

1축 인장시험을 통한 커플러가 철근 연성도에 미치는 영향 평가

우태련¹, 이종한², 정진환³, 정치영^{4*}

Evaluation of the Effect of Coupler on the Ductility of Rebar by Uniaxial Tensile Test

Tae-Ryeon Woo¹, Jong-Han Lee², Jin-Hwan Cheung³, Chi-Young Jung^{4*}

Abstract: Recently, various reinforced concrete joints have been used in reinforced concrete structures. Therefore, it is important to grasp the tensile properties of the spliced rebar. In this study, uniaxial tensile tests were conducted on Grade 60 D22(#7), D29(#9), and two kinds of couplers manufactured according to ASTM A615 standard for evaluating ductility of coupler joints. The strain was measured using an image processing method more accurate and capable of measuring at various points freely. As the result of uniaxial tensile test, it was possible to calculate the stress-strain relationship and the longitudinal strain distribution according to the stress stages and it was founded that the average strain becomes lower as more occupying the coupler joint portions in the same gauge length. In addition, the empirical equations are proposed to account for the effect of the length of the coupler on the ultimate strain and the rupture strain.

Keywords: Spliced rebar, Tensile test, Ductility, Coupler length

1. 서 론

철근 콘크리트 구조물은 높은 경제성과 성형이 자유로운 이점 때문에 다양한 토목 및 건축 구조물에 적용되고 있다. 근래에는 구조물이 장기간화 및 대형화가 되면서 철근콘크리트 구조물의 철근 배근이 길어지고, 이에 따라 다양한 방식의 철근의 이음이 사용되어지고 있다. 철근의 이음은 구조적으로 영향을 미칠 뿐만 아니라 구조물의 시공법 및 안전성과 밀접한 관계를 갖고 있다. 건설현장에서 주로 사용하는 이음 방법에는 겹침이음, 가스압접, 용접이음, 그리고 기계적 이음 등이 있는데, 그 중 기계적 이음은 부착 강도와 관계없이 인장력에 저항할 수 있고, 다른 이음 방식에 비하여 시공이 용이하며 내구성이 좋아 국내·외에서 많은 연구가 이루어지고 있다.

기계적 이음은 미국, 영국, 뉴질랜드 등의 나라에서 오래 전부터 개발·사용되어져 왔다. 기계적 이음의 방식에는 이형철근의 마디와 슬리브 내부의 나사산과 결합을 이용하는 방식

(Samsung Heavy Industries Co., 1999), 슬리브와 철근 사이에 고강도 모르타르, 용융금속을 충전하여 사용하는 충전식 이음(KICT and E&D MALL Co., 2007), 그리고 철근에 나사산을 가공하여 슬리브와 결합하는 나사식 이음 방식으로 나눌 수 있다. 철근의 시공성 및 품질향상을 위한 철근의 기계적 이음에 대한 연구는 많은 연구자들에 의해 수행되고 있다(Won et al., 2017).

Choi et al.(2003)은 수냉철근(Tempcore rebar)에 적용하기 위해 철근 표면의 템퍼스 마르텐사이트 부분의 손상을 최소화하는 기계적 이음법을 개발하고 그 성능을 시험하여 새로

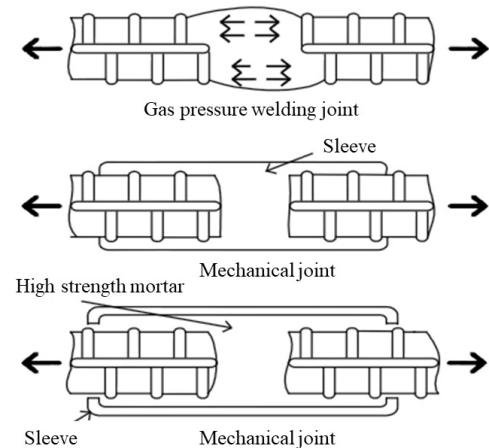


Fig. 1 Mechanical connection methods(Choi, 2003(a); Choi, 2004(b))

¹학생회원, 부산대학교 사회환경시스템공학과 석박사통합과정

²정회원, 대구대학교 건설시스템공학과 교수

³정회원, 부산대학교 사회환경시스템공학과 교수

⁴정회원, 부산대학교 지진방재연구센터 연구교수, 교신저자

*Corresponding author: cyjung@pusan.ac.kr

Seismic Simulation Test Center, Pusan National University, Yangsan, Gyeongsangnam-do, 50612, Korea

•본 논문에 대한 토의를 2018년 2월 1일까지 학회로 보내주시면 2018년 3월호에 토론결과를 게재하겠습니다.

