

# 고강도 고인성 18Mn-18Cr 고질소강재의 변형인자 분석 및 물성예측 기술

## Study of Mechanical Property Prediction and Deformation on 18Mn-18Cr High Nitrogen Steel with High Strength & Ductility

\*\*김영득<sup>1</sup>, 신종호<sup>2</sup>, 이종욱<sup>2</sup>, 조종래<sup>3</sup>

\*\*Y. D. Kim, (Youngdeak.kim@doosan.com)<sup>1</sup>, J. H. Shin<sup>2</sup>, J. W. Lee<sup>2</sup>, J. R. Joe<sup>3</sup>

<sup>1</sup>두산중공업 기술연구원소재기술개발팀, <sup>2</sup>주단소재기술개발팀, <sup>3</sup>한국해양대 기계에너지공학부

Key words : High Nitrogen Stainless Steel, Mechanical Property Prediction, Cold Deformation

### 1. 서론

고용한도 이상으로 질소가 함유된 강을 고질소강(High Nitrogen Steel, HNS)이라 한다. 발전기 핵심부품에 사용되는 18Mn-18Cr-xxN 합금은 물리적, 기계적 특성과 친 환경성이 우수한 특성을 가지고 있다. 특히, 기존 스테인리스강과 동등 이상의 물성을 가지며 고가의 Ni 대신 무한의 질소로 대체할 수 있다는 점에서 매우 매력적인 소재이다.



Fig. 1 Photograph of 6-ton ingot for high nitrogen stainless steel

Fig.1 은 실 제조된 6 톤짜리 고질소강 강괴이다. 대량량 소재제작은 국내 처음이며[1] 1kg 의 Lab.급으로 연구한 바 있다[2]. 우수한 장점이 있는 반면에 질소취입 기술과 성형시의 열간크랙 및 냉간변형 특성 등[3~4]에서 어려움을 가진다. 본 연구에서는 소재변형 특성인자를 통해 발전기용 핵심부품 실 제조 전 원하는 물성값을 얻기 위한 공정조건 설정이 가능한 수식을 제안하였다. 이는 시험값과의 비교검증으로 타당성을 확인하였다.

### 2. 변형특성인자 분석

진공유도용해법을 이용하여  $\varnothing 180 \times H500 \text{mm}$ , 100kg 짜리 강괴 3 개를 제작하였다.

Table 1 Main chemical composition of HNS

Item	C	Si	Cr	Mn	N <sub>2</sub>	Fe
NA	0.04	0.41	17.94	17.95	0.55	Bal.
NB	0.04	0.4	17.89	17.94	0.69	Bal.
NC	0.04	0.4	17.86	18.30	0.80	Bal.

Table 1 은 제작한 시험용 고질소강 소재로 질소함량에 따라 HA, HB, HC 로 구분하였다.

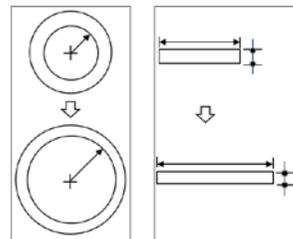


Fig. 2 Schematic diagram of deformation mode equivalence on manufacturing process

Fig. 2 는 링형상의 실제품 냉간확관변형 공정을 두께감소 변형모드로 등가화한 개념도이다.



(a) Rolling specimen



(b) Grain size(ASTM#)

Fig. 3 Grain size of initial rolling specimen according to nitrogen content after rolling

Fig. 3은 제조한 시편소재(a)의 질소 함량에 따른 결정립 크기이다. 질소함량 0.55, 0.69 및 0.8 이며 각 시편의 결정립 크기는 4.0 에서 4.5 까지 범위에 있다.

