

고강도 모르타르 충전식 철근이음의 구조성능에 관한 실험연구

김형기^{1)*} · 안병익²⁾ · 남재현³⁾ · 박복만⁴⁾

¹⁾삼성건설 기술연구소 ²⁾건양대학교 건축공학과 ³⁾대전대학교 건축공학과 ⁴⁾명지대학교 건축공학과

(2001년 5월 18일 원고접수, 2001년 8월 29일 심사완료)

Structural Performance of High Strength Grout-Filled Splice Sleeve System

Hyong-kee Kim^{1)*}, Byung-ik Ahn²⁾, Jae-hyun Nam³⁾, and Bok-man Park⁴⁾

¹⁾ Institute of Technology, Samsung Engineering & Construction, Yongin, 449-900, Korea

²⁾ Dept. of Architectural Engineering, Konyang University, Nonsan, 320-711, Korea

³⁾ Dept. of Architectural Engineering, Taejon University, Taejon, 300-716, Korea

⁴⁾ Dept. of Architectural Engineering, Myongji University, Yongin, 449-728, Korea

(Received on May 18, 2001, Revised on August 29, 2001)

ABSTRACT

Among many connection methods of reinforcing bar, the grout-filled splice sleeve system is very effective method of precast concrete construction due to its superior construction efficiency, such as large allowable limit to arrangement of reinforcing bars, good application of large sized reinforcing bars.

In this study, totally 20 full-sized specimens were made and tested under monotonic and cyclic loading in order to extend the usage range of grout-filled splice sleeve system. The experimental variables adopted in this study are size of reinforcing bars embedded in upper and lower part of sleeve and compressive strength of filled mortar etc. After test was performed, the results were compared and analyzed with respect to previous test of author. Following main conclusions are obtained : 1) The structural performance of splice sleeve system is improved with increasing compressive strength of filled mortar. And also it was verified that the splice sleeve system with over 700 kgf/cm² mortar compressive strength and over 6.5d development length of reinforcing bar retains the structural performance of over A class(AIJ Criteria). 2) In the case of using different size of reinforcing bars embedded in upper and lower part of sleeve, the result show that splice sleeve matching with large sized reinforcing bar must be used. And also up to 2 level smaller size of reinforcing bar compared to large reinforcing bar embedded in sleeve can be used.

Keywords : high strength grout-filled splice sleeve system, compressive strength of filled mortar, development length, structural performance

1. 서 론

여러가지 철근이음 방법중에서 고강도 모르타르 충전식 철근이음은 철근위치의 오차를 쉽게 흡수하여 시공이 용이하고 최근에 많이 사용되고 있는 대구경 철근에 대해서도 적용성이 양호하기 때문에 프리캐스트 공법의 철근이음 방법으로 매우 유효한 수단이 된다. 또한 이 철근이음 방법은 부재간의 접합이 단순 명쾌하고 철근에 열이나 외력과 같은 이차 응력을 발생시키지 않고도 철근의 종류, 형상에 관계없이 확실한 이음이 확보되고 이음부의 시공은 모르타르 충전만으로 기후에 관계없이 시공이 가능하며 안정된 품질확보와 작업인력의 최소화가 가능하다.

따라서 최근에 국내에서도 모르타르 충전식 철근이음에 사용되는 스플라이스 슬리브를 개발하여 구조성능을 확인하였고^{1~3)} 상기 시스템을 적용하는 현장이 증가하고 있다.

그런데 모르타르 충전식 철근이음법을 현장에 적용함에 있어서 철근이음 위치에서 철근직경이 상이한 경우가 발생할 수 있다. 그러나 기존의 실험연구에서는 이 부분에 대한 적절한 구조성능 평가는 아직도 없는 상태이다. 이에 본 연구에서는 모르타르 충전식 철근이음법의 적용범위를 보다 확장하기 위하여 슬리브에 매입되는 상하 철근 직경이 상이한 경우에 대한 구조성능을 확인하고자 한다.

한편 기존 실험에서 주로 구조성능이 확인된 충전 모르타르 강도는 800 kgf/cm² 이상으로 다소 안전측에 있다고 판단이 된다. 이에 본 연구에서는 충전 모르타르 강도를 700 kgf/cm²대로 낮춘 경우에 대한 구조성능을 확인하여 보다 합리적인 충전식 철근이음 설계를 위한 자료를 제

* Corresponding author

Tel : 031-289-6783 Fax : 031-289-6768

E-mail : hyongkee@samsung.co.kr

공하고자 한다.

2. 실험

2.1 시험체 계획

본 연구에서 고려한 실험변수를 정리하면 다음과 같다.

- 1) 슬리브 종류 (D19, D25, D32, D38 철근용)
- 2) 슬리브 양단에 매입되는 철근직경의 차이
- 3) 모르타르 종류 (D, S 모르타르)
- 4) 재하 방법(단조가력, 반복가력)

이상과 같이 실험변수로 Table 1과 같이 총 20개의 시험체를 실험크기로 제작하였다.

또한 상기와 같이 실험변수를 채택한 이유는 다음과 같다.

- 1) 슬리브 종류 : 현재 4종류의 규격으로 개발된 슬리브에 대해서 실험을 실시하였다.
- 2) 슬리브 양단에 매입된 철근직경의 차이 : 슬리브 양단에 매입되는 철근의 직경이 동일한 경우는 물론이고 상이한 경우에 대한 슬리브 이음의 구조성능을 평가하기 위해 D19용 슬리브 협구쪽에 D16철근을 D25, D32, D38용 슬리브 이음의 경우는 두단계 낮은 철근을 매입하였다.
- 3) 모르타르 종류 : 슬리브 충전 모르타르로서 현재 국내에서 개발된 모르타르 2종류를 실험변수로 채택하였다.
- 4) 재하방법 : 본 실험의 재하방법은 일본건축학회(이하, AIJ) 철근이음 성능 판정기준^{4,5)}에 따라 단조가력, 탄소성 반복가력을 실시하였다.