은 이음법의 현장적용을 위한 기초자료를 구축하였다.

Sim et al.(2008)은 철근 단부를 온간 예열 후 일정한 틀에서 가압하여 형상 성형 후 철근 이음매로 연결하는 방식의 up-set 커플러를 제안하고, 이에 대한 인장시험을 수행하였다. 이를 통해 모재 철근에서 파단이 일어나는 것을 확인하였고, 기존 나사식 철근 이음매와 마찬가지로 한국산업규격 기준을 만족하는 것을 확인하였다.

Kwon et al.(2011)은 대구경 철근의 기계적 이음을 원전에 적용하기 위하여 ASME code의 온도조건에 따른 인장시험을 수행하고, 구조용 대구경 철근의 기계적 이음부의 성능 평가에 필요한 기초자료를 마련하였다.

이처럼 철근의 기계식 이음에 대한 중요성이 부각되고 있지만 현재 도로 및 건축구조 설계기준에서도 기계적 이음의 요구사항으로 철근의 설계기준 항복강도의 125%를 만족해야 한다는 조항만 있을 뿐, 연성도에 대한 검토는 언급되어 있지 않다. 그리고 Fig. 2와 같이 커플러 이음부가 없는 일반 철근과 커플러로 이음 된 철근의 극한강도는 동일할지라도 일반 철근에 비해 상대적으로 큰 단면과 강성을 지닌 커플러가 차지하는 비율이 클수록 평균변형률이 낮아진다고 추정할 수 있다. 그러나 평균변형률이 얼마나 감소되는지에 대한 연구 및 평가는 아직 미흡하다. 커플러 이음 철근의 인장특성을 평가하기 위해서 표점구간 내 구간별 변형률 분포를 파악하여야 하는데, 이 때 계측방법 역시 중요하다.

기존의 변형률 계측은 주로 신축계(Extensometer) 또는 변형률게이지(Strain gauge)가 사용되어진다. 하지만 신축계는 시편에 직접적인 접촉으로 인한 시편의 손상, 미끄러짐, 혹은 시편의 파단 시 충격으로 인한 신축계의 손상 등이 발생할 수 있고, 측정 구간 역시 한계가 있다. 또한 신축계는 설치 구간에서의 평균변형률만을 평가할 수 있어 국부적 변형률을 평가하기에는 적합하지 않다. 변형률게이지는 측정범위가 철근의 실제 파단 변형률보다 작기 때문에 측정 가능 범위인 탄성

구간을 넘어서는 소성구간에서는 계측이 불가능하다는 단점이 있다. 이에 따라 최근 정확한 계측을 위하여 이미지 프로세싱 기법이 많이 사용되고 있다(Cheung et al., 2017; Kim et al., 2016).

본 연구에서는 1축 인장시험을 통해 커플러가 철근의 연성도에 미치는 영향을 평가하고자 한다. 평가 시 커플러의 길이를 변수로 커플러 이음이 적용된 철근의 1축 인장 거동특성을 평가하고자 하며, 변형률의 정확한 계측을 위해서 이미지 프로세싱 방법을 적용하고자 한다. 최종적으로 철근의 연성도와 커플러 길이의 영향관계식을 유도하고자 한다.

