

## 자동차용 강판의 물성 데이터베이스

박현철\*, 이상곤, 신철수 (현대하이스코 기술연구소)

Database of Steel Sheet for Automotive body

H. C. Park, S. G. Lee, C. S. Shin (Hyundai HYSCO Technical Research Laboratories)

### ABSTRACT

Purpose of this paper is to accumulate database of automotive steel sheet from mild steel to high strength steel in cold rolled steel sheets. Physical properties, mainly mechanical properties, of steel sheet are tested and all data are arranged to one sheet. Methods of test are composed of FLD, tensile strength test, chemical composition, surface roughness and product conditions. Finally this database will be helpful to automotive body designers and die designers to design automotive body parts and tools in a material point of view.

**Key Words** : Automotive Steel Sheet (자동차용 강판), Mechanical Properties of Steel Sheet (강판의 기계적 물성), FLD (Forming Limited Diagram)

### 1. 서론

고강력 강판은 최근 자동차 차체의 무게를 절감 하면서 충돌 안전 특성을 확보하기 위하여 적용이 확대되고 있으며 차체에 적용되는 강판의 평균강도는 계속 증가하고 있다. 또한 강도가 우수하면서 복잡한 부품을 안정적으로 성형하기 위해서는 동일한 강도의 강판이라 하더라도 더욱 우수한 성형성이 요구된다. 일반적으로 강판의 강도가 증가하면 성형성은 저하되고 강판의 성형성이 우수하면 강도는 낮아진다. 따라서 강종에 따른 성형량이 각각 다르기 때문에 차체 각 부위별 최적의 강종을 선정하기는 쉽지 않다. 설계자들이 차체 각 부위별로 최적의 강종을 선정하고 금형 설계 및 성형해석시 정확한 결과를 도출하기 위해서는 많은 다른 인자들이 있지만 소재적 측면에서 각 강종에 따른 성형량 등에 대한 객관적인 데이터베이스 구축이 필요하다.

본 연구에서는 각 강종에 대한 물성평가 데이터베이스를 구축함으로써 차체 설계자들에게 좀더 객관적인 자료를 가지고 강종을 선택하는데 도움을 주고 금형 관계자에게 성형해석시 요구되는 정확한 소재데이터의 전달과 강판의 이해에 도움을 주는 의미에서 수행하였다.

물성 DB 에 사용된 강판은 두께 1.0t 의 무도금 냉연강판이다. 분석항목은 FLD, Erichsen 테스트, LDH<sub>0</sub>, PSST 등과 같은 직접성형시험과 일축인장시험, 조도, 화학성분 분석, 미세조직 관찰, r-bar, 비커스 경도와 같은 간접성형시험이다.

### 2. 적용 강종

데이터베이스 구축을 위하여 적용한 강판은 당사에서 생산하는 자동차용 강판 1.0t 소재이며 표 1 에 종류를 나타내었다. 모두 무도금 강판을 사용하였으며 표면에 부식방지를 위한 방청유만 도유된 상태이다. 데이터베이스는 각 강종의 특정시험의 측정값 및 측정값의 통계적 데이터가 실제로 매우 중요하지만 모든 강종에 대하여 테스트 항목별로 전수검사를 하는 것은 많은 인력과 시간이 요구되기 때문에 현실적으로 불가능하다. 따라서 대표성을 갖는 조건의 강종을 선별하는 것이 매우 중요하다.

본 데이터베이스에 사용한 강판의 대표성은 화학성분, 압하율, 라인의 열처리 조건, 스킨패스 압하율이 사내 기준치에 부합한 것으로 평가하였다. 또한 시편은 실제 코일의 중앙부위를 채취하는 것은 생산적인 측면에서 불가능하기 때문에 동일한

소재 및 두께의 코일이 여러 개 들어갈 경우 채워하여 수행하였다.

Table 1 Species of Steel Sheets

Steel Grade	Thickness (t)
EQ	1.007
NQ	1.008
DQ	1.008
LQ	1.008
HS35R	1.015
HS35B	0.809
HS35E	1.008
HS40R	1.016
HS45E	0.907

### 3. 직접성형시험법 및 측정방법

#### 3.1 FLD 측정

FLD 측정은 그림 1 과 같이 100mm 반구형 펀치를 사용하여 측정하였다. 강판의 표면에 실크스 크린법으로 0.1" 원형그리드를 입힌 상태에서 25mm~200mm 로 폭을 변화시켜 테스트를 수행하였다. 폭길이별로 돔테스트한 결과를 그림 2 에 나타내었다. 이때 성형한계변형률은 돔테스트시 강판에 네킹이 발생하였을 때 측정하였다.

변형률은 ASAME ver 4.1 을 이용하여 측정하였고 ASAME 로 측정한 FLD 의 한 예를 그림 3 에 나타내었다.

