고장력(SM570)강재의 재료특성에 관한 연구

A Study on the Materials Characteristics of High Tensile Strength Steel(SM570) Plates

임 성 우[1)] · 고 상 기[2)] · 하 동 우[3)] · 오 상 훈[3)] · 장 인 화[4)]
Im, Sung Woo Ko, Sang Ki Ha, Dong Woo Oh, Sang Hoon Chang, In Hwa

요 약 : 본 연구에서는 고장력 용접구조용 압연강재인 SM570을 건축구조용으로 사용하기 위해서 판두께에 따른 화학성분과 기계적 성질의 분포특성을 정량적으로 평가하였다. 또한 건축구조용 강재로 주로 사용되는 일반구조용 압연강재인 SS400과 용접구조용 압연강재인 SM490을 비교재로 사용해서 SM570 강재와 비교 평가하였다. 본 연구결과 모든 두께에서 SM570 강재의 화학성분, 탄소당량, 용접 갈라짐 감수성 조성과 항복강도, 인장강도, 연신률 및 충격강도는 한국산업규격을 만족하였다.

ABSTRACT : In this study, the chemical compositions and mechanical properties of high tensile strength steel plates in accordance with their thickness are quantitatively estimated, that are steel plates SM570 to be purposed to use in building structure. Test results of steel plates SM570 are compared with those of steel plates SS400 and steel plates SM490 mostly using building structure. It is found that chemical compositions, carbon equivalent, parameter of welding crack susceptibility, yield strength, tensile strength, elongation, and impact strength have satisfied the prescribed value in KS code for all case of thickness.

핵 심 용 어 : 기계적 성질, 인장시험, 화학성분, 항복강도, 인장강도
KEYWORDS : mechanical properties, tensile test, chemical compositions, yield strength, tensile strength

1. 서 론

강교량의 경우에는 광안대교, 영종대교, 방화대교 등 장대교량에서 주탑 및 보강형에 고장력강이 많은 부분 사용되고 있다. 건축구조물의 경우에도 종로타워빌딩에 국내 최초로 고장력 용접구조용 강재인 SM570이 적용되었으며, 진행중인 여러 프로젝트에서 고장력강의 사용을 적극적으로 검토하고 있다. 그러나 아직까지는 건축구조물에 고장력강의 적용실적이 미비한 실정이다. 여

1) 정회원, RIST 건축구조연구팀, 책임연구원
2) 정회원, RIST 건축구조연구팀, 위촉연구원
3) 정회원, RIST 건축구조연구팀, 선임연구원
4) 정회원, RIST 건축구조연구팀, 수석연구원

본 논문에 대한 토의를 2001년 6월 30일까지 학회로 보내주시면 토의 회답을 게재하겠습니다.

기에는 고장력강의 경제성 여부, 강구조 설계규준과의 부합성 여부, 용접시공의 경험부족, 원활한 강재공급의 불안감 등을 원인으로 꼽을 수 있다. 이중에서 고장력강의 경제성 평가에 대해서는 구조시스템에 따라서 다소 차이 있지만 일반강 대비 강재량이 15% 가량 절감되고 철골공사비는 5.0% 이상 줄일 수 있는 것으로 보고되고 있다[1]. 강구조 설계규준과의 부합성 여부는 강교량의 경우 많은 연구[2),3)]가 진행되고 있지만, 철골 건축물에 대한 연구는 미흡한 실정이다. 최근 국내의 몇몇 연구기관에서 포항제철에서 생산된 강재에 대한 밀시트를 이용해서 강재의 제성질에 대해서 통계적인 분석을 행하는 연구[4)~6)]를 수행하였다. 그러나 이들 연구의 대부분이 두께가 16㎜ 이상 40㎜ 이하인 강재를 대상으로 하고 있어서 고장력강의 주요 수요처인 후판재에 대한 자료가 부족하며, 화학성분의 경우도 5대 원소(C, Si, Mn, P, S)만을 밀시트에서 규정하고 있기 때문에 탄소당량이나 용접 갈라짐 감수성 조성 등을 정량적으로 평가하는 데에는 다소 무리가 있다.

본 연구에서는 초고층 철골조 건축물 및 장스팬 구조물에 사용요구가 높아지는 고장력 용접구조용 강재인 SM570을 대상으로 두께 7㎜에서 70㎜까지의 후판재에 대해서 판두께에 따른 화학성분 및 기계적 성질의 분포특성을 정량적으로 평가하여 SM570 강재의 재료적 특성에 관한 기본자료를 제시하고자 하였다. 또한 본 연구결과는 건축구조용 강재로 널리 사용되는 SS400과 SM490 강재의 인장실험결과와 비교하여 SM570 강재의 건축구조재로서의 특성을 분석하였다.

2. 소재 화학성분 시험

2.1 시험목적 및 방법

강재의 화학성분은 부재 제작시 발생되는 용접균열과 밀접한 관계가 있다. 본 연구에서는 화학성분분석을 통해서 부재 제작시 저온균열 및 라멜라테어링(lamellar tearing) 발생 가능성 여부를 판단하고자 한다. 강재의 화학성분은 KS D 0001 「강재의 검사통칙」에 의거해서 제품시료를 채취한 다음 KS D 1652 「철 및 강의 스파크 방전 원자방출 분광분석방법」에 따라서 화학성분을 분석하였다.

