

새로운 고성능 건축구조용 강재의 소개 -SM570TMC 강재를 중심으로-



임성우
포항산업과학연구원
강구조연구소 책임연구원

1. 머릿말

2000년대를 전후로 해서 타워 팰리스 등 주상복합아파트와 인천국제공항 등 많은 상업건축물이 철골조로 준공되었다. 그러나 2008년 올림픽 개최를 앞둔 중국의 건설경기 붐으로 인한 강재의 수급 문제 발생과 고강도 콘크리트의 급격한 기술개발로 인해서 불과 1-2년 사이에 철골조 건축물 시장이 대폭 축소하였다. 이에 대한 타개책의 일환으로 새로운 고성능 건축구조용 강재의 개발이 요구되고 있다.

국내 철골조 건축물의 주요 구조부재로 사용되는 강재를 살펴보면 SM490 강재와 SM490TMC 강재 및 SM520TMC 강재가 있다. 그러나 신 행정도시 청사와 같이 특별한 구조 안정성이 요구되는 공공 건축물에 SM490 강재를 적용하기에는 다소 미흡한 점이 있고, SM490TMC 강재와 SM520TMC 강재를 부산 제 2 롯데 등과 같은 초고층 건축물에 적용하기에는 효율성이 다소 부족하다.

최근 SM490 강재와 설계기준강도는 같지만 구조 안정성을 향상시킨 SN 강재와, SM520TMC 강재보다 설계기준강도 값이 더 높은 SM570TMC 강재가 개발되었다. SN 강재는 일본에서 1994년 6월 1일 JIS G 3136으로 고시된 이래 사용량이 꾸준히 증가하여 현재는 후판 사용량 중 65%를 차지하고 있다. 국내에서도 SN 강재는 1999년 KS D 3861로 고시되었고, 2004년 3월 27일 건설교통부 제 2004-70호로 공고되었다. SN 강재에 대해서는 일본에서 많은 사용 실적이 있기 때문에 자세한 언급은 다음 기회에 하기로 하고, 본 논고에서는 지금까지 국내에 전혀 소개되지 않은 SM570TMC 강재에 대해서 간단히 소개하고자 한다. 특히 SM570TMC 강재가 기존의 건축구조용 강재와는 어떤 점에서 차이가 있는가에 대해서 실험결과와 함께 그 특성을 요약하였다.

2. 건축구조용 SM570TMC 강재

2.1 SM570TMC 강재의 개요

한국리서치에서 수행한 학계, 구조설계사, 시공사 등 500명의 전문가를 대상으로 신강종에 대한 니즈분석 및 요구성능에 관한 앙케이트 조사보고서에 의하면, 앙케이트에 응답한 많은 전문가들이 기존 강재보다 설계기준강도가 높으면서 40t를 초과해도 설계기준강도의 저감이 필요 없고 시공이 용이한 강재를 우선적으로 요구하였다. 이러한 요구사항에 부응해서 3차례에 걸친 POSCO의 자체 시제품 평가를 통해서 2002년 4월 개발된 강재가 SM570TMC 강재이다. 그후 SM570TMC 강재는 RIST 강구조연구소와 한국강구조학회의 2차에 걸친 평가 및 2003년 11월 28일 한국강구조학회 자문회의를 거쳐 건축구조물에 적용성이 확인되었다. SM570TMC 강재는 2004년 하반기부터 시행될 '건축물의 구조기준 등에 관한 규칙'과 함께 '건축물의 구조설계기준'에 건설교통부 중앙건축위원회 심의를 거쳐 반영될 예정이다.

SM570TMC 강재는 일본 건설대신 일반인정을 받은 SA440 강재를 벤치마킹해서 개발되었기 때문에 설계기준강도가 SA440 강재와 동일하게 4.5 t/cm²(SI 단위로 환산하면 440MPa)이며, 40t를 초과하여도 설계기준강도의 저감이 필요없다. 다만 SM570TMC 강재의 최소 인장강도가 570MPa인데 반하여 SA440 강재의 최소 인장강도가 590MPa이기 때문에 항복비 상한치가 SA440 강재는 0.8이고, SM570TMC 강재는 0.85이다. 이것은 강지진이 발생하는 일본에 비하여 지진 강도 및 횡수가 약한 국내의 특성을 강재에 반영한 결과이기도 하다. 그 대신 충격값에서 건축구조용 SM570TMC 강재가 SA440 강재보다 훨씬 높은 값을 보증한다.