2. 시험 개요

2.1 시험체 상세

본 연구에서는 커플러로 이음 된 철근의 극한거동과 변형률 분포를 통해 연성능력을 평가하기 위하여 1축 인장시험을 수행하였다. 철근은 ASTM A615 기준(Table 1)에 따라 생산된 Grade 60 D22와 D29 철근을 사용하였다. 커플러는 커플러 길이에 따른 변형 특성을 평가하기 위해 각기 다른 두 제조사(A사, B사)에서 생산된 커플러를 대상으로 하였다. 이음부가

Table 1 Tensile requirements of grade 60 rebar in ASTM A615

Yield strength(σ_y)	Ultimate strength(σ_u)	Elongation(ϵ_r)
Over 420 MPa	Over 620 MPa	D22 : over 8% D29 : over 7%

Table 2 Data of specimens

	Diameter (mm)	Gauge length		Quantity
		Standard	Spacing(mm)	
Rebar	22	ASTM A370	10	2
	29		10	2
Company A	22	ASTM	10, 13	2
	29	A1034	10, 14	2
Company B	22	ASTM	10, 18	2
	29	A1034	10, 11	2

Table 3 Data of couplers(unit : mm)

Type	Rebar	Ex. Diameter(D)	Length(L)
company A	D22	33	64
	D29	43	81
company B	D22	33	50
	D29	43	65

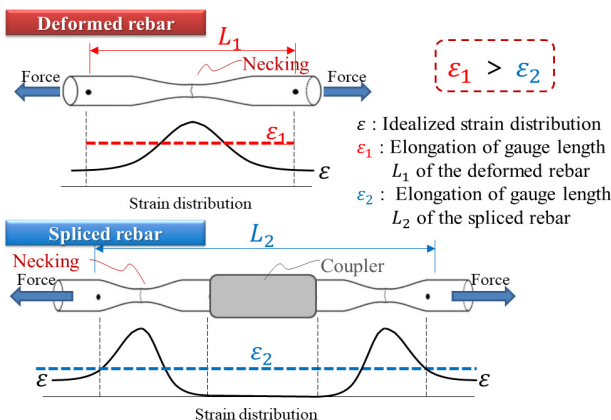


Fig. 2 Difference between deformed rebar and spliced rebar

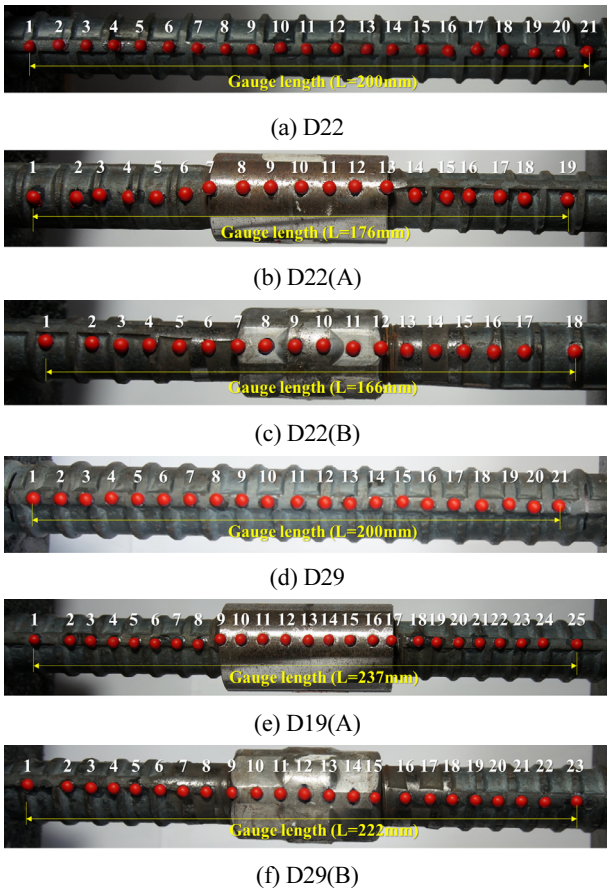


Fig. 3 Targets position and gauge length on specimens

없는 철근의 표점거리는 200 mm로 설정하였고, 커플러 이음 시편의 표점거리는 커플러의 양 끝단에서 철근 직경의 3배가 되는 위치로 설정하였다. 모든 시편에 대해서 표점거리의 기준점에서 인장그립까지의 여유거리는 철근의 직경과 같도록 하였다(Tables 2와 3). 이미지 프로세싱 방법으로 1축 인장상태에서의 인장변형률을 계측하기 위해서 시편의 표면에 타겟들을 부착하였다. 각 타겟은 직경 4 mm의 빨간색 반구형이며, Fig. 3과 같이 표점구간 내에 10~20 mm 간격으로 배치하였다. 타겟의 부착은 변형률계이지 부착 시 사용되는 것과 동일한 접착제를 사용하였다.