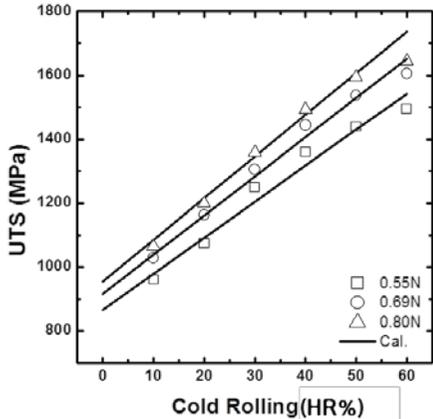


Fig. 4 Results of relation curve between cold rolling ratio and tensile strength according to nitrogen content

Fig. 4는 질소함량별 10%에서 60%까지 10% 간격의 냉간압연율( $HR\% = (t_0 - t_f) / t_0 * 100$ )에 따른 인장강도 관계선도이다. 질소함량과 두께변화 변형율 인자를 포함한 인장강도 관계 수식  $UTS = \{7.04 * [\%N] + 7.4\} * [\%CR] + 358 * [\%N] [MPa]$ 를 얻을 수 있다. 실제품 제조시의 설비와 소재 및 금형 사용 전 Lab.급에서 물성을 예측할 수 있는 반 경험적 수식이다. 즉, 설비능에 따라 제조된 결정립 및 질소함량에 따라 유효 적절하게 냉간변형 공정조건을 잡을 수 있다는 점에서 큰 의미를 가진다.

### 3. 물성예측수식 검증

Table 2 Main chemical composition of test material

Item	C	Si	Cr	Mn	N <sub>2</sub>
TA	0.05	0.37	18.51	19.27	0.62
TB	0.05	0.39	17.94	18.35	0.57

Table 2는 물성예측 수식검증용으로 제작한 소재이다. TA는 실제제조법으로 얻은 0.62N 시편이고, TB는 Lab.급의 압연공정으로 얻은 0.57N 소재시편이다.

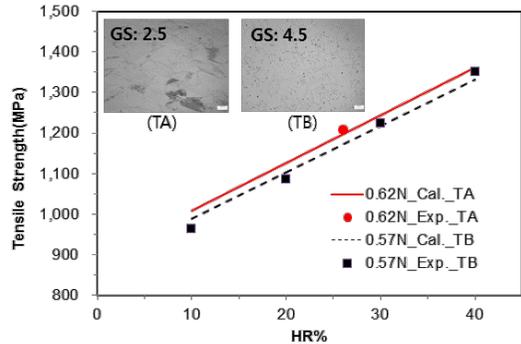


Fig. 5 Verification between proposed equation and tensile test data

Fig. 5는 제안수식을 검증한 결과이다. TA는 부품제조시의 링확관 후 두께감소를 26%에 대해 인장시험한 결과와 10%씩 40%까지 두께감소 후 각 단계에서 시험한 결과 TB를 수식에 플로팅하였다. 물성예측 수식과 실제시험결과는 양호한 결과를 보여 제안한 물성예측식의 타당성을 확인하였다.

### 4. 결론

연구결과 얻어진 결론은 다음과 같다.

1. 실사이즈 금형 및 설비사용 전 Lab.급에서 물성예측이 가능한 변형모드를 구축하였다.
2. 링제품 냉간성형공정 조건을 사전에 설정 가능한 물성예측 수식  $UTS = \{7.04 * [\%N] + 7.4\} * [\%CR] + 358 * [\%N] [MPa]$ 을 제안하였다.
3. 제안한 물성예측 수식에 대한 검증결과 양호한 일치를 보여 타당성을 확인하였다.

### 참고문헌

1. Y. D. Kim, "Development of Austenite Phase & Manufacturing Process for Generator Safety Ring" Thesis of Doctor, 51-55, 2012
2. S. J. Kim, "The Property and Research Trend of HNS", KIMS Seminar, 47-51, 2005
3. Lei Zhu, "Study on Hot Forging Parameter of HNS Retaining Ring Steel", CMCE, 517-521, 2010
4. V. G. Gavriljuk H. Berns, "High Nitrogen Steels", Springer, 153-158, 1999