

적층형 무방향성 규소강판의 초기 자화특성

김인성, 송재성, 민복기, 정순중*
한국전기연구원, 재료응용연구단*

Initial Magnetics Properties of Silicon steel with laminated Core

In-Sung Kim, Jae-Sung Song, Bok-Ki Min, Soon-Jong Jeong*
KERI, Division of Materials Application

Abstract : 전동기 코어 소재로 사용하는 무방향성 규소강판을 토로이달 형태가 아닌 전동기 적용 모형과 동일한 적층형으로 회전자 코어를 제작하여 초기 및 포화 자화 특성에 대한 고찰을 하였다. 초기자화 특성은 전동기가 처음 기동할 때 토크나 기동전류에 큰 영향을 미친다. 초기 자화 특성을 향상 시키면 기동 전류를 줄일 뿐 아니라 전동기의 장기간 수명에도 영향을 미친다. 본 연구에서는 무방향성 규소강판의 가공, 설계, 제작 특성이 초기 기동 특성에 미치는 영향을 간접적으로 조사하기 위하여 초기 및 포화 히스테리시스 특성에 대한 고찰을 실시하고 이들 요소가 갖는 여러 가지 가능성을 제시하였다

Key Words : 무방향성 규소강판, 초기 자화 특성, 초투자율, 유도 전동기 코어소재, 투자율, 포화 자속밀도

1. 서 론

무방향성 규소강판은 유도전동기의 고정자, 회전자 코어 소재로 사용하고 있으며, 전동기의 성능을 좌우하는 가장 중요한 요소이다. 그중에서도 밀접한 특성은 자성 물성이며, 특히 초기 전원이 인가되어 전동기가 기동할 때는 기동 전력과 초기 역률 등 전동기 사양에 큰 영향을 미친다. 본 연구에서는 전동기의 초기 기동 특성에 미치는 자성 특성을 조사하기 위하여 코어 소재로 사용하는 무방향성 규소강판을 토로이달 코어 형태로 제작하여 초투자율, 포화 B-H 히스테리시스 자성 특성에 조사하였다.

2. 실험

초기 자성 물성 평가를 위한 토로이달 시료의 사양은 국내에서 생산되어 유도전동기에 가장 많이 사용하는 S12, S23, S30, S60 으로서 아래 표 1과 같은 조건으로 시료를 설정하였다. 이것은 설계시 가장 우선적으로 적용되는 소재의 물성 조건이며, 설계값과 개발 후 전동기의 성능과 깊은 관계가 있다. 먼저 설계 물성을 고려하여 직경과 적층 높이를 무방향성 토로이달 시료 조건으로 설정하였으며, 유도전동기의 사양을 좌우하는 요소로서 전동기의 용량과 크기를 고려할 때 적용할 수 있는 중요 요소이다.

표 1 무방향성 규소강판 시료의 적용 조건

	S12	S23	S30	S60
	φ(내경)×H(높이)	φ(내경)×H(높이)	φ(내경)×H(높이)	φ(내경)×H(높이)
1차: 2차:	φ15×5mm	φ15×5mm	φ15×5mm	φ15×5mm
1차:140~170 2차:200~210	φ20×5mm	φ20×5mm	φ20×5mm	φ20×5mm
1차:230 2차:240	φ30×5mm	φ30×5mm	φ30×5mm	φ30×5mm
1차:410 2차:450	φ40×5mm	φ40×5mm	φ40×5mm	φ40×5mm

표 1과 같이 무방향성 규소강판의 토로이달은 직경 20mm를 기준으로 하여 1차권선 140~170, 2차권선 200~210회 감았으며, 직경이 다소 큰 40mm의 경우 410과 450회의 코일을 감았다. 그림 1은 코일 와인딩 작업과 완성된 토로이달 코어를 나타낸 것이다.