2.2 1축 인장시험

인장시험은 이음부가 없는 철근의 경우 ASTM A370 기준에 따라 수행되었고, 커플러로 이음 된 철근의 경우 ASTM A1034 기준에 따라 수행되었다. Fig. 4와 같이 타겟의 변화와 그에 따른 하중값을 동시에 비교할 수 있도록 시험 중 로드셀에서 얻어진 하중을 실시간으로 표시하는 하중표시계(Load indicator)를 시편의 우측에 배치하여 타겟과 하중이 동시에 촬영되도록 하였다. 가력은 1,000 kN 용량의 UTM으로 수행

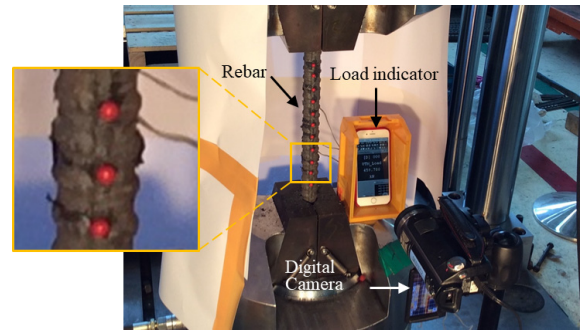


Fig. 4 Test and measurement set-up

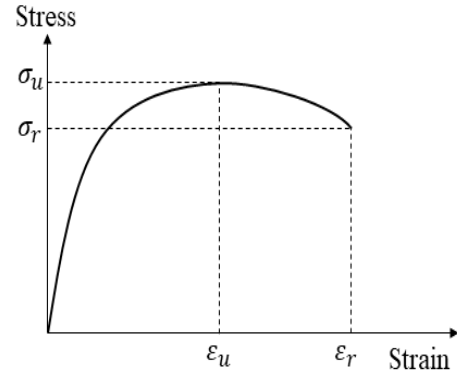


Fig. 5 Evaluation method of tensile test results

하였고 가력방법은 ASTM에서 제시하는 바와 같이 3~30 MPa/min의 응력증가속도를 유지하였다. 인장시험은 시편의 파단 시까지 수행하였다. Fig. 5는 실험결과에 사용된 주요 결과값에 대한 정의로서, 부재의 한계상태응력(σ_u) 및 한계상태 변형률(ϵ_u)과 파단응력(σ_r) 및 파단변형률(ϵ_r)을 도시한 것이다. UTM 로드셀의 신호는 데이터로거(Tokyo Sokki TDS-303)를 이용하여 계측하였다. 변형률 계측 방법은 디지털 카메라를 이용한 이미지 프로세싱 방법을 사용하였다. 영상 취득은 2012년도에 출시된 SONY NEX-5R 디지털 카메라를 사용하였고 16백만 화소(4912×3264 Pixel)의 크기로 2초마다 등 간격으로 촬영하였다. 영상 내에 동일한 기준점을 촬영영역으로 제한하여 촬영된 영상과 실물의 크기 비율(scale factor)은 약 0.055~0.059 mm/pixel을 유지하도록 하였다.

2.3 Image Processing Method

Kim et al.(2016)은 이미지 프로세싱 방법을 이용하여 철근의 한계상태변형률을 계측하였다. 본 연구에서도 해당 이미지 프로세싱 알고리즘을 이용하기로 하였다. Fig. 6은 해당 알고리즘을 간략화한 것이다.