2.2 화학성분 시험결과

(1) 화학성분

화학성분 분석결과를 표 1에 나타내었다. 여기서 상단부는 한국산업규격을 나타낸다. 한국산업규격에서는 SM570 강재의 경우 두께가 100㎜ 이하인 강판에 대해서 5대 원소(C, Si, Mn, P, S)만을 규정하고 있다. 이중에서 C, Si, Mn의 함량은 용접시 저온균열과 연관이 있다. 한편 S의 함량은 라멜라테어링과 관련이 있다.

시험결과 판두께 차에 의한 화학성분의 차이가 거의 없으며, 모든 두께에서 한국산업규격에서 정하고 있는 제한치 이내에 있음을 알 수 있다.

표 1. 화학성분 분석결과 (단위 : %)

시험체명	C	Si	Mn	P	S	Cu	Al	Cr	Ni	Mo	V	Ti
KS 규격	≤0.18	≤0.55	≤1.60	≤0.035	≤0.035	-	-	-	-	-	-	-
SM57-07	0.130	0.342	1.25	0.018	0.005	0.018	0.027	0.026	0.087	0.068	0.040	0.0019
SM57-09	0.127	0.312	1.27	0.021	0.006	0.014	0.031	0.026	0.095	0.056	0.042	0.0026
SM57-12	0.132	0.309	1.27	0.016	0.006	0.027	0.054	0.021	0.100	0.052	0.034	0.0021
SM57-16	0.135	0.314	1.27	0.021	0.006	0.014	0.031	0.026	0.096	0.056	0.042	0.0026
SM57-19	0.123	0.305	1.28	0.014	0.006	0.036	0.038	0.017	0.106	0.068	0.039	0.0024
SM57-25	0.121	0.280	1.37	0.017	0.005	0.017	0.028	0.025	0.148	0.108	0.036	0.0018
SM57-45	0.150	0.301	1.38	0.014	0.006	0.009	0.044	0.014	0.125	0.124	0.039	0.0018
SM57-70	0.100	0.318	1.37	0.016	0.006	0.160	0.027	0.086	0.150	0.140	0.041	0.0150

(2) 탄소당량 및 용접 갈라짐 감수성 조성

시험강재의 화학성분 시험 결과에 따라 탄소당량(C_{eq})과 용접 갈라짐 감수성 조성(P_{cm})을 검토한 결과를 그림 1과 표 2에 나타내었다. 시험결과 모든 두께에서 한국산업규격에서 정하고 있는 제한치 이내에 있음을 알 수 있다.

용접부가 200℃ 이하로 냉각된 후에 열영향부에서 발생되는 저온균열은 수소, 잔류응력, 미세조직 등에 영향을 받는다. 여기서 모재의 미세조직과 직접적인 관련이 있는 화학성분은 탄소당량 또는 용접 갈라짐 감수성 조성 등으로 저온균열의 발생을 예측할 수 있다. 이때 탄소당량과 용접 갈라짐 감수성 조성은 소재의 특성치로 낮을수록 저온균열이 발생될 가능성이 적어진다. 한편 수소량과 관련되는 저온균열은 저수소계 용접봉 사용 및 예열온도 준수를 통해서 피할 수 있다. 이때 예열온도는 경사 y형 용접균열시험과 용접 열영향부의 최고경도시험 등을 통해서 산정 할 수 있다.

따라서 화학성분상으로는 SM570 강재에서 저온균열 발생가능성이 매우 낮음을 알 수 있다.

(3) 라멜라테어링

후판재를 용접할 때에 용착금속이 냉각되면서 발생한 수축응력이 강판의 두께방향으로 작용하여 두께방향의 개재물 층을 따라 균열이 발생되는 라멜라테어링은 MnS의 편석에 의해서 또는 설계·시공상 구조적으로 발생될 수 있다. MnS

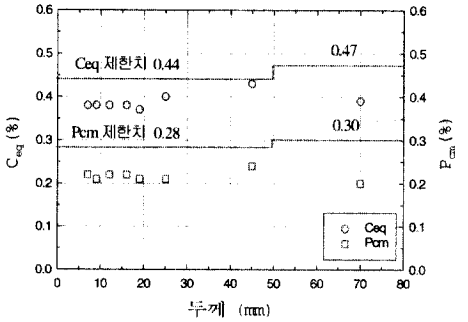

그림 1. 강재두께에 따른 탄소당량 및 용접 갈라짐 감수성 조성

표 2. 탄소당량 및 용접 갈라짐 감수성 조성

시험체명	탄소당량 (%)	용접 갈라짐 감수성 조성 (%)
KS 규격	t≤50㎜:0.44 50㎜ <t≤100㎜:0.47	t≤50㎜:0.28 50㎜ <t≤100㎜:0.30
SM57-07	0.38	0.22
SM57-09	0.38	0.21
SM57-12	0.38	0.22
SM57-16	0.38	0.22
SM57-19	0.37	0.21
SM57-25	0.40	0.21
SM57-45	0.43	0.24
SM57-70	0.39	0.20

편석과 직접적인 연관관계가 있는 S의 함량은 기준치의 1/10수준으로 Z35등급에 해당된다.

$$C_{eq} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Si}{24} + \frac{Ni}{40} + \frac{Cr}{5} + \frac{Mo}{4} + \frac{V}{14}$$

$$P_{cm} = C + \frac{Si}{30} + \frac{Mn}{20} + \frac{Cu}{20} + \frac{Ni}{60} + \frac{Cr}{20} + \frac{Mo}{15} + \frac{V}{10} + 5B$$

3. 소재충격시험

3.1 시험목적 및 방법

강재에서 항복응력보다 낮은 응력하에서 소성변형없이 파단이 발생되는 취성파괴는 구조물의 안전성과 밀접한 관계가 있다. 따라서 취성파괴를 방지하기 위해서는 취성파괴가 발생될 수 있는 조건을 피하거나 사용조건에 적합한 인성을 갖는 강재를 선정할 필요가 있다.

