果⁶⁾から、最適化学成分と焼準を含めた熱処理条件の検討を行った。その結果Ni含有量が2.5～4%程度が最良と判断し、要求特性を満足する製品を製造することができた。

表1 化学成分の一例 (mass %)

	C	Si	Mn	Ni	Cr	Mo	V
アンビル①	0.24	0.05	0.27	3.52	1.64	0.37	0.09
アンビル②	0.24	0.05	0.28	3.03	1.66	0.36	0.09

表2 機械的性質の一例

	0.2%耐力 N/mm ²	引張強さ N/mm ²	伸び %	絞り %	シャルピー衝撃試験 J@-20°C
アンビル①	862	951	19.8	71.9	179 186 196
アンビル②	847	950	19.0	65.8	179 172 162

5. まとめ

本製品は強度・靱性バランスに優れた原子力発電用低圧タービンロータシャフト用軸材の製造実績を参考に最適化学成分の選定、同じく原子力用圧力容器用ノズル一体型ヘッド作製を参考とした超大型鋼塊からの製造技術を採用することにより、短期間に6ヶ製造・出荷することができた。

洋上風力発電の単機容量の大型化にともないモノパイルの直径は更なる大径化が志向されており、アンビルもより大型化する傾向にある。今後も大型化の顧客要求を満足できるよう、技術改善、品質を確保した上でのコスト改善活動を推進する。

引用文献

- 1) なっとく!再生可能エネルギー
経産省/資源エネルギー庁 (http://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saiene/)
- 2) GLOBAL WIND ENERGY COUNCIL : GLOBAL WIND REPORT ANNUAL MARKET UPDATE (2015)
- 3) J.M.Jonkman : Technical Report NREL/TP-500-41958、November (2007)
- 4) IHC 社カタログ
(http://www.ihhydrohammer.com/fileadmin/IHC_Hydrohammer_-_ihchh.com/images/Downloads/Brochures/Onshore_english_LR_01.pdf)
- 5) Menck 社ホームページ (<http://www.menck.com/>)
- 6) 山内隆史、工藤秀尚、岸恭弘、上田奏、吉田一、木村公俊、梶川耕司、鈴木茂：日本製鋼所技報、Vol.64 (2013)、p.43