이미지 프로세싱 방법은 영상취득단계, 영상처리단계, 그리고 영상분석단계로 구성된다. 영상처리 단계는 먼저 취득

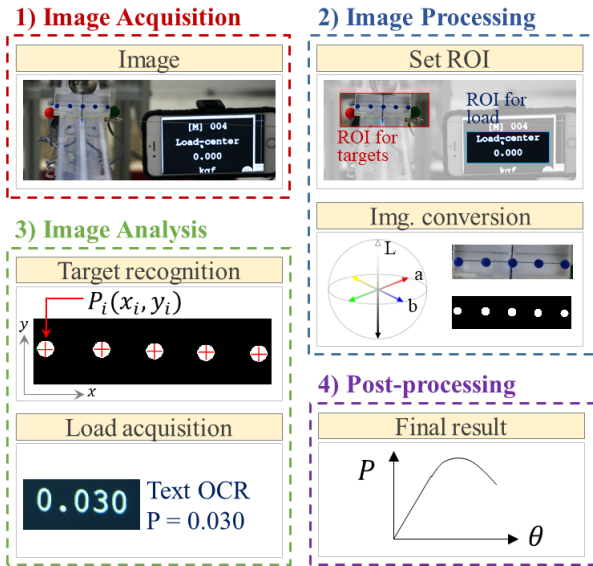


Fig. 6 Image Processing Algorithm

된 영상을 기준으로 영상 내에서 표준이 되는 타겟을 선택한 후, 선택한 타겟의 색상정보를 추출한다. 추출된 색상정보를 기반으로 영상 내 각 픽셀들의 색상정보가 타겟의 색상과 얼마나 일치하는지를 산출한 후 각 일치도를 비교하여 타겟에 해당하는 영역과 그 외 영역을 논리적으로 구분하여 타겟 영역만을 흰색으로 표현하는 이진 영상으로 변환한다. 그리고 각 타겟 영역의 도심을 산출한다. 이러한 과정들을 시험의 시작지점 영상부터 종료시점의 영상까지 반복하고 그렇게 산출된 타겟별 도심을 기준으로 타겟 간의 거리를 산출한다. 그 후 초기 타겟 간격을 기준으로 각 구간별 변형률을 산출한다. 여기서 변형률은 무차원량이므로, 상대거리는 타겟 간의 실제 거리변화량이 아닌 영상 내에서의 픽셀 개수를 이용하여 구한다.

또한 본 연구에서는 UTM의 하중을 나타내는 하중표시계를 영상 내에 포함시킴으로써 변형률과 하중 값을 동기화 하였다. 영상처리 과정에서 광학문자인식(Optical Character Recognition : OCR) 알고리즘을 이용하여 하중 값을 수치화할 수 있도록 하였다. 상기 과정들을 통하여 최종적으로 시편의 변형률을 얻을 수 있었다.

3. 시험 결과 및 분석

본 연구에서는 1축 인장시험 결과들을 이용하여 커플러로 이음 된 철근과 이음부가 없는 철근 간의 변형 차이를 확인하고자 한다. 응력-변형률 관계와 응력단계별 종방향 변형률 분포를 평가하였고, 극한변형률과 파단변형률을 산출하여 표점

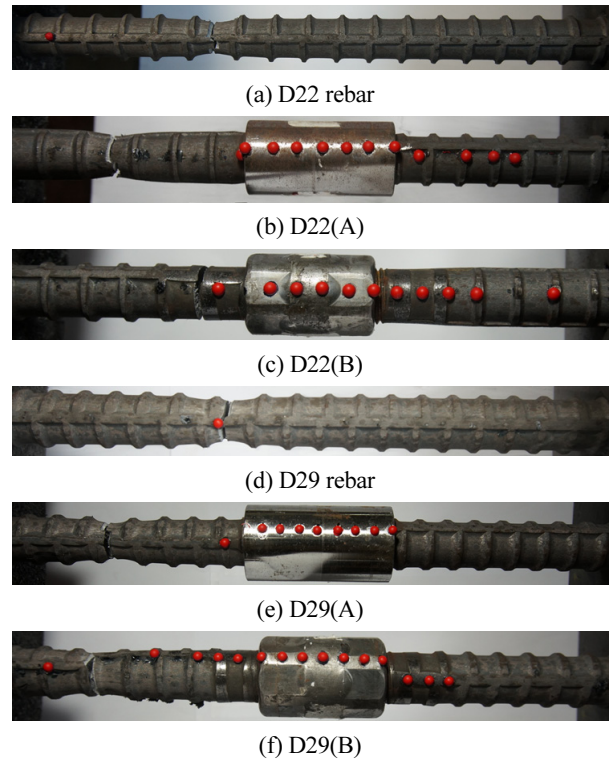


Fig. 7 Deformation and necking of specimens at rupture

거리 내에서 커플러가 차지하는 구간이 얼마나 변형률의 감소에 영향을 미치는지를 평가하였다.