여기서 모든 시험체의 슬리브내에 매입되는 철근길이는 슬리브 광구쪽 철근직경의 6.5배로 하였다. 대표적인 시험체 형상은 Fig. 1과 같다.

2.2 시험체 제작

시험체의 모르타르 충전은 슬리브의 모르타르 충전상황이 현장과 동일한 조건이 되기 위해 슬리브 고정용 장치를 제작하여 슬리브를 수직으로 세운 상태에서 슬리브 하부 주입구를 통하여 충전하는 방식을 사용하였다. 고강도 무수축 모르타르에 있어서 물/모르타르의 배합비는 D 모르타르 15%, S 모르타르 16%로 배합하여 타설하였다.

2.3 재료의 역학적 특성

2.3.1 철근

본 실험의 철근은 SD40을 사용하였다. D16, D19, D25, D32, D38에 대한 인장강도 시험결과는 Table 2와 같다.

2.3.2 스플라이스 슬리브

슬리브의 인장강도 시험결과는 Table 3과 같다.

Table 1 Specimen lists

No.	Specimen	Kind of sleeve	Test parameter		
			Dia. of rebar	Kind of mortar	Loading pattern
1	1919DM	SD19	D19+D19	D	M
2	1919DC		D19+D19	D	C
3	1919SC		D19+D19	S	C
4	1916DM		D19+D16	D	M
5	1916DC		D19+D16	D	C
6	2525DM	SD25	D25+D25	D	M
7	2525DC		D25+D25	D	C
8	2525SC		D25+D25	S	C
9	2519DM		D25+D19	D	M
10	2519DC		D25+D19	D	C
11	3232DM	SD32	D32+D32	D	M
12	3232DC		D32+D32	D	C
13	3232SC		D32+D32	S	C
14	3225DM		D32+D25	D	M
15	3225DC		D32+D25	D	C
16	3838DM	SD38	D38+D38	D	M
17	3838DC		D38+D38	D	C
18	3838SC		D38+D38	S	C
19	3832DM		D38+D32	D	M
20	3832DC		D38+D32	D	C

* Note :

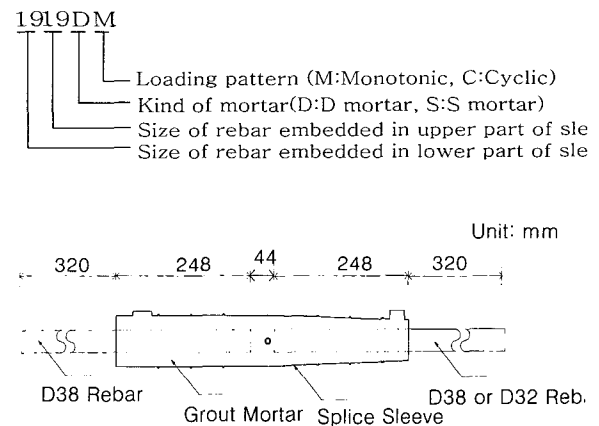


Fig. 1 Typical test specimen

Table 2 Mechanical properties of reinforcing bars

Size of reinforcing bar	Yield strength (kgf/cm ²)	Tensile strength (kgf/cm ²)	Elongation ratio (%)
D16	4,408	6,281	22.4
D19	4,402	6,417	20.9
D25	3,980	5,941	20.8
D32	4,011	5,837	24.7
D38	4,574	6,662	24.2

Table 3 Mechanical properties of splice sleeve

Yield strength (kgf/cm ²)	Tensile strength (kgf/cm ²)	Elongation ratio (%)
3,960	5,320	15

2.3.3 고강도 그라우트 모르타르

본 실험에서 사용한 고강도 무수축 충전 모르타르의 압축강도 시험결과는 Table 4와 같다. 본 시험에서는 5cm × 5cm × 5cm의 정육면체 공시체를 제작하여 실시하였다.

2.4 가력 및 측정방법

2.4.1 가력방법

본 실험은 250 t 만능시험기를 이용하여 실시하였으며, 시험체를 Fig. 2와 같이 설치하여 가력하였다. 슬리브 이음부분의 변형량은 Fig. 2에 나타내고 있는 것처럼 AIJ 철근이음 성능 판정기준에 따라 슬리브 상하의 단부에서 20 mm 떨어진 철근위치에 설치한 측정장치 사이에서 변위계를 이용하여 측정하였다. Fig. 2에서 L_0 는 슬리브의 길이, L 는 양단부에 각각 20 mm을 더한 슬리브 이음의 상대변위 측정거리이다.

가력스케줄은 AIJ 철근이음 성능 판정기준에 따라 단조 가력인 경우는 Fig. 3과 같이 시험체의 접합철근기준으로 $0.95f_{yo}$ (철근의 설계기준항복강도)의 인장응력이 작용할 때까지 점증적으로 하중을 가하여 1회 제하 후 인장력을 다시 점증적으로 가하여 시험체를 파괴시켰다.

또한 반복가력인 경우는 Fig. 4와 같이 시험체의 단성 범위에서는 시험체의 접합철근 기준으로 인장측에서 $0.95f_{yo}$, 압축측에서는 $-0.5f_{yo}$ 응력이 시험체에 작용하도록 20회 반복하였다. 계속해서 소성범위에서는 인장측에서 $2\epsilon_y$ (ϵ_y 는 시험체 항복변형률)까지 가력한 후 압축측에서 $-0.5f_{yo}$ 응력이 작용하도록 4회 반복하였다. 이어서 $5\epsilon_y$ 까지 가력하는 경우에도 상기와 동일한 방법으로 하고 최종적으로 인장력을 가하여 파괴시켰다.

