

# 고강도 철근의 표준화 현황



류경임

소재·나노표준과장  
02-609-7274  
girhyu@mkego.kr

## 1. 고강도 철근의 적용 현황

고강도 철근은 일반적으로 항복강도를 기준으로 500MPa 이상의 철근을 말한다. 2000년대 초반 SD500이 개발되어 상용화 된 이후, 그 사용량은 점차 증대되고 있다.

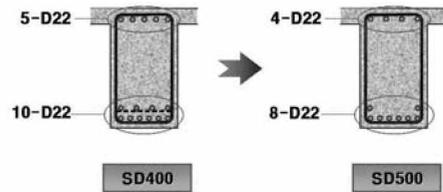


그림 1. SD500 적용 사례-보 주근(대한주택공사)

표1. 철근 강종별 생산 실적(2001~2008)

(단위 : %)

구분	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008 (8개월)
SD300	32.2	26.4	22.4	13.7	15.9	15.2	13.2	11.9
SD400	67.8	73.2	76.7	85.1	82.6	81.9	83.3	83.1
SD500	0	0.5	0.8	1.2	1.5	2.9	3.5	5.1

대한주택공사에서 2008년 하반기부터 SD500을 전면적용하기로 함에 따라 건설업계에 많은 영향을 미쳐 SD500의 사용은 급속히 확대될 것으로 보인다.

이러한 SD500의 적용으로 철근량 소요량을 20% 정도 줄일 수 있어 연간 1,000억원(연간 10만호 기준) 정도의 건설원가가 절감될 수 있을 것으로 예상하고 있다.

또한, 철근 배근량 감소로 배근간격이 늘어나 콘크리트 공사가 쉬워지고 구조체의 품질이 향상될과 동시에 공사기간이 단축되는 등의 부가적인 효과도 얻을 수 있다.

이에 따라, 업계에서는 주택공사의 SD500 철근 활용이 활성화되는 시점으로부터 철근 콘크리트조의 일반 민영아파트 뿐만 아니라 SOC 등 토목공사로 확산되어 점차 대형화, 고층화되어 가는 구조물을 중심으로 고강도 재료가 본격 사용될 것으로 예상하고 있다.

## 2. 고강도 철근의 연구개발 동향

SD500 이상의 고강도 철근 개발을 위해 정부와

관련업계는 2004년부터 산업기술개발과제로서 “차세대 초대형 구조물용 강재개발” 연구를 수행하고 있다. 이 연구를 통하여 철근 항복강도 600MPa 이상인 SD600, 700MPa 이상인 SD700이 개발되었고, 800MPa 이상인 SD800의 개발이 진행 중이다.

개발된 SD600과 SD700의 경우는 인장강도, 항복강도, 연신율, 굽힘성 등의 물성을 만족하고 있으며, 동 제품의 KS 표시인증을 위하여 2007년에 KSD 3504(철근 콘크리트용 봉강)을 개정함으로써 표준화 기반을 확립하였다.

표 2. SD600, SD700의 물성시험 결과

구분	인장강도 R(MPa)	항복강도 (MPa)	연신율 (%)	항복비 (%)	굽힘성 (degree)	
<b>목표</b>	<b>710이상</b>	<b>600이상</b>	<b>10이상</b>	<b>-</b>	<b>90</b>	
SD (600)	D10	764~796	630~681	16~20	84	OK
	D13	763~786	618~638	11~13	81	OK
	D22	805~805	678~682	11~13	84	OK
<b>목표</b>	<b>800이상</b>	<b>690이상</b>	<b>10이상</b>	<b>-</b>	<b>90</b>	
SD (700)	D10	801~884	680~780	12~16	84	OK
	D13	832~856	675~718	10~11	84	OK
	D16	837~841	704~705	11	84	OK
	D22	834~870	703~719	13	83	OK
	D25	848~853	706~709	16~18	83	OK

SD800급 고강도 철근의 경우에는 인장강도와 항복강도는 목표 불성치(항복강도 800MPa 이상)를 만족하였으나, 굽힘성능을 만족하지 못하고 있어 이를 개선하기 위해 노력하고 있다. (현대제철, 2008.12. ‘고강도 철근 활용확대 및 철근 가공 표준화 방안’ 세미나 자료)

### 3. 해외 각국의 철근 표준화 현황

철근 콘크리트 공사에 사용되는 철근에 대한 일반적인 물성은 KS D 3504의 규정에 따르도록 규정되어 있다.

철근 항복강도에 대한 각국의 현황을 살펴보면 아래와 같다.

표 3. 국내외 철근 항복강도 표준화 현황

KS D 3504		JIS G 3112		BS 4449		ASTM A615	
호칭	항복강도 (MPa)	호칭	항복강도 (MPa)	호칭	항복강도 (MPa)	호칭	항복강도 (MPa)
SD300	300 이상	SD235A	235 이상			Grade10	280 이상
		SD235B	235~390				
SD360	360 이상	SD345	345~440				
SD400	400 이상	SD390	390~510			Grade60	420 이상
SD500	500 이상	SD490	490~625	B500A B500B B500C	485~650	Grade75	520 이상
SD600	600 이상						
SD700	690 이상						

JIS에서는 SD490까지 규정하고 있으며, 각 철근 항복강도 상한치를 규정하고 있다. 또한 SD590, SD685, SD785 등의 고강도 철근에 대해서는 JIS에서 규정하고 있지 않지만, 대신인정제도(건축구조재 전반에 걸친 비표준화 사재에 대한 일본의 품질성능인정제도)를 활용하여 사용되고 있다.