또한 측정한  $FLD_0$  는 PSST 테스트로 검증하여  $LDH_0$  와 비교검증하였다. PSST 테스트한 이후의 시편사진을 그림 4 에 나타내었다.

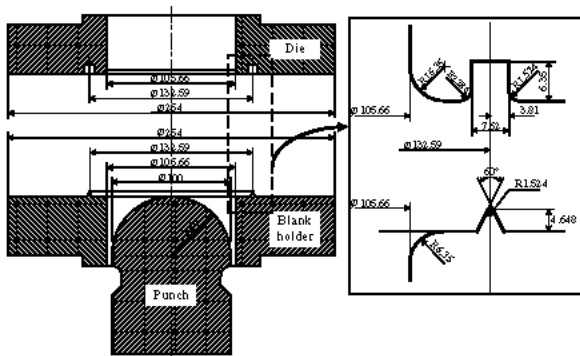


Fig. 1 LDH(Limited Dome Height) tools

#### 3.2 성형성시험

성형성 시험은 100mm 반구형 펀치를 사용하여  $LDH_0$ , PSST<sup>1), 2)</sup>하여 상승한 펀치의 높이를 측정하였

다. 평면변형상태에서 측정한 이유는 스템핑 파단시 85% 이상의 파단이 평면변형상태에서 발생하기 때문이다.

또한 25mm 반구형펀치로 에릭슨 테스트하여 파단이 발생하였을 때 상승한 펀치의 높이를 기록하였다.

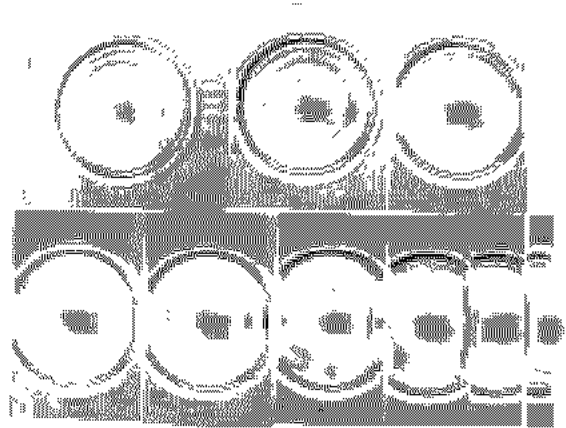


Fig. 2 Specimens after dome test with width

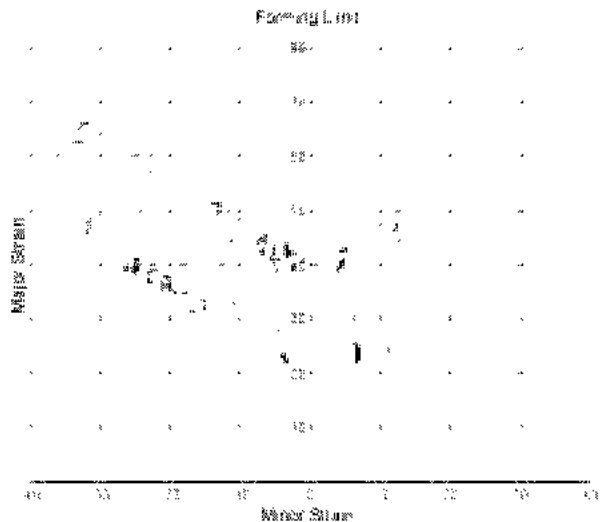


Fig. 3 FLD of steel sheet using ASAME

### 4. 간접성형시험법 및 측정방법

#### 4.1 일축인장시험

일축인장시험은 압연방향, 압연직각방향, 압연대각방향으로 각 3 회씩 측정하였으며 항복강도, 인장강도, 연신율을 정리하였고 각 방향에 대한 응력변형 곡선 및 회귀분석을 이용하여 n, K 값을 구하였다.

또한 r-bar 는 인장시험장비에 있는 폭계이저를 이용하여 15%의 공칭변형률에서 측정하였다.

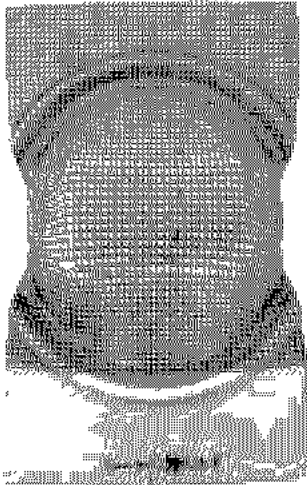


Fig. 4 Specimen after PSST test

#### 4.2 미세조직 및 비커스 경도 측정

광학현미경으로 각 강판의 미세조직을 관찰하였으며 비커스 경도를 측정하였다. 비커스 경도값은 5 번 측정하여 최대값과 최소값을 버린 나머지 값을 평균하여 사용하였다.

#### 5. 화학성분 및 조도 측정

##### 5.1 화학성분

각 강판의 화학성분은 OES (Optical Emission

Spectrometer), C/S 분석기, N/O 분석기로 측정하였다.