2.4.2 측정 방법

본 실험에서는 각 단계별로 다음과 같은 항목을 측정하여 기록하였다.

- 1) 시험체에 가한 하중
- 2) 시험체의 변위측정거리간 상대변위

2.5 실험 결과

Table 5에 실험결과를 나타내었고 Fig. 5~9에 대표적인 시험체의 응력과 변형률의 관계를 나타내었다. 여기서 시험체 응력(f)과 변형률(ϵ)는 다음과 같이 구하였다.

$$f = P/A_{st} \quad (1)$$

여기서 f 는 응력 (tonf/cm^2), P 는 시험체에 가한 하중 (tonf), A_{st} 는 철근의 공칭 단면적 (cm^2)으로 슬리브에 매입되는 철근직경이 상이한 경우는 가는 철근의 공칭 단면적

을 사용하였다.

$$\epsilon = \Delta/L \times 100 \quad (2)$$

여기서 ϵ 는 변형률(%), Δ 는 시험체 변위측정거리간에서 늘어난 길이(mm), L 는 시험체의 변위측정거리(mm).

Table 4 Compressive strengths of grout mortar

Kind of mortar	4 days (kgf/cm ²)	7 days (kgf/cm ²)	28 days (kgf/cm ²)
D mortar	542	680	716
S mortar	635	739	797

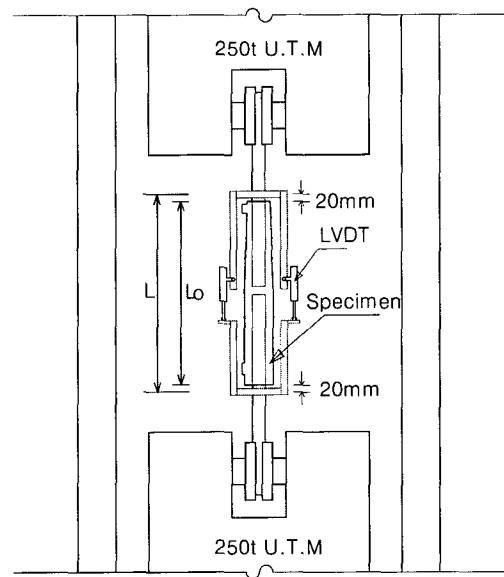


Fig. 2 Specimen setup

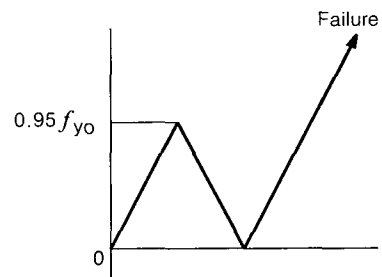


Fig. 3 Monotonic loading schedule

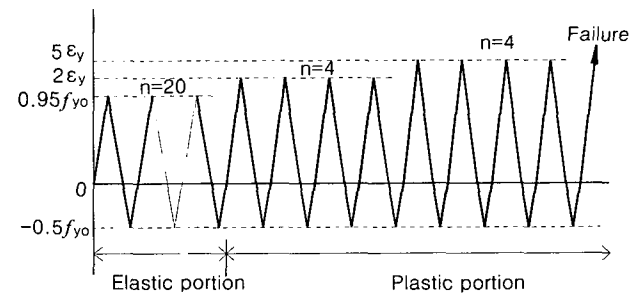


Fig. 4 Cyclic loading schedule

또한 Fig. 5~9에서 f_{yo} 는 철근의 설계기준항복강도, f_{bo} 는 철근의 인장강도, f_b 는 시험체의 최대 인장강도를 나타낸다. 그리고 Fig. 10에서 철근이 파단된 시험체 상황을 나타내었다.

Table 5 Result of test

Specimen	Maximum strength (tonf/cm ²)	Failure mode
1919DM	6.50	Fracture of D19 sized rebar
1919DC	6.29	
1919SC	6.59	
1916DM	6.50	Fracture of D16 sized rebar
1916DC	6.17	
2525DM	6.06	Fracture of D25 sized rebar
2525DC	5.90	
2525SC	5.94	
2519DM	6.63	Fracture of D19 sized rebar
2519DC	6.60	
3232DM	5.86	Fracture of D32 sized rebar
3232DC	5.91	
3232SC	5.88	
3225DM	6.03	Fracture of D25 sized rebar
3225DC	5.95	
3838DM	6.58	Fracture of D38 sized rebar
3838DC	6.64	
3838SC	6.34	
3832DM	5.91	Fracture of D32 sized rebar
3832DC	5.89	