BS 4449에서는 항복강도 500MPa 이상의 철근만 규정되어 있으며, 인장강도/항복강도의 비에 따라 500A(1.05), 500B(1.08), 500C(≥1.15, 1.35)로 구분하고 있다.

KS에서는 ASTM처럼 일본, 영국과는 달리 철근의 항복강도에 대한 상한치를 규정하고 있지 않지만, SD600과 SD700에 대한 품질기준이 규정되어 있다. 이는 앞서 설명한 “차세대 초대형 구조물용 강재개발” 과제를 통하여 개발된 연구 성과를 반영한 결과이다.

### 4. 문제점

앞서 설명한 바와 같이 KS D 3504에서는 고강도 철근인 SD600과 SD700에 대하여 규정하고

있음에도 불구하고 현재 SD600과 SD700이 건설현장에 적용되지 못하고 있는데 이는 국내의 콘크리트 구조설계기준과 부합되지 못한 결과이다.

표4. 국내의 콘크리트 구조설계기준에서 철근 항복강도 상한치

구분	국내		Eurocode 2 (Design of concrete structures- General rules for buildings)	ACI 318 (Building Code Requirements for Structural Concrete)
	콘크리트 구조설계 기준	도로교 설계기준		
항복강도 세한(%)	550이하	400이하	400~600	560이하

현재 국내의 철근콘크리트 구조설계기준에서 사용가능한 철근의 최대항복강도를 대략 550<sub>MPa</sub>로 정한 이유는 철근 콘크리트구조물이 철근과 콘크리트라는 별도의 재료로 구성되는 복합체라는 특성 때문이다. 즉 콘크리트는 압축력에는 강한 반면에 인장력에는 약한 특성을 갖고 있기 때문에, 이를 보완하기 위하여 철근이 사용되며, 콘크리트 능력에 비해 과도한 능력을 지니는 철근을 사용하는 것은 구조물 전체의 안정성 확보에 불세점을 야기할 수 있게 된다.

다시 말해 철근 콘크리트 부재에서 철근의 항복강도가 과도하게 큰 경우 외부에서 예상치 못한 큰 하중이 작용하게 되면 인장부문은 철근에 의해 유지되지만, 콘크리트가 압축응력을 감당하지 못해 순간적으로 부재가 파괴되는 현상이 발생할 수 있기 때문이다.

즉, 구조물의 안전성 측면에서 취성파괴(구조물이 어느 순간 갑자기 붕괴)를 방지하고 연성파괴(구조물이 서서히 붕괴)를 유도하기 위해서는 현재의 철근콘크리트 구조설계 개념에서 철근의 항복강도에 따른 변형률이 콘크리트의 극한변형률 이하가 되도록 유지해야만 되기 때문이다.

이처럼 현재의 콘크리트 구조물 설계개념에서는 SD600이상의 고강도 철근을 사용하는 것은 불가능하다.

## 5. 향후 추진 방향

철근의 항복강도는 구조물의 안전에 매우 중요한 영향을 미치는 사항이다. 따라서 구조물 안전성을 확보하기 위해 KS D 3504에 철근의 강종에 따른 항복강도 상한값 및 철근 개개의 강종표시 방안을 마련해야 한다.

또한, KS에 규정된 SD600 이상의 고강도 철근의 활용을 위해서는 콘크리트 구조설계기준과의 기준 통일이 선결되어야 하며, 철근 항복강도 600<sub>MPa</sub> 이상의 고강도 철근의 활용을 위해서는 다음과 같은 사항에 대한 검증이 필요하다.

- ① 설계기준의 설계개념 분제 : 높은 항복강도를 가지는 철근을 사용하는 경우 연성거동은 확보하는 설계가 가능한가?
- ② 설계기준 설계 수식의 적용 문제 : 기존 설계 수식(강도해석, 정착길이 등)의 입력값인 철근 항복강도  $f_y$ 에 고강도 철근의 높은 항복강도를 입력해도 좋은가?
- ③ 설계기준 철근상세 규정의 적용 문제 : 철근상세 관련 규정(각종 철근을 배치할 때의 최대 허용간격, 피복두께, 겹침이음길이 등)을 고강도 철근에 대해서도 적용할 수 있는가?

고강도 철근을 사용하기 위해서는 철근콘크리트 설계의 기본개념 반쪽어부 및 설계 수식의 적용가능성을 충분히 검토해야 하며, 장기적으로 고강도재료(설계기준강도 100<sub>MPa</sub> 이상의 콘크리트, 항복강도 600<sub>MPa</sub> 이상의 철근)를 활용한 별도의 고강도 철근콘크리트 구조설계기준의 개발이 필요함과 동시에 국토해양부와 협력을 통해 기술기준과 KS 표준의 부합화가 선행되어야 할 것이다.