압연방향인 L방향과 압연직각방향인 C방향 및 두께방향인 Z방향에서 KS B 0809 「금속재료 충격시험편」에 규정되어진 4호 시험체를 채취한 다음 KS B 8010 「금속재료 충격시험방법」에 따라서 샤르피 충격시험기로 충격흡수에너지를 구하였다.

3.2 충격시험결과

강재의 두께에 따른 충격 흡수에너지의 변화를 그림 2와 표 3에 나타내었다. 모든 두께와 방향에서 한국산업규격에서 정하고 있는 -5℃에서 샤르피 흡수에너지인 47J을 상회하고 있다.

표 3. 소재 충격시험 결과 (평균값)

시험체명	결 과 값 (J)				
	-60℃	-40℃	-20℃	-5℃	+20℃
KS 규격	-	-	-	47이상	-
SM57-25-L-t/2	208.1	159.8	241.5	265.8	240.2
SM57-25-C-t/2	29.9	71.5	127.5	124.3	165.5
SM57-25-L-t/4	91.3	96.7	114.3	190.4	171.1
SM57-25-C-t/4	154.5	151.3	248.0	246.2	283.9
SM57-45-L-t/2	98.3	126.0	165.1	186.2	216.7
SM57-45-C-t/2	101.1	280.8	239.0	292.2	337.9
SM57-45-L-t/4	139.0	266.3	264.6	288.0	296.4
SM57-45-C-t/4	32.6	76.4	116.4	141.9	164.7
SM57-70-L-t/2	9.6	32.3	71.9	153.6	202.5
SM57-70-C-t/2	57.2	80.4	90.1	247.5	229.1
SM57-70-L-t/4	38.6	124.2	113.8	235.4	188.6
SM57-70-C-t/4	154.5	151.3	248.0	246.2	238.9
SM57-70-Z	6.5	9.6	24.6	53.4	82.6

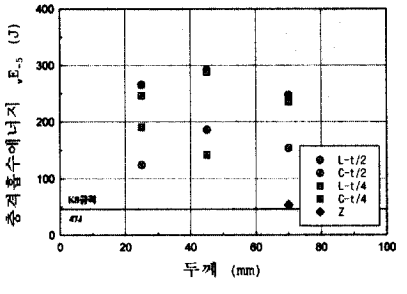

그림 2. 강재두께와 충격치의 관계

4. 소재 인장시험

4.1 시험목적 및 방법

고장력강을 건축구조물에 사용하기 위해서는 일차적으로 강재의 설계기준값과 이에 따른 항복비 및 연성 등에 관한 자료를 제시하여야 한다. SM570 강재의 기계적 성질을 평가하기 위하여 인장시험을 실시하였다. 또한 고장력강의 특성을 파악하기 위하여 일반구조용 압연강재 SS400과 용접구조용 압연강재 SM490에 대해서도 같은 시험을 실시하였다.

KS D 0801 「금속재료 인장 시험편」에 규정되어진 1A호, 4호 및 5호 인장시험체는 강판의 두께별로 압연방향(L) 및 압연직각방향(C)에서 채취하였다. 표 4에 시험조건과 시험편수를 표시하였으며, 표 5에 한국산업규격 KS D 3503과 KS D 3515에서 정하고 있는 항복점, 인장강도, 연신률을 나타내었다.

4.2 인장시험 결과

SM570 강재의 L방향 응력-변형도 관계를 그림 3에서 그림 8까지 나타내었다. 그림 7의 전체적인 변형률 값이 다른 시험편에 비하여 저하되어 있는 것은 gage가 실험 중에 끊어져서 변형률이 마치 다른 시험체에 비해서 작게 나온 것처럼 보이는 것이다. 그리고 표 6에서 표 8에 인장시험결과를 요약하였다. 이때 시험체명에서 첫 번째는 강재의 종류(SS40, SM49, SM57), 두 번째

표 4. 시험종류 및 시험편수

구분	시험조건	판 두 께 (㎜)																				계
		SS400						SM490						SM570								
		7	9	12	19	25	36	7	9	12	19	25	36	7	9	12	16	19	25	45*	70*	
인장시험	L 방향	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	56
	C 방향	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	2	2	2	2	4	4	20
소 계		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	6	6	6	6	6	6	8	8	76

(주) SM570 45㎜와 70㎜는 단면방향 t/2와 t/4에서 각각 2개씩 채취하였음.