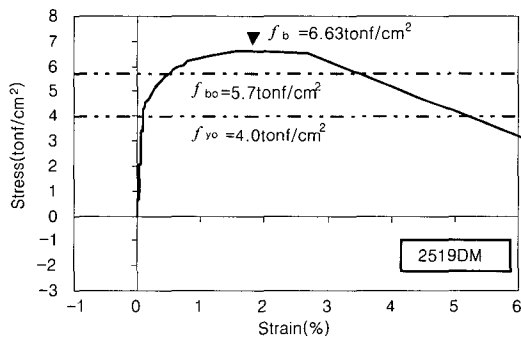


Fig. 5 Measured stress-strain relationship for specimen 2519DM

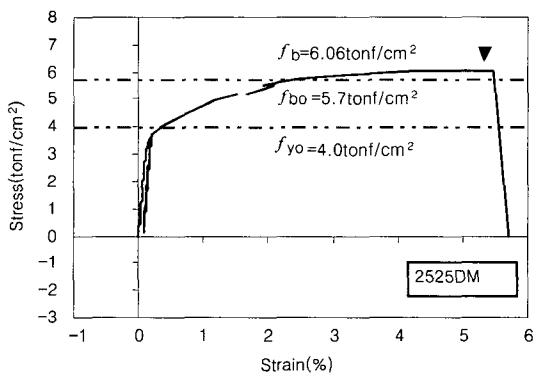


Fig. 6 Measured stress-strain relationship for specimen 2525DM

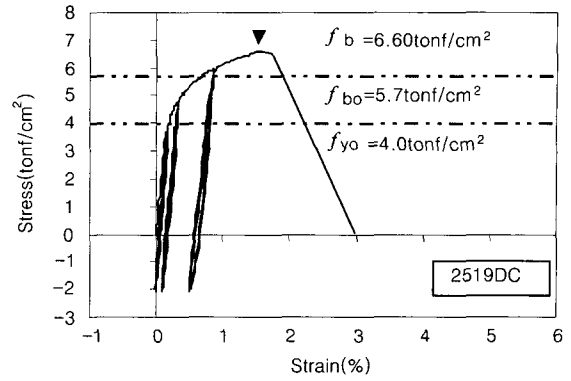


Fig. 7 Measured stress-strain relationship for specimen 2519DC

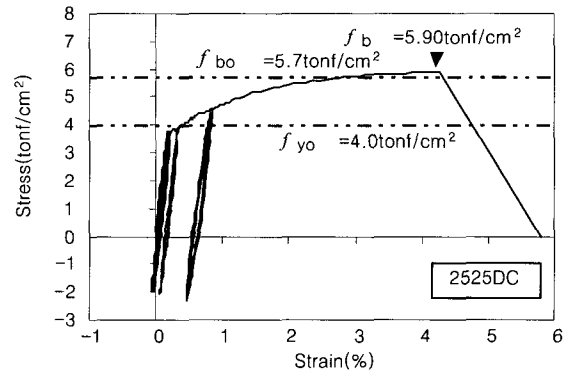


Fig. 8 Measured stress-strain relationship for specimen 2525DC

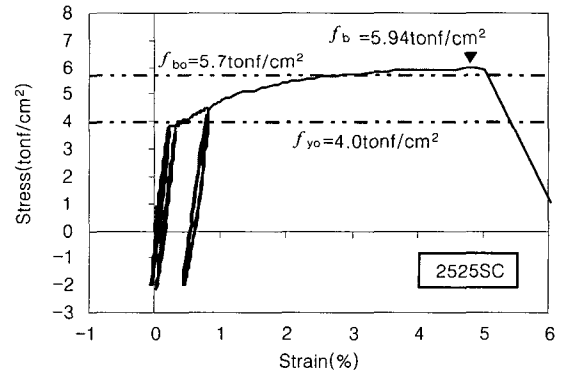


Fig. 9 Measured stress-strain relationship for specimen 2525SC

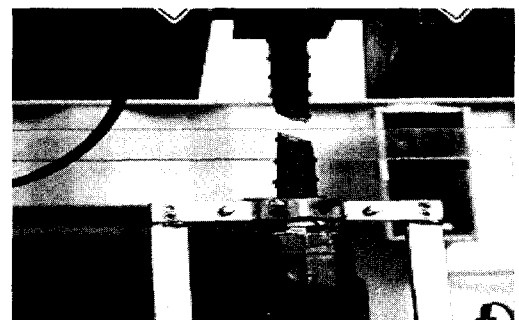


Fig. 10 Fracture of rebar (Specimen 3838DM)

2.5.1 단조가력인 경우

단조가력인 8개의 모든 시험체는 압축강도가 700 kgf/cm² 대인 D 모르타르를 충전한 것으로 철근직경, 상하간 매입 철근의 차이에 관계없이 모든 시험체는 철근파단에 의해 최종파괴가 일어났고 각 시험체의 최대강도는 철근의 인장강도(f_{bo})를 초과하였다. 그리고 각 시험체는 하중 증가와 함께 강성이 점차 저하하는 경향을 보였고 철근의 설계기준항복강도(f_{yo}) 이상이 되면서 급격한 강성 저하가 나타났다. 또한 슬리브 양단에 매입되는 철근의 직경이 동일한 시험체는 탄성범위를 넘어서면서 충분한 변형능력을 발휘하였고 변형률 2.9~5.5 %정도 범위에서 최대강도에 도달한 직후 파괴되었다. 그러나 슬리브 양단에 매입되는 철근의 직경이 상이한 시험체는 탄성범위를 넘어서면서 철근의 직경이 동일한 시험체에 비해서는 변형능력이 저하되어 변형률 1.9~2.7 %정도 범위에서 최대강도에 도달한 직후 파괴에 이르렀다. 한편 탄성범위 0.95 f_{yo} 에서 0.02 f_{yo} 로 제하시의 잔류변형량은 0.06~0.29 mm(변형률 0.02~0.06 %)정도의 범위에 있었다.

2.5.2 반복가력인 경우

반복가력을 실시한 모든 시험체는 철근직경, 상하간 매입철근의 차이에 관계없이 하중의 증가와 함께 강성이 점차 저하하는 경향을 보였고 탄성범위내에서 가력수를 증가시킬수록 강성이 저하하는 경향을 보이면서 철근의 설계기준항복강도(f_{yo}) 이상이 되면 급격한 강성의 저하가 나타났다. 모든 시험체는 철근파단에 의해 최종파괴가 일어났고 철근의 인장강도(f_{bo})를 초과하였다. 또한 슬리브 양단에 매입되는 철근의 직경이 동일한 각 시험체는 탄성범위를 넘어서면서 충분한 변형능력을 발휘하였고 변형률 2.6~6.1 %정도 범위에서 최대강도에 도달한 직후 파괴에 이르렀다. 그러나 슬리브 양단에 매입되는 철근의 직경이 상이한 시험체는 탄성범위를 넘어서면서 철근의 직경이 동일한 시험체에 비해서는 변형능력이 저하되어 변형률 1.7~2.7 %정도 범위에서 최대강도에 도달한 직후 파괴되었다. 한편 탄성범위 0.95 f_{yo} 에서 -0.5 f_{yo} 로 향하는 도중의 무부하시의 잔류변형량은 0.11~0.30 mm(변형률 0.03~0.06 %)정도의 범위에 있었다. 또한 모든 시험체는 소성범위에서 반복하중을 가할 때 뚜렷한 Slip현상을 보이는 것 없이 안정된 이력거동을 나타내었다.