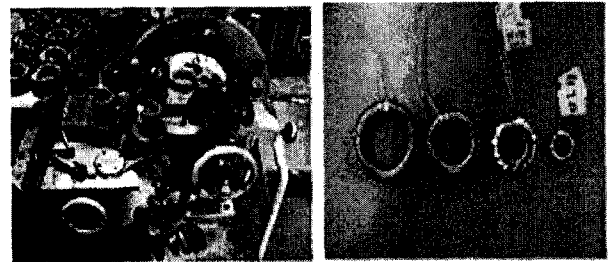


그림 1 토로이달 코어 시료의 제작

초기 자화 특성을 파악하기 위하여 아래 그림 2와 같은 일반적인 회로에 sampling frequency 가 빠른 AD와 PC를 사용하여 별도의 데이터 처리를 하였으며, 여기서 "A"는 전류계 "F"는 자속 밀도를 측정하는 자속계(magnetic flux meter)이며, S₁, S₂, S₃, S₄는 각각 스위치를 나타낸다. 이때 A와 F에 받은 데이터는 PC로 보내진다.

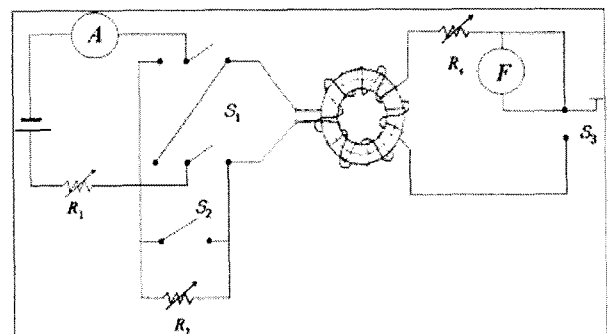


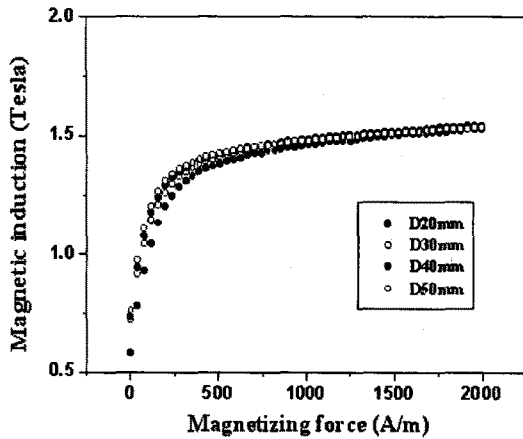
그림 2 초기 자성 특성 측정을 구성 회로

S₁은 반전 스위치이고 R₁, R₂는 가변저항이며, 이중 R₁은 자화 솔레노이드 전류를 조절하여 포화 시키는 역할을 하는 가변 저항이다. 이와 같은 회로에서 얻어지는 결과는 한 시료에 20회 반복하여 포화 시켰으며, 이때 처음 얻어지는 결과에 대해 초기 투자율 특성으로 하였다.

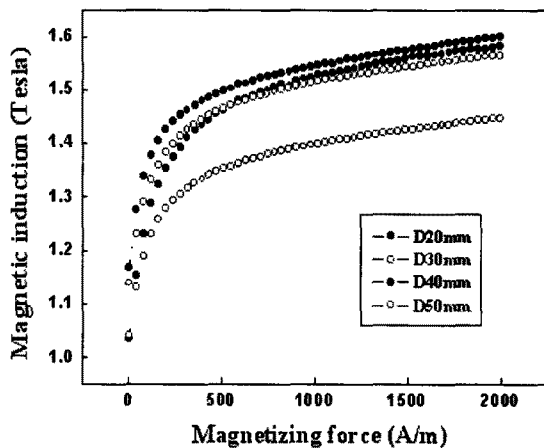
3. 결과 및 고찰

그림 3는 S12, S23, S30, S60의 완전 탈자 시킨 후 처음 인가한 초기 유도 특성을 포함해서 최초부터 20회 인가하여 측정된 포화 자기 물성을 나타낸 것이다. 초기 자기 물성은 작은 전류로 초기에 얼마나 빨리 자화되느냐를 좌우하는 물성으로 변압기와 전동기의 기동력이나 응답속도에 깊은 관계가 있다. S30인 경우에 가장 먼저 포화되는 특성을 나타내어 응답성이 빠른 것을 알 수 있으며 S23은 폭넓은 특성을 보였다.