표 5. 구조용 강재의 항복점, 인장강도 및 연신률

종류의 기 호	항복점 N/㎟ (kgf/㎟)						인장강도 N/㎟ (kgf/㎟)		연 신 률		
	강재의 두께 (㎜)								강재의 두께 (㎜)	시험편	%
	16이하	16초과 40이하	40초과 75이하	75초과 100이하	100초과 160이하	160초과 200이하	100이하	100초과 200이하			
SS400	245 (25) 이상	235 (24) 이상	215(22)이상				400~510 (41~52)		5초과 16이하	1A호	17 이상
									16초과 50이하	1A호	21 이상
SM490A	325 (33) 이상	315 (32) 이상	295 (30) 이상	295 (30) 이상	285 (29) 이상	275 (28) 이상	490~610 (50~62)		5초과 16이하	1A호	17 이상
									16초과 50이하	1A호	21 이상
SM570	460 (47) 이상	450 (46) 이상	430 (44) 이상	420 (43) 이상	-	-	570~720 (58~73)	-	16이하	5호	19이상
									16초과	5호	26이상
									20초과	4호	20이상

표 6. SS400 인장시험 결과

시험체명	σ_y		σ_u	EL (%)	YR
	상위	하위			
SS40-07-L-t	294.48	273.24	373.74	32.13	73.13
SS40-09-L-t	292.19	273.96	358.46	31.13	76.42
SS40-12-L-t	380.30	359.41	477.19	24.95	75.31
SS40-19-L-t	273.01	258.50	411.56	32.41	62.81
SS40-25-L-t	277.63	266.54	432.09	32.84	61.69
SS40-36-L-t	268.02	251.54	414.27	34.26	60.72

(주) σ_y : 항복응력도 (MPa)
σ_u : 인장강도 (MPa)
EL : 연신률 (%)
YR : 항복비 ($=(\sigma_y/\sigma_u)\times 100$, %)

표 7. SM490 인장시험 결과

시험체명	σ_y		σ_u	EL (%)	YR
	상위	하위			
SM49-07-L-t	381.76	362.41	508.18	25.58	71.31
SM49-09-L-t	394.77	375.19	534.92	25.03	70.14
SM49-12-L-t	410.93	385.75	541.43	24.92	71.25
SM49-19-L-t	318.41	307.21	492.87	29.49	62.33
SM49-25-L-t	391.23	363.24	526.28	28.75	69.02
SM49-36-L-t	409.43	380.60	547.13	29.19	69.56

표 8. SM570 인장시험 결과

시험체명	σ_y		σ_u	EL (%)	YR
	상위	하위			
SM57-07-L-t	591.44	547.84	623.50	27.59	87.87
SM57-09-L-t	616.96	596.55	673.10	28.47	88.63
SM57-12-L-t	552.34	547.48	638.04	31.38	85.81
SM57-16-L-t	618.89	613.10	688.45	34.06	89.06
SM57-19-L-t	569.52	547.96	638.50	37.96	85.79
SM57-25-L-t	590.06	586.80	682.75	26.38	85.93
SM57-45-L-t/2	482.30	481.02	597.77	31.77	80.47
SM57-45-C-t/2	472.42	467.96	593.09	28.11	78.90
SM57-45-L-t/4	501.55	497.69	611.50	29.75	81.39
SM57-45-C-t/4	491.26	489.34	607.52	29.83	80.54
SM57-70-L-t/2	455.98	455.33	586.71	27.65	77.61
SM57-70-C-t/2	475.10	467.31	595.80	29.07	78.43
SM57-70-L-t/4	473.26	470.00	597.11	31.12	78.71
SM57-70-C-t/4	480.18	478.85	599.87	29.71	79.83

는 강재의 두께, 세 번째는 시험편의 방향(L, C), 네 번째는 시험편 채취 위치(t, t/2, t/4)를 나타낸다.