3. 실험결과의 검토

본 실험의 결과를 AIJ 철근이음 성능 판정기준⁴⁵⁾에 따라 구조성능을 평가하였다. 단조 및 반복 가력실험의 AIJ 철근이음 성능 판정기준은 Fig. 11~13과 같다. 각 시험체의 구조성능에 대한 평가를 Table 6, 7에 나타내었다. 또한 Fig. 14~21에 본 실험을 기존실험 결과^{1~3)}와 같이 구

조성능을 비교하였다. 여기서 사용한 시험체는 슬리브에 매입되는 철근정착길이가 6.5~6.8 d(d는 철근의 공칭직경)이고 충전 모르타르 압축강도가 607~880 kgf/cm²인 54개로 실험조건이 거의 동일하다.

3.1 강성

본 실험에서 모든 시험체의 강성은 슬리브 양단에 매입되는 철근직경의 차이, 재하방법 등에 관계없이 A급 이상의 성능을 나타내었다. 슬리브 양단에 매입되는 철근의 직경이 상이한 시험체의 강성은 높게 나타나고 있는데 이것은 굵은 철근쪽이 가는 철근쪽보다 응력이 적게 걸려서 변형이 적게 발생했기 때문이다. 한편 Fig. 14~16에서 나타낸 것처럼 기존실험결과와 같이 비교해 보면 충전 모르타르 압축강도가 증가할수록 강성은 증가하는 경향을 나타내었고 모든 시험체가 A급 이상의 성능을 나타내었다.

3.2 강도

본 실험에서 모든 시험체의 최대강도는 철근 인장강도(f_{bo})를 초과하였다. Fig. 17에서 나타낸 것처럼 기존실험결과와 같이 비교해 보면 압축강도가 600 kgf/cm²대인 모르타르를 충전한 하나의 시험체를 제외한 모든 시험체가 철근의 인장강도(f_{bo})를 초과하였다. 한편 반복가력을 실시한 시험체는 단조가력 시험체에 비해서 다소 낮은 최대강도를 나타내었다.

3.3 Slip량

본 실험에서 모든 시험체의 Slip량은 슬리브 양단에 매입되는 철근직경의 차이, 재하방법 등에 관계없이 SA급의 성능을 나타내었다. 한편 Fig. 18~20에서 나타낸 것처럼 기존실험결과와 같이 비교해 보면 충전 모르타르 압축강도가 증가할수록 시험체의 Slip량은 감소하는 경향을 나타내었고 압축강도가 700 kgf/cm²대 이상의 모르타르를 충전한 모든 시험체는 SA급의 Slip량을 나타내었다. 한편 Fig. 18에서는 단조가력 보다는 반복가력인 경우가 Slip량이 증가하는 경향을 보였다. 이것은 반복가력시의 Slip량은 탄성범위에서 20회 반복가력이 완료된 시점에서의 값으로 반복하중으로 인하여 철근주변에서 충전 모르타르의 손상이 발생했다는 것을 나타낸다. 이런 현상은 충전 모르타르 강도가 감소할수록 현저하게 나타났다.

3.4 연성

본 실험에서 슬리브 양단에 매입되는 철근의 직경이 동일한 모든 시험체의 연성은 A급 이상의 성능을 나타내고 있지만 철근의 직경이 상이한 시험체의 경우는 A급에 못

Table 6 Evaluation of structural performance under monotonic loading

Specimen	Stiffness E ($\times 10^6$ kgf/cm ²)		Slip (mm)	Tensile strength		Ductility (%)	Class of structural performance	
	0.7 f_{yo}	0.95 f_{yo}		f_b (tf/cm ²)	f_b / f_{max}			
1919DM	2.90	1.95	0.186	6.50	1.14	2.93	A	
1916DM	3.80	3.45	0.061	6.50	1.14	1.84	B	
2525DM	2.77	1.87	0.279	6.06	1.06	5.49	A	
2519DM	4.95	4.85	-	6.63	1.16	2.70	A	
3232DM	3.21	2.22	0.215	5.86	1.03	4.29	SA	
3225DM	2.37	2.04	0.290	6.03	1.06	2.73	A	
3838DM	2.36	1.92	0.282	6.58	1.15	4.88	SA	
3832DM	4.12	2.87	0.183	5.91	1.04	2.04	A	
AIJ criteria of structural performance	SA Class	$\geq E_o=2.1$	$\geq 0.9E_o=1.89$	$\leq 0.3mm$		$f_b / f_{max} \geq 1.0,$ $f_{max} = \text{Max}(1.35f_{yo}, f_{bo})$	$\geq 4\%$	
	A Class	$\geq 0.9E_o=1.89$	$\geq 0.7E_o=1.47$	$\leq 0.3mm$			$\geq 2\%$	
	B Class		$\geq 0.5E_o=1.05$				$\geq 1\%$	
	C Class	$\geq 0.5E_o=1.05$					$f_b \geq f_{yo}$	