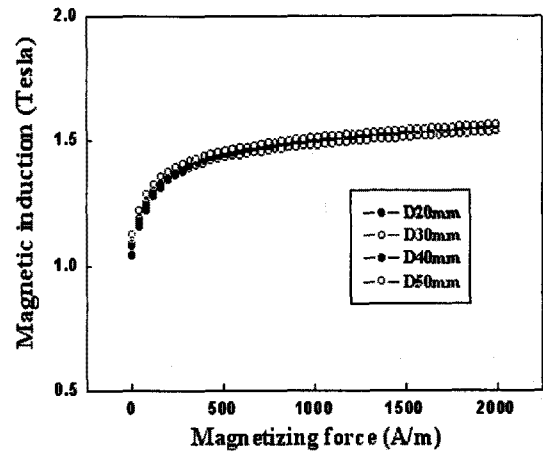
그러나 S12, S23은 직경에 크게 상관없이 일정한 자기적 특성을 나타내는 것으로 조사되었다. "S" 시리즈 모두 1.5 T 부근에서 포화 특성이 나타났으며, S 23의 경우 1.6 T 부근에서 포화되었다. 동일 조건에서 직경을 달리 할 때 초기 히스테리시스는 크게 차별되지 않았으며,



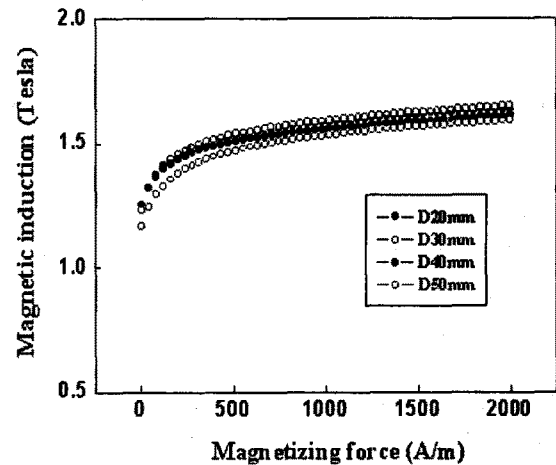
(a) S 12 포화 자기 특성



(b) S 23 포화 자기 특성



(c) S 30 포화 자기 특성



(d) S 60 포화 자기 특성

그림 3 직경에 따른 포화 자기 특성

다만 S23을 제외한 3가지 토로이달 시료에서는 거의 동일 유사한 응답 특성을 보였다. 한편 주파수-투자율 응답 특성에서는 S12가 가장 안정한 특성을 보였으며, 와이어 방전하여 적층한 영향으로 직경에는 크게 의존적이지 않았다. 즉, 밴딩 스트레스에 의한 영향이 없기 때문에 나타난 현상으로 보아진다.

4. 결론

본 연구에서는 유도전동기용 코어 소재로 사용중인 무방향성 규소강판의 초기 기동 특성에 미치는 영향을 간접적으로 조사하기 위하여 S12, S23, S30, S60 4종의 무방향성 규소강판에 대하여 초기 자화 및 포화 특성을 고찰한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다. ①. 1.5 T 부근에서 대부분 포화 특성을 나타냈으며, 직경과는 무관한 것으로 조사되었다. ②. 가공시 밴딩 스트레스에 의한 영향을 없을 경우 직경에 따른 자성 특성 차이는 크게 나타나지 않는다. ③. 두께가 두께인 S60에서 초 투자 특성이 낮은 것으로 조사되었다. 그러나 상대적으로 많이 적층할수록 차이는 작아졌다.