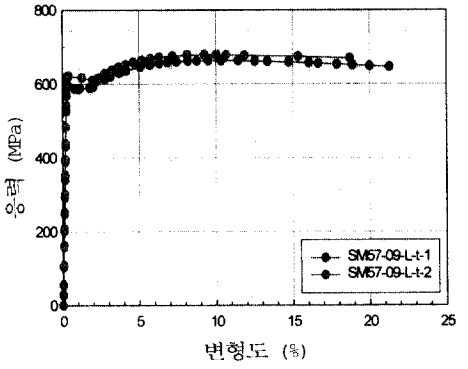

그림 3. SM57-09-L-t 시험체의 응력-변형도 관계

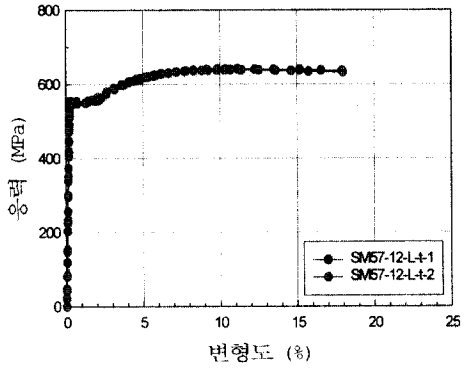

그림 4. SM57-12-L-t 시험체의 응력-변형도 관계

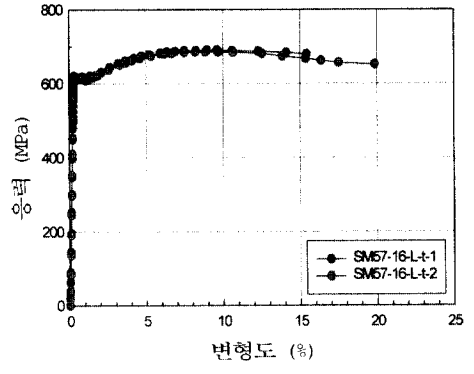

그림 5. SM57-16-L-t 시험체의 응력-변형도 관계

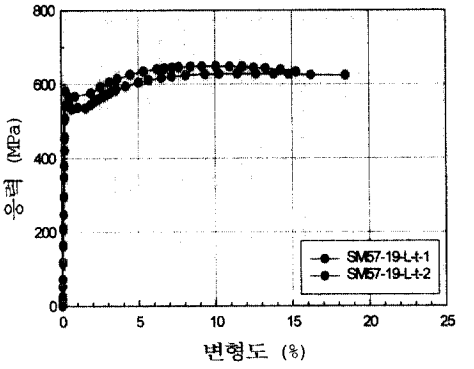

그림 6. SM57-19-L-t 시험체의 응력-변형도 관계

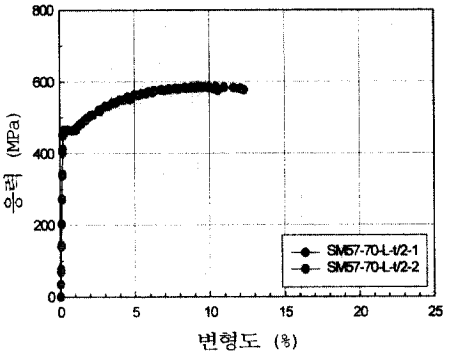

그림 7. SM57-70-L-t/2 시험체의 응력-변형도

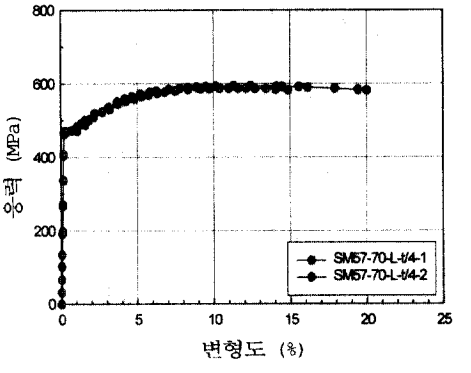

그림 8. SM57-70-L-t/4 시험체의 응력-변형도

4.3 인장시험 결과 고찰

(1) 상관관계

판두께에 따른 항복강도와 인장강도, 항복비, 연신률 분포와 각 특성간의 상관관계를 정량적으로 분석한 결과를 그림 9에서 그림 14에 나타내었다. 이때 직선회귀식은 최소자승법을 이용하여 구하였다.

그림 9는 각 강재의 두께별로 항복강도를 표시한 것으로 두께가 증가할수록 항복강도가 감소하는 경향을 보이고 있다. 그러나 모든 두께에서 SM570 강재의 설계기준강도인 400Mpa을 상회하고 있으며, 한국산업규격에서 규정하고 있는 각 두께별 항복강도를 만족하고 있다.

SM570 강재의 평균항복강도는 539.02Mpa이나, 강재의 두께가 두꺼워짐에 따라서 항복강도가 500MPa이하로 떨어지고 있다. 이것의 원인은 소재의 미세조직과 연관이 있다. 그림 10의 미크로 조직사진을 비교해 보면 25㎜의 경우 표면과 중앙부의 조직은 차이가 없이 미세하게 분포하고 있지만, 70㎜의 경우는 표면조직은 25㎜의 조직과 거의 비슷하나 중앙부에서 조직은 조대해짐을 알 수 있다.

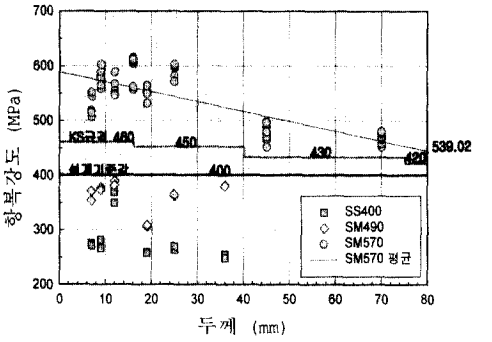

그림 9. 항복강도와 두께의 관계

강재의 두께에 따른 인장강도의 변화를 그림 11에 나타내었다. SM570 강재의 경우 한국산업규격에서 규정하고 있는 각 두께별 인장강도 범위에 모두 분포하고 있음을 알 수 있다. 여기서 SM570 강재 시험체의 평균인장강도는 629.83MPa이다.