Table 7 Evaluation of structural performance under cyclic loading

Specimen	Stiffness E ($\times 10^6$ kgf/cm ²)		Slip (mm)			Tensile strength		Class of structural performance
	$1cE$ (0.95 f_{yo})	$20cE/1cE$	$20c \delta_s$	$2 \epsilon_y$	$5 \epsilon_y$	f_b (tf/cm ²)	f_b / f_{max}	
1919DC	2.41	0.85	0.163	0.064	0.181	6.29	1.10	SA
1919SC	2.42	0.90	0.111	0.059	0.142	6.59	1.16	SA
1916DC	2.55	0.87	0.162	0.016	-	6.17	1.08	A
2525DC	2.09	0.83	0.294	0.091	0.204	5.90	1.04	A
2525SC	1.87	0.88	0.278	0.055	0.146	5.94	1.04	SA
2519DC	2.42	0.88	0.259	0.027	0.164	6.60	1.16	SA
3232DC	2.18	0.87	0.283	0.098	0.252	5.91	1.04	SA
3232SC	2.34	0.87	0.217	0.101	0.243	5.88	1.03	SA
3225DC	2.46	0.89	0.300	0.086	0.181	5.95	1.04	SA
3838DC	2.17	0.86	0.275	0.135	0.340	6.64	1.16	SA
3838SC	2.45	0.87	0.165	0.137	0.297	6.34	1.11	SA
3832DC	3.20	0.86	0.215	0.107	0.222	5.89	1.03	SA
AIJ criteria of structural performance	SA Class		≥ 0.85	$\leq 0.3mm$	$\leq 0.26mm$	$\leq 0.78mm$	$f_b / f_{max} \geq 1.0,$ $f_{max} = \text{Max}(1.35f_{yo}, f_{bo})$	
	A Class		≥ 0.5	$\leq 0.3mm$	$\leq 0.52mm$			
	B Class		≥ 0.25					

미치는 성능을 나타내었다. 이것은 철근직경이 동일한 경우의 시험체는 양단 철근이 거의 동일하게 항복하여 소성 변형을 했지만 철근직경이 상이한 경우의 시험체는 가는 철근쪽에서는 이미 소성변형에 들어갔더라도 굵은 철근쪽에서는 아직 탄성범위에 있기 때문이라고 판단된다. 한편 Fig. 21에서 나타난 것처럼 기존실험결과와 같이 비교해보면 충전 모르타르 압축강도가 증가할수록 연성은 다소 감소하는 경향을 나타내었고 철근의 직경이 상이한 시험체를 제외한 모든 시험체가 A급 이상의 연성능력을 나타

내었다.

3.5 종합적인 구조성능 평가

철근정착길이가 6.5 d이고 충전 모르타르 압축강도가 700 kgf/cm²대이며 슬라브 양단에 매입되는 철근의 직경이 동일한 모든 시험체는 A급 이상의 성능을 나타내었다.

그러나 슬라브 양단에 매입되는 철근의 직경이 상이한 시험체의 경우는 1개 시험체의 연성도가 A급에 다소 못

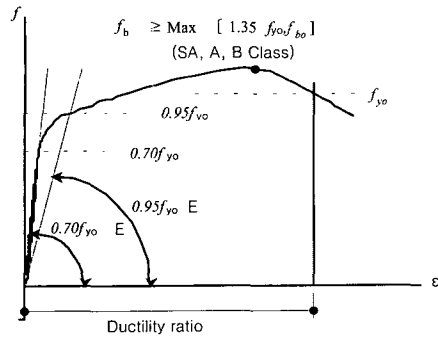


Fig. 11 AIJ criteria of structural performance under monotonic loading

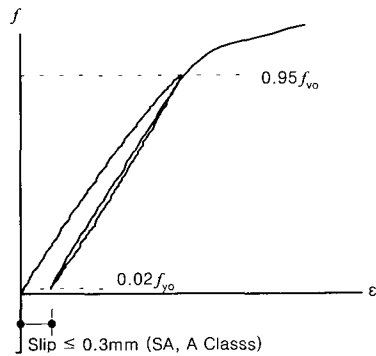


Fig. 12 AIJ criteria of slip under monotonic loading

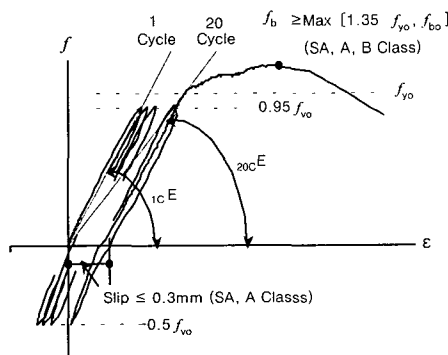


Fig. 13 AIJ criteria of structural performance under cyclic loading

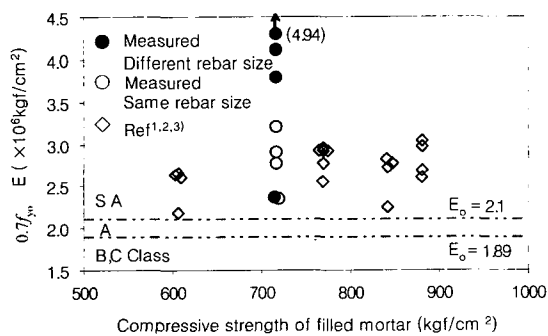


Fig. 14 The effect of filled mortar strength on stiffness of specimen ($0.7 \sigma_{yo}E$)

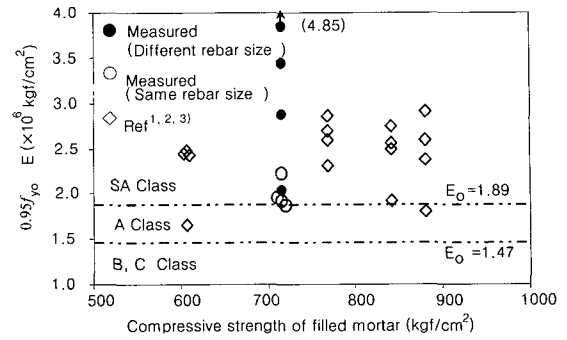


Fig. 15 The effect of filled mortar strength on stiffness of specimen ($0.95 \sigma_{yo}E$)