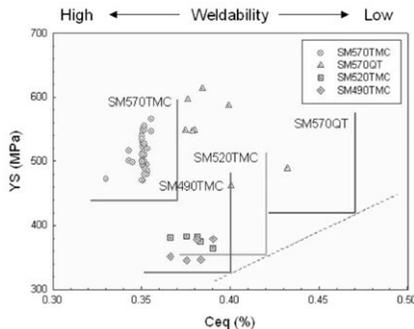
또한 용접성과 밀접한 관련이 있는 탄소당량을 살펴보면 상한치가 SA440 강재는 SM570QT 강재와 동일하게 50mm 이하에서는 0.44%이고 50mm 초과 시에는 0.47%이지만, 건축구조용 SM570TMC 강재는 두께에 무관하게 0.37% 이다. 이 값은 용접성이 우수하다고 알려진 기존의 SM490TMC 강재와 SM520TMC 강재의 탄소당량의 상한치가 50mm 이하에서 각각 0.38%와 0.40% 이고, 50mm를 초과할 경우에는 각각 0.40%와 0.42%인 점과 비교해 보아도 매우 낮은 값이다. 따라서 건축구조용 SM570TMC 강재는 SA440 강재보다는 항복비가 다소 높지만, 시공성이 훨씬 우수한 강재이다. <표 1>에 SM570TMC 강재의 물성을 요약하였다.

<표 1> 물성 비교

		SM570QT	SM570TMC	SA440B	SA440C
두께(mm)		6~80	6~80	19~100	19~100
기계적 성질	YS(MPa)	420/-	440/-	440/540	440/540
	TS(MPa)	570/720	570/720	590/740	590/740
	Fy(MPa)	420	440	440	440
	YR(%)	-	≤85	≤80	≤80
	EL(%)	≥20(4호) ≥25(5호)			
	충격(J)	vE-5≥47	vE-5≥100	vE-5≥47	vE-5≥47
	RAz(%)	-	≥25	-	≥25
화학 성분	Ceq ≤50	≤0,44	≤0,37	≤0,44	≤0,44
	(%) >50	≤0,47	≤0,37	≤0,47	≤0,47
	Pc ≤50	≤0,28	≤0,15	≤0,28	≤0,28
	m(%) >50	≤0,30	≤0,15	≤0,30	≤0,30

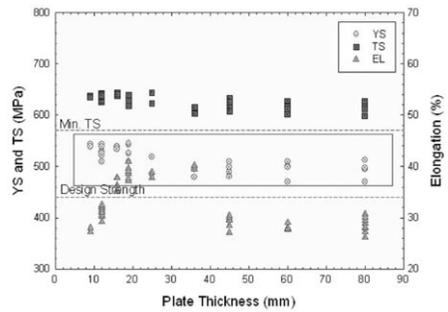
2.2 SM570TMC 강재 성능

일반적으로 강재의 항복강도가 증가하면 <그림 1>에서 보듯이 탄소당량이 높아진다. 그런데 건축구조용 SM570TMC 강재는 항복강도가 다른 강종에 비해서 높은데도 불구하고, 탄소당량이 매우 낮아 기존의 건축구조용 강재에 비해서 시공성이 매우 우수하다.



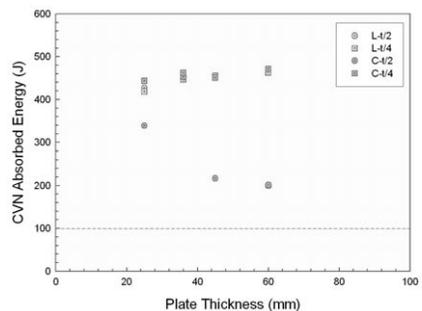
<그림 1> 강종별 탄소당량과 항복강도의 관계

건축구조용 SM570TMC 강재의 두께에 따른 항복강도와 인장강도 및 연신률의 변화를 <그림 2>에 나타내었다. 일반구조용 강재의 경우는 두께가 증가할수록 항복강도와 인장강도가 감소하는데 반하여, 건축구조용 SM570TMC 강재는 두께에 무관하게 일정한 값을 유지하고 있다. 따라서 40mm를 초과하는 경우에도 설계기준강도의 저감없이 사용이 가능함을 알 수 있다.



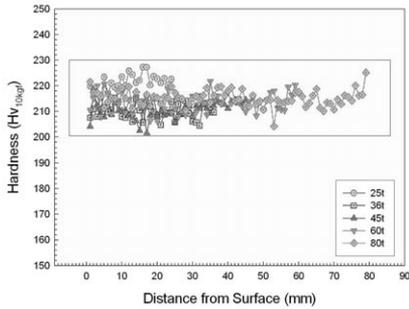
<그림 2> 두께에 따른 강도 및 연신률의 변화

건축구조용 SM570TMC 강재의 두께에 따른 -5°C에서의 충격 흡수에너지의 변화를 <그림 3>에 나타내었다. 최소 충격 흡수에너지가 기존 강재의 2배 이상인 200J로 나타났다.



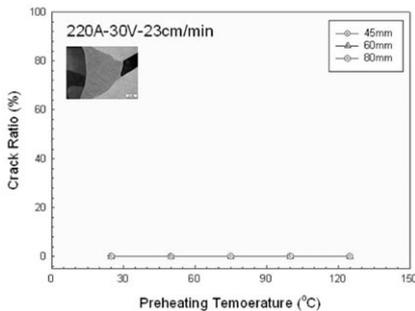
<그림 3> 두께에 따른 충격 흡수에너지의 변화

일반적으로 강재는 두께가 증가할수록 두께방향으로 경도 차이가 크게 나타나서 라메라테어가 발생할 가능성이 커진다. 그러나 <그림 4>에서 볼 수 있듯이 건축구조용 SM570TMC 강재의 경우 두께가 증가해도 두께방향으로 경도 차이가 거의 발생하지 않고 있다. 따라서 건축구조용 SM570TMC 강재의 라메라테어 발생 가능성이 매우 낮다.