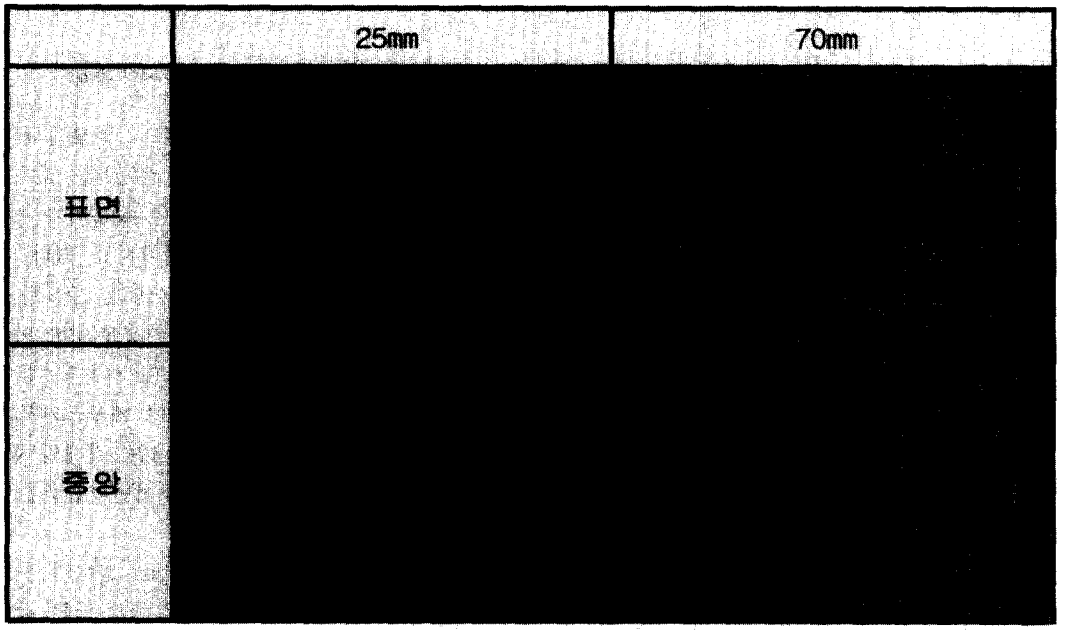

그림 10. SM570 강재의 미크로 조직 사진

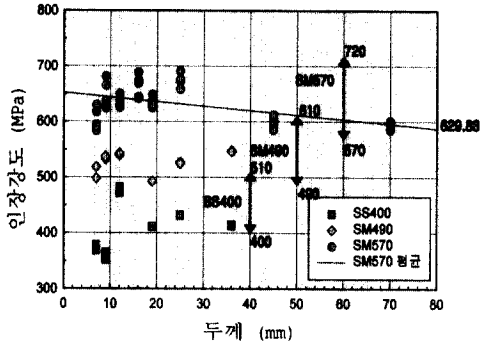

그림 11. 인장강도와 두께의 관계

그림 12에 각 강재의 두께별로 항복비를 표시하였다. 항복비는 항복강도에 대한 인장강도의 비로 항복후 최대 인장력에 이를 때까지의 여유응력 및 소성변형능력과 관련이 있다. 실험결과 강재의 강도가 높아질수록 항복비가 높아지는 경향을 보이고 있다.

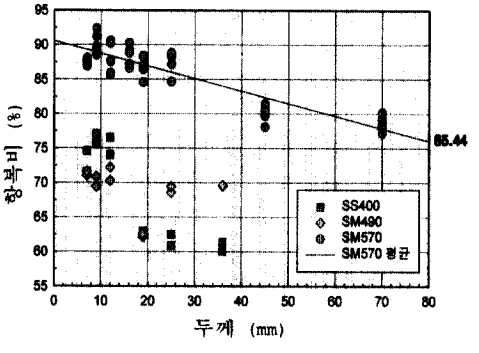

그림 12. 항복비와 두께의 관계

그림 13에 각 시험체의 항복강도와 인장강도를 표시하여 항복비의 관계를 나타내었다. 각 강재의 평균항복비는 SS400 강재의 경우는 0.683, SM490 강재는 0.689, SM570 강재는 0.854이다. SS400과 SM490 강재의 경우 항복비가 거의 비슷한 수준이지만 SM570 강재의 경우 타 강재에 비해 항복비가 19%정도 높게 형성되고 있다.

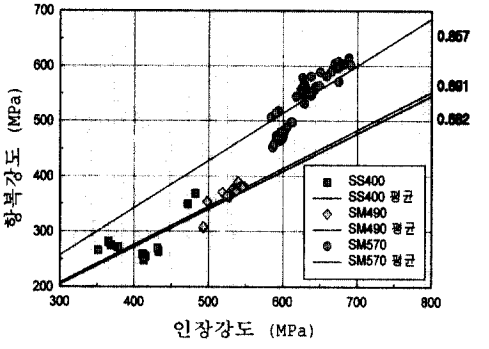

그림 13. 항복강도와 인장강도의 관계

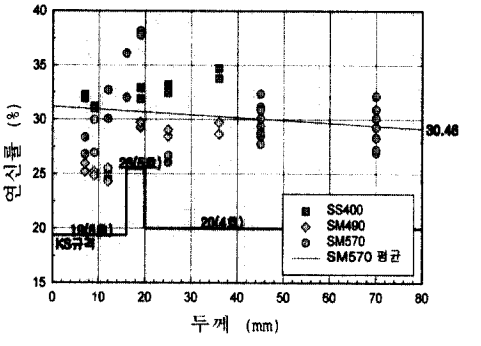

그림 14. 연신률과 두께의 관계

두께에 따른 항복비의 추이를 살펴보면 t<25에서는 항복비가 0.9 이상으로 큰 값을 보이고 있으나, 두께가 증가함에 따라서 항복비가 낮아져 t>45에서는 0.8 수준으로 떨어지고 있다. 평균 항복비가 0.854인 SM570 강재의 주요한 사용부위가 큰 축력을 받는 하부기둥부재가 되므로, SM570 강재가 건축구조용으로 사용될 경우 두꺼운 후판재로 사용될 가능성이 매우 높다. 따라서 기둥재로 사용될 경우 SM570 강재의 항복비는 0.8 수준이므로 충분한 소성변형능력을 발휘할 수 있음을 알 수 있다.