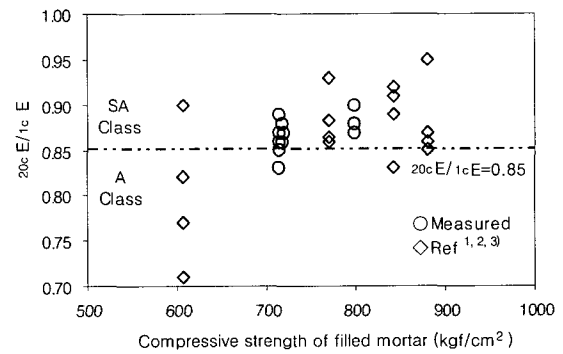


Fig. 16 The effect of filled mortar strength on stiffness of specimen ($20cE/1cE$)

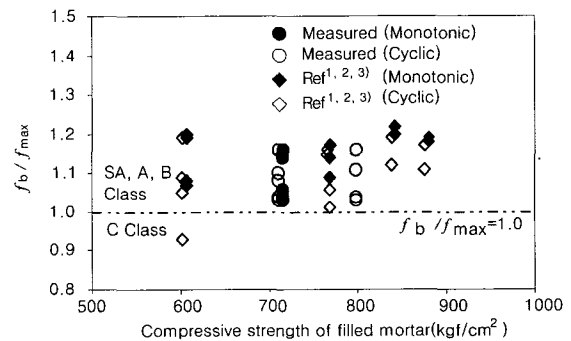


Fig. 17 The effect of filled mortar strength on ultimate strength of specimen

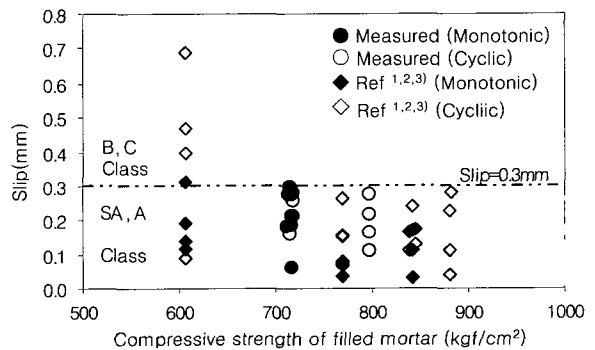


Fig. 18 The effect of filled mortar strength on slip of specimen (elastic portion)

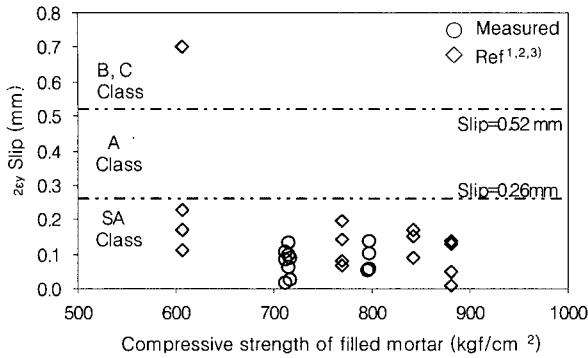


Fig. 19 The effect of filled mortar strength on slip of specimen ($2 \epsilon_y \text{Slip}$)

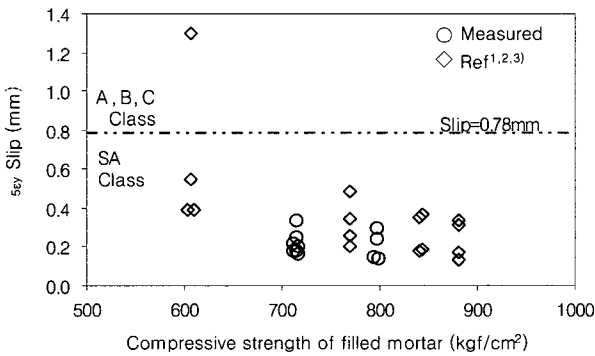


Fig. 20 The effect of filled mortar strength on slip of specimen ($5 \epsilon_y \text{Slip}$)

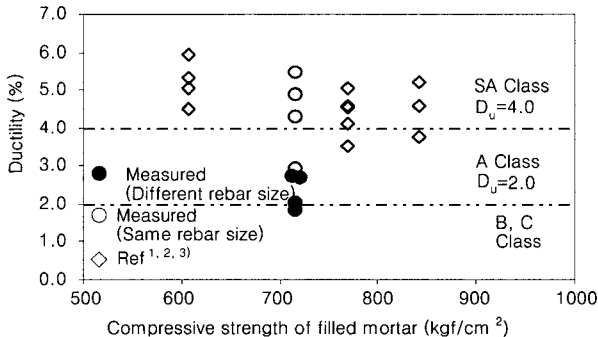


Fig. 21 The effect of filled mortar strength on ductility of specimen

미쳤지만 전체적으로 A급 정도의 구조성능을 나타내었다. 철근의 직경이 상이한 시험체의 연성능력이 적게 나타난 것은 가는 철근쪽에서는 이미 소성변형에 들어가더라도 굵은 철근쪽에서는 아직 탄성범위에 있기 때문이라고 판단되며 부재레벨의 연성능력을 평가할 때에는 별로 문제가 되지 않을 것으로 사료된다.

한편 Fig. 14~21에서 나타낸 것처럼 본 실험결과를 기존 실험결과와 같이 비교해 보면 충전 모르타르 압축강도가 증가할수록 전체적인 구조성능은 증가하는 경향을 나타내었고 충전 모르타르 압축강도가 700 kgf/cm^2 이상이고 철근 정착길이가 65 d 이상이면 A급 이상의 구조성능

을 나타내었다.