#### 5.2 조도 측정

각 강판의 조도를 측정하였고 Ra ( $\mu\text{m}$ ), Pc (/cm), PPI (/inch)의 인자들로 나타내었다.

#### 6. 데이터베이스 시트

한 강종에 대하여 측정한 각각의 분석결과는 한 장의 데이터 시트에 나타내었으며 그 결과를 그림 5에 나타내었다.

#### 7. 결론

자동차 차체 설계자 및 금형설계자들에게 강판 자체에 대하여 도움을 주고자 자동차용 강판의 물성 데이터베이스를 구축하였으며 그 범위는 mild steel 에서부터 450MPa 급 고장력강판이다.

시험항목은 다음과 같다.

- (1) FLD, LDH<sub>0</sub>, PSST, Erichsen 과 같은 직접성형시험.
- (2) 일축인장시험, 미세조직 및 경도, 조도 측정과 같은 간접성형시험.

향후 데이터베이스의 범위를 DP, TRIP, 신강종 강판 및 표면처리강판에 대하여 확대할 예정이다.

HYSCO 강종별 성형복성 및 화학조성 (By. 가공기술연구소)											PRINT																
재료정보	강종	H1300									화학조성	C	0.0072	Mn	0.2118	P	0.0027	S	0.0028	Si	0.0090	B	0.0000	N	0.0020		
	Sample No.											Si	0.0022	Al	0.0022	Cr	0.0022	Mo	0.0022	Co	0.0022	Ni	0.0022	Ca	0.0022		
	원료 Material											속성치	0.0022	Fe	0.0022	As	0.0022	Se	0.0022	Te	0.0022	Cu	0.0022	Pb	0.0022		
	두께(mm)	1.50										인장강도(σ <sub>TS</sub> )	0.0022	σ <sub>TS</sub> (MPa)	0.0022	σ <sub>0.2</sub> (MPa)	0.0022	σ <sub>0.01</sub> (MPa)	0.0022	σ <sub>0.001</sub> (MPa)	0.0022	σ <sub>0.0001</sub> (MPa)	0.0022	σ <sub>0.00001</sub> (MPa)	0.0022	σ <sub>0.000001</sub> (MPa)	0.0022
조성정보	최소Line속도(m/min)										기계적특성	항복	0.0022	항복	0.0022	항복	0.0022	항복	0.0022	항복	0.0022	항복	0.0022	항복	0.0022	항복	0.0022
	최대Line속도(m/min)											신장	0.0022	신장	0.0022	신장	0.0022	신장	0.0022	신장	0.0022	신장	0.0022	신장	0.0022	신장	0.0022
	사이드롤온도(°C)											연신	0.0022	연신	0.0022	연신	0.0022	연신	0.0022	연신	0.0022	연신	0.0022	연신	0.0022	연신	0.0022
	작업SS온도(°C)											파괴	0.0022	파괴	0.0022	파괴	0.0022	파괴	0.0022	파괴	0.0022	파괴	0.0022	파괴	0.0022	파괴	0.0022
시험결과	경도(HV)	104.60									시각결과	GRAPH & PHOTO															
	FLD <sub>y</sub> (%)	268.76										인장 곡선				FLD 곡선				조직사진 (100x)							
	LDH (mm)	264.47										[Graph: Tensile Curve]				[Graph: FLD Curve]				[Micrograph: 100x]							
	LPD (mm)	262.45										[Graph: Tensile Curve]				[Graph: FLD Curve]				[Micrograph: 100x]							
	TR (mm)	11.00										[Graph: Tensile Curve]				[Graph: FLD Curve]				[Micrograph: 100x]							
	비율비율	σ <sub>0.2</sub> (%)	σ <sub>0.01</sub> (%)	σ <sub>0.001</sub> (%)								[Graph: Tensile Curve]				[Graph: FLD Curve]				[Micrograph: 100x]							
	사이드롤속도											[Graph: Tensile Curve]				[Graph: FLD Curve]				[Micrograph: 100x]							
	속성치	1.00	1.00	1.00								[Graph: Tensile Curve]				[Graph: FLD Curve]				[Micrograph: 100x]							
	경도	1.00	1.00	1.00								[Graph: Tensile Curve]				[Graph: FLD Curve]				[Micrograph: 100x]							
	연장	1.00	1.00	1.00								[Graph: Tensile Curve]				[Graph: FLD Curve]				[Micrograph: 100x]							

Fig. 5 Example of database sheet.

### 참고문헌

1. 김영석, 김기수, "평면변형 장출실험기술의 개발," 대한기계학회논문집, Vol. 17, pp. 1132 - 1137, 1993.
2. 김영석, 하동호, 한수식, "다구치 직교배열을 이용한 평면변형률 장출실험용 금형의 최적설계," 대한기계학회논문집(A), Vol. 219, pp. 2073 - 2080, 1997.