그림 14에 각 강재의 두께별로 연신률을 표시하였다. 한국산업규격에서 규정하고 있는 각 두께별 연신률 제한을 모든 시험체들이 만족하고 있

다. SM570 강재의 평균 연신률은 30.46%로 건축구조용 강재에서 요구하는 20%를 초과하고 있다.

(2) 정규분포

작은 표본수로 정규분포결과를 검토하기에는 다소 부족한 점이 있지만 SM570 강재의 제성질에 대한 분산정도를 확인하여, 강재 생산업체에게는 분산폭이 작은 강재 생산을 유도하며, 구조설계자에게는 SM570 강재를 이용한 구조설계시 확신감을 주기 위해서 정규분포처리를 수행하였다. 그림 15~22에 SM570 강재의 항복강도, 인장강도, 항복비, 연실률에 대한 히스토그램과 정규분포곡선을 나타내었으며, 비교재로서 SS400 강재와 SM490 강재의 분석결과도 함께 도시하였다. 고층건축물에서 고강도강은 후판사용이 많으므로 SM570 강재의 경우 두께별로 25㎜이하의 강판재와 40㎜이상의 강판재로 나누어 추가적으로 나타내었다. 또한 이들 값의 평균치와 표준편차를 표 7에 정리하였다. SM570 강재의 경우 ( )은 KS D 3515에서 규정하고 있는 4호와 5호 인장시험편으로 시험한 시험체수와 연신률을 표시한 것이다.

항복강도와 인장강도의 정규분포곡선을 비교해 보면 SM570 강재에 비해서 SS400 강재와 SM490 강재의 표본수가 작아서 다소 신뢰성이 떨어지지만 SM490 강재의 분산폭이 가장 낮게 나타났으며, SM570 강재의 항복강도의 분산폭이 크게 나타났다.

표 9. 기계적 성질의 평균과 표준편차

구분	표본수	값	YS MPa	TS MPa	YR (%)	EL (%)
SS 400	12	최대	369.22	482.24	77.11	34.72
		최소	248.22	351.72	60.07	24.48
SM 490	12	최대	389.85	548.00	72.22	29.73
		최소	306.00	492.74	62.10	24.29
SM 570	52 (28)	최대	614.76	690.81	92.38	(38.16)
		최소	452.38	583.73	77.21	(26.08)

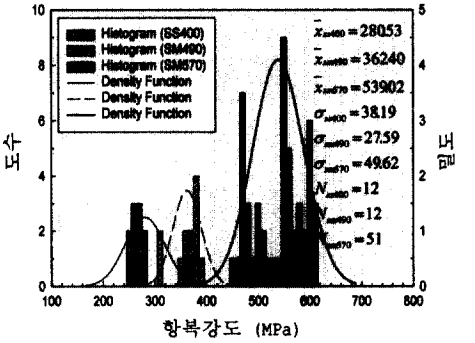

그림 15. 항복강도의 정규분포곡선

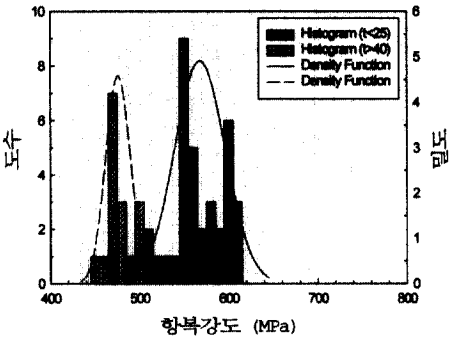

그림 16. SM570 강재의 두께별 항복강도 분포

그림 22에서 볼 수 있듯이 SM570 강재의 경우 평균항복강도인 539.02MPa을 기준으로 해서 68% 분포내에 포함되는 분산폭이 ±50MPa로 최소공칭항복강도인 420MPa을 상회하고 있다. 이것으로 보아 SM570 강재의 항복강도 하한치 뿐만 아니라 상한치 규정이 필요하다. 항복비의 경우에는 SM570과 SM490은 분포양상이 동일하나 SS400은 분산의 폭이 크게 나타났다. 연신률에 있어서는 분산의 폭이 SS400, SM570, SM490 순으로 나타났다.