4. 결 론

본 연구에서는 모르타르 충전식 철근이음법의 적용범위를 보다 확장하기 위하여 충전 모르타르 압축강도가 700 kgf/cm^2 대인 경우에 대해서 슬리브 양단에 매입되는 철근의 직경이 동일한 경우에는 물론이고 상이한 경우에 대한 슬리브 이음의 구조성능을 평가하기 위해 D19용 슬리브 협구쪽에 D16철근을 D25, D32, D38용 슬리브 이음의 경우는 두단계 낮은 철근을 매입한 모르타르 충전식 철근이음의 단조 및 반복가력 구조성능실험을 실시한 후에 기존 실험결과와의 비교, 분석을 통하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 충전 모르타르 압축강도가 증가할수록 전체적인 구조성능은 증가하는 경향을 나타내었고 충전 모르타르 압축강도가 700 kgf/cm^2 이상이고 철근 정착길이가 65 d 이상이면 A급(AIJ 철근이음 성능 판정기준) 이상의 구조성능을 보유하고 있는 것이 확인되었다.
- 2) 슬리브 양단에 매입되는 철근의 직경이 상이한 경우는 굵은 철근에 대응되는 슬리브를 사용해야 하고 매입되는 가는 철근은 굵은 철근보다 2단계까지 가는 것을 사용할 수 있다는 것이 확인되었다.

참고문헌

1. 김형기, "철근이음용 스플라이스 슬리브 개발 및 단조가력에 의한 구조성능의 평가에 관한 연구," 대한건축학회논문집 14권 8호, 1998. 8, pp.63~73.
2. 김형기, "반복하중을 받는 철근이음용 스플라이스 슬리브의 구조성능에 관한 연구," 대한건축학회논문집 14권 9호, 1998. 9, pp.73~81.
3. 삼성물산(주) 건설부문 기술연구소, 주택개발부문, (주) 대동엠에스, "국산 스플라이스 슬리브 이음개발 및 구조성능에 관한 연구(2차년도: D19, D25, D32, D38 철근용)," 중기연(건축/보고)-98-08, 1998. 12, pp.3~21.
4. 日本建築學會, "鐵筋コンクリート造配筋設計同解説," 1986年, pp.271~279.
5. 日本建築センター, "鐵筋繼手性能判定基準(1982),"ビルディングレタ, 1983. 8, pp.1~5.
6. "各種NMBスプライススリーブXタイプを用いて接合した鐵筋繼手の性能試験結果(鐵筋徑別性能試験)," 日本スプライススリーブ株式會社.
7. "RPC構法におけるNMBスプライススリーブ繼手の施工性に關する實驗結果報告(その1施工誤差を吸収したNMBスプライススリーブ13U-X(D41)11U-X(D35)繼

- 手の性能判定試験結果報告書),” 1993. 2, 日本スライ
イスリーブ株式会社.
8. 林芳尚 外 3人, “鋼管スリーブを用いたグラウト充填式
鉄筋継手の繰返し荷重下における基礎的性能,” 日本建
築學會構造系論文集 第496號, 1997. 6, pp.91~98.
 9. 小澤健一 外 3人, “モルタル充填式スリーブ鉄筋継手を
有するPCa部材の構造性能に関する研究(その1:外周に
コンクリートをもつ継手単體試験),” 日本建築學會大會
學術講演梗概集(東海), 1994. 9, pp.207~208.
 10. 中野克彦 外 3人, “モルタル充填式鉄筋継手を用いたプ
レキャスト部材の構造性能評価に関する研究(その1:
各構造因子の統計的調査およびげ耐力, その2: 部材の
變形性能, その3: 應力傳達機構に関する基礎研究 Part
1),” 日本建築學會大會學術講演梗概集(北海道), 1995.
8, pp.29~34.
 11. 阿瀬正明 外 2人, “高強度鉄筋に用いるモルタル充填
式継手の實用化に関する研究(その1:SD490鉄筋を用い
た継手單體性能について),” 日本建築學會大會學術講
梗概集(近畿), 1996. 9, pp.743~744.

요 약

여러가지 철근이음 방법중에서 고강도 모르타르 충전식 철근이음은 철근위치의 오차를 쉽게 흡수하여 시공이 용이하고 또한 최근에 많이 사용되고 있는 대구경 철근에 대해서도 적용성이 양호하기 때문에 프리캐스트 공법의 철근이음 방법으로 매우 유효한 수단이 된다.

이에 본 연구에서는 모르타르 충전식 철근이음법의 적용범위를 보다 확장하기 위하여 슬리브에 매입되는 철근직경이 상이한 경우와 충전 모르타르 강도를 700 kgf/cm^2 대로 낮춘 경우의 모르타르 충전식 철근이음에 대한 단조 및 반복가력 구조성능 실험을 실시한 후에 기존 실험결과와의 비교, 분석을 통하여 다음과 같은 결론을 얻었다. 충전 모르타르 압축강도가 증가할수록 전체적인 구조성능은 증가하는 경향을 나타내었고 충전 모르타르 압축강도가 700 kgf/cm^2 이상이고 철근정착길이가 6.5d 이상이면 A급(AIJ 철근이음 성능 판정기준) 이상의 구조성능을 보유하고 있는 것이 확인되었다. 또한 슬리브 양단에 매입되는 철근의 직경이 상이한 경우는 굵은 철근에 대응되는 슬리브를 사용해야 하고 매입되는 가는 철근은 굵은 철근보다 2단계까지 가는 것을 사용할 수 있다는 것이 확인되었다.

핵심용어 : 고강도 모르타르 충전식 철근이음, 충전 모르타르 압축강도, 철근정착길이, 구조성능