〈그림 4〉 두께별 두께방향 경도분포

건축구조용 SM570TMC 강재의 한계예열온도를 평가하기 위해서 FCAW 용접을 한 다음 y-groove 용접균열시험을 실시하였다. 〈그림 5〉에서 볼 수 있듯이 건축구조용 SM570TMC 강재의 낮은 탄소당량으로 인해서 균열이 전혀 발생되지 않았다. 따라서 두께에 무관하게 전혀 예열이 필요 없음을 알 수 있다.



〈그림 5〉 FCAW 용접시 예열온도와 균열율의 관계

3. 맺음말

건축구조용 SM570TMC 강재의 특성을 요약하면, 설계기준강도가 4.5 t/cm²(SI 단위로 환산하면 440MPa압)이고, 40mm를 초과하는 경우에도 설계기준강도의 저감이 필요 없으며, 항복비가 85.0% 이하이고, 두께방향 단면수축률이 25% 이상이며, 두께방향으로의 경도 차이가 거의 없고, -5°C 충격인성이 100J 이상인 매우 성능이 우수한 강재이다. 또한 기존 건축구조용 강재보다 항복강도가 높은데도 불구하고 탄소당량은 기존 건축구조용 강재보다 매우 낮아서 시공성도 탁월한 강재이다.

블로그 [Blog]

웹(web) 로그(log)의 줄임말로, 1997년 미국에서 처음 등장하였다. 새로 올리는 글이 맨 위로 올라가는 일지(日誌) 형식으로 되어 있어 이름이 붙었다. 일반인들이 자신의 관심사에 따라 일기·칼럼·기사 등을 자유롭게 올릴 수 있을 뿐 아니라, 개인출판·개인방송·커뮤니티까지 다양한 형태를 취하는 일종의 1인 미디어이다. 웹 게시판, 개인 홈페이지, 컴퓨터 기능이 혼합되어 있고, 소프트웨어를 무료 또는 싼 가격에 구입할 수 있으며, 인터넷 홈페이지 제작과 관련된 지식이 없어도 자신의 공간을 만들 수 있다는 장점이 있다. 즉 블로그 페이지만 있으면, 누구나 텍스트 또는 그래픽 방식을 이용해 자신의 의견이나 이야기를 올릴 수 있고, 디지털카메라를 이용해 사진 자료를 올릴 수 있는 새로운 개념의 미디어이다. 미국에서는 이미 일반화되어 있으며, 한국에서도 갈수록 사이트가 늘어나고 있는데, 기술적·상업적인 제약 없이 누구나 자신의 생각을 사이트에 올려 다른 사람들과 공유할 수 있는 특성 때문에 기존의 언론을 보완할 수 있는 대안언론으로서도 주목을 받고 있다.

유비쿼터스 [Ubiquitous]

미국에서 98년 개발되었으며, 신체 신진대사에 이용되는 포도당 유사물질과 양전자를 방출하는 방사성동위원소를 결합시킨 약물을 주사해 전신 대사과정을 촬영해 검사할 수 있는 장비이다. 암의 조기발견, 전이 여부에 대한 판별, 정확한 병변 위치를 기존보다 정확하고 빠르게 판단할 수 있게 한다. 그러나 임신부, 밀폐공포증 환자, 병적 비만, 조절 능력이 떨어지는 당뇨병자 등은 검사가 어렵다. 참고로 정밀진단을 위하여 폐결핵이나 골절에는 일반 X선촬영이, 위암이나 궤양에는 위투시검사가, 대장염이나 궤양에는 대장조영촬영법이, 모든 질병이나 척추질환에는 방사선을 이용하는 CT(컴퓨터단층촬영)가, 뇌질환이나 퇴행성 척추질환에는 자석의 자기장을 이용하는 MRI(자기공명영상법)가, 혈관폐쇄에는 혈관조영술이 주로 사용된다.

타카야수 동맥염 [Takayasu's arteritis]

타카야수 동맥염은 대동맥과 그 주분지들을 침범하는 원인 미상의 만성 염증성 질환으로 1908년 일본의 안과의사인 타카야수에 의해 처음 알려졌다. 동맥의 염증으로 인해 점차 동맥이 좁아지며 폐쇄된다. 초기에는 발열, 식욕부진, 체중감소, 침한, 관절통, 흉막 동통, 피로 등의 전신적 염증을 시사하는 증상을 나타내게 된다. 젊은 여성에서 말초 맥박이 약하거나 만져지지 않고, 양측 혈압에 차이가 있는 경우 이 질환을 의심해야 할 것이다. 진단은 동맥 조영술을 통해 쉽게 확진 될 수 있으며, 치료는 부신피질 호르몬이 일차적으로 사용되고 수술 적응이 되면 수술도 시행할 수 있다.

〈강석규 소장 / 상원구조 / swsec@chol.com〉