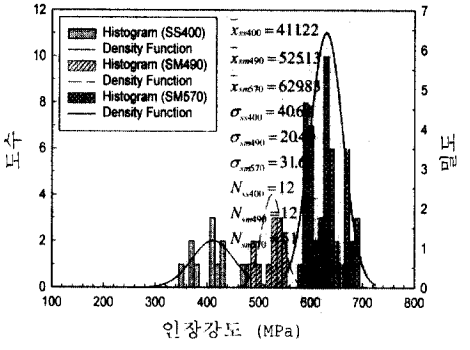

그림 17. 인장강도의 정규분포곡선

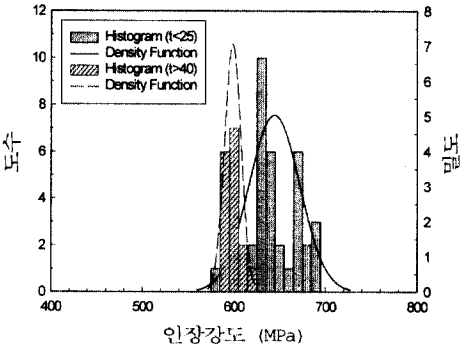

그림 18. SM570 강재의 두께별 인장강도 분포

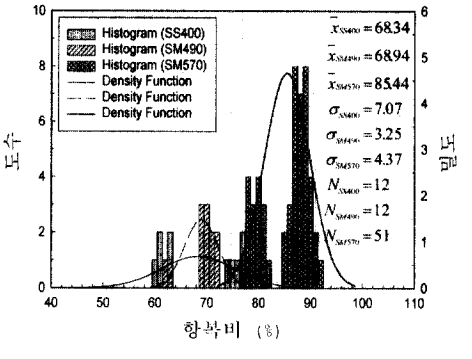

그림 19. 항복비의 정규분포곡선

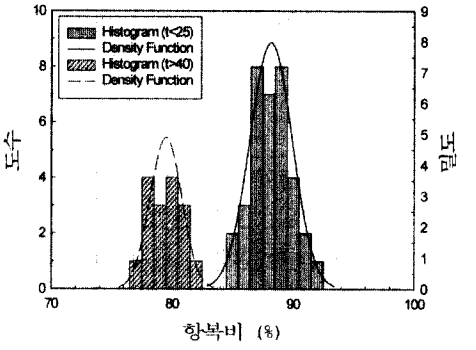

그림 20. SM570 강재의 두께별 항복비 분포

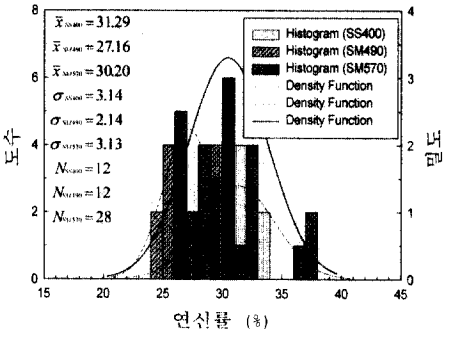

그림 21. 연신률의 정규분포곡선

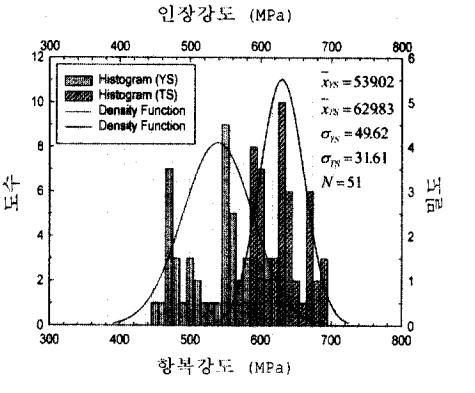

그림 22. SM570 강재의 항복강도와 인장강도의 정규분포곡선

5. 결 론

이상의 시험에서 얻어진 결과를 정리하면 다음과 같이 요약할 수 있다.

1) 모든 두께에서 SM570 강재의 화학성분과 기계적 성질은 한국산업규격에서 규정하고 있는 기준값을 만족하고 있다.
2) SM570 강재의 경우 압하비가 높은 25㎜이하의 강재와 40㎜이상의 강재의 조직차이가 나타난다. 이로 인해서 SM570 강재의 항복비는 두께가 25㎜ 이하에서는 0.9 이상을 보이나, 두께가 증가함에 따라서 항복비가 낮아져 두께가 45㎜ 이상에서는 0.8 수준으로 떨어지고 있다.
3) 건축분야에서 고강도강이 주로 사용될 것으로 예상되는 40㎜이상 SM570 강재의 기계적 성질의 분산폭은 25㎜이하의 강재에 비해서 작게 나타나고 있다.
4) 강구조 설계시 기준이 되는 SM570 강재의 기준설계값과 항복강도 및 인장강도는 강구조 설계기준을 만족하고 있다. 그러나 SM570 강재의 강구조물 적용이 활성화되기 위해서는 소재차원의 기계적 특성뿐만 아니라 용접특성 그리고 부재차원의 평가가 필요하다.

참 고 문 헌

1. 임성우, 장인화, "고장력강의 경제성 평가", RIST 연구논문, 제13권, 제2호, 1999, pp. 127~132
2. 길홍배, "영종대교에서의 조질 고장력강(SM570)의 적용", 강구조 기술세미나, 한구강구조학회, 1997
3. 이종관, "고장력강의 교량적용에 관해", 한국강구조학회지, 제10권, 2호, 1998, pp. 39~48
4. 김종락, 김성배, 박양희, 정웅기, "용접구조용 압연강재의 제성질에 관한 통계적 연구 - SM490 A, B, C 강재의 제성질", 한구강구조학회 학술발표논문집, 1999, pp. 52~59
5. 김종락, 김성배, 박양희, 정웅기, "SS400 고로 강판재와 전기로 H형강재의 제성질에 관한 통계적 연구", 한구강구조학회 학술발표논문집, 2000, pp. 157~162
6. 장동일, 경갑수, 홍성욱, "고강도 용접구조용 강재의 화학성분 및 기계적 성질에 대한 통계적 분석", 한구강구조학회 학술발표논문집, 2000, pp. 139~148

(접수일자 : 2000년 8월 4일)