

海外向け超大型鍛鋼製キルンタイヤ

1. はじめに

セメントを製造するロータリーキルン（回転窯）に使われるタイヤは、当社の主力製品であり、鍛鋼製タイヤは国内外の各セメント工場へ260ヶ以上の納入実績がある。これまでの最大は、製品重量で127トンであったが、今般プラント設計メーカーのFLSmith社（本社：デンマーク）より米国向け世界最大クラスのセメントキルン用超大型タイヤを受注し、2016年2月に出荷した。

本製品は600トン鋼塊から製造され、その形状は外径φ8,700mm、内径φ6,900mm、高さ1,257mm、重量は213トンにおよぶ。材質はマンガン（Mn）鋼である。写真1にタイヤ全景を示す。

大型タイヤは一般的に鋳鋼が主流であるが、顧客より高韌性を目的とした鍛鋼製への変更要望、かつ短納期の要望があった。韌性改善策を検討し製造上の課題をクリアすると共に、短納期要求に応じ製造することができたので以下に紹介する。



写真1 タイヤ全景

2. 鍛鋼製大型キルンタイヤの製造

製造上の課題は第一に韌性要求の満足であった。本タイヤは600トン鋼塊から製造するため、小型鋼塊に比べて成分偏析が不可避免的に強くなる傾向がある。偏析によって炭素などが濃化した場合、強度は向上するが韌性は低下するため顧客要求値の逸脱が懸念された。また、一般的に高韌化のためには熱処理において水や油などの液体による焼入れが施されるが、過去に本材質での大型リング形状品の焼入れ実績がなく、また、成分偏析が強くなることが予測されたため、焼割れのリスクが考えられた。

更にタイヤはキルンの高荷重を支えながら、その受け台となるローラー軸と転動接触するため、外周面の耐摩耗性が重要であり、表面硬さとその均一性が求められるが、成分偏析による硬さの不均一も懸念された。

そこで、鋼塊の偏析予測を行い、その解析結果を元に強度・表面硬さ・韌性を満足する最適成分を検討した。特に強度・韌性への影響が大きい炭素（C）とマンガン（Mn）に対しては詳細に検討し、Mn/C比の調整を行った。また、表面硬さの均一性および強度・韌性を満足する独自の熱処理方法を施した。

3. 製造したキルンタイヤの品質と工期短縮

表1に材料試験結果、図1に本体硬さ結果を示す。

材料試験は片端側において0°と180°方位の2箇所から試験片を採取し試験を行った。強度・韌性共に客先要求値を満足し、かつ、バラつきが殆どない結果が得られた。

また、本体硬さは外周面と片端面において0°、90°、180°、270°の4方位を測定した。外周面は179～188HBとバラつきが少なく良好な結果が得られた。一方、端面は167～170HBと外周面との差異は見られたが、その差は最大で△21HBの範囲に抑えることができ、いずれの測定位置においても客先要求値を満足することができた。

上述の対策を施すことによって、偏析による材料特性への影響を最小限に抑え、当初懸念された製品部位によるバラつきが少ない良好な結果を得ることができ、客先要求値を満足した。

工期に対しては、加工段取り時間短縮のための専用治具の製作や改造、梱包要領の改善など、さまざまな工夫により、当初の予定より工期を1ヶ月短縮した。

表1 材料試験

	0.2% 耐力 MPa	引張 強度 MPa	伸び %	絞り %	吸収 エネルギー J
規格 *1	≥ 345	540/690	≥ 16	-	≥ 27
実績 *2	392 387	647 644	26.0 26.2	61.6 61.6	65 ~ 86

*1 SEW550 / 28Mn6 (1.1170)。顧客要求値は非公表。

*2 上段は0°、下段は180°位置、接線方向の結果を示す。

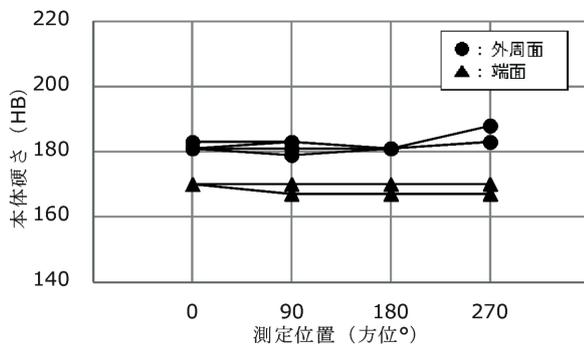


図1 本体硬さ

4. おわりに

顧客要求品質と納期を満足すると共に、鍛鋼製超大型タイヤの製造技術を確立した。本製品の納入を機に、FLSmidth社の信頼を得ることができ、後続案件として東南アジア向けの超大型鍛鋼製タイヤを受注した。今後は更なる品質向上、およびプロセス短縮検討を努めていく所存である。



写真2 梱包全景