3.1 시험체별 파단 형상

Fig. 7은 시험 종료 후 시험체별 파단 형상을 대표적으로 나타낸 사진이다. 대부분의 시험체가 파단 지점에서 넥킹현상의 발생을 나타내었고 넥킹구간에서 단면감소가 발생했음을 알 수 있다. 시험체 마다 넥킹구간은 불규칙한 위치에서 발생하였으며 파단 시의 신장량 또한 동일한 규격의 시편 간에도 다소 차이가 있었다. 시편 D22(B)의 경우만이 연성거동을 하지 않아 넥킹현상이 없는 파단 형상을 보였다.

3.2 응력-변형률 관계

Figs. 8과 9는 이미지 프로세싱 방법으로 계측된 시험체별 응력-변형률 곡선을 나타낸 것이다. 시편의 응력은 계측된 하중과 철근의 공칭단면적을 이용하여 산출되었고 변형률은 표점거리에 따른 평균변형률을 나타낸 것이다. 커플러 구간에 대한 응력은 모재철근의 응력과 동일한 응력이 발생한다고 가정하였다.

응력-변형률 곡선을 살펴보면, 커플러로 이음 된 철근의 인장변형률이 이음부가 없는 철근보다 훨씬 낮다는 것을 알 수 있다. 특히 B사의 커플러로 이음 된 D22 철근은 2개의 시편

모두 연성거동을 하지 않은 형태로 파단이 발생하였다. 이는 커플러 체결을 위해서 철근에 나사산 가공이 필요하게 되는데 이 때 철근 소재의 결함이 증가한 것으로 보인다. 따라서 D22(B) 시편에 대해서는 추후 재평가가 이루어져야 할 것으로 판단된다. Table 4는 표점거리에 따른 한계상태변형률과

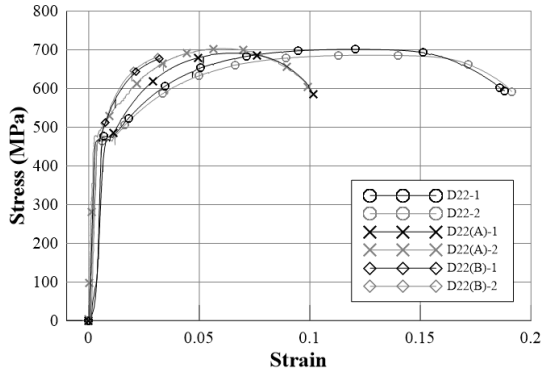


Fig. 8 Stress-strain curve of D22 specimens

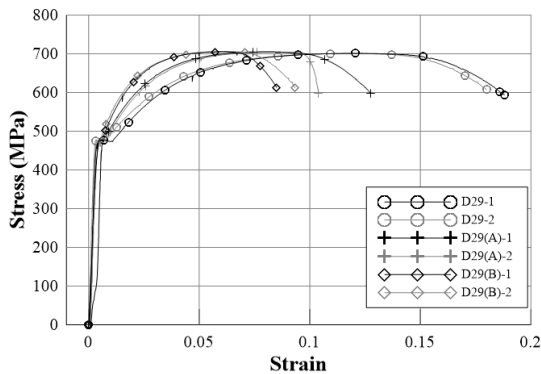


Fig. 9 Stress-strain curve of D29 specimens

Table 4 Ultimate Strain and Rupture Strain

Specimen	σ_u (MPa)	ϵ_u	σ_r (MPa)	ϵ_r
D22-1	686.5	0.125	585.1	0.196
D22-2	685.9	0.123	591.8	0.191
D22(A)-1	691.1	0.066	584.9	0.101
D22(A)-2	703.1	0.059	602.9	0.099
D22(B)-1	677.1	0.032	677.1	0.032
D22(B)-2	681.4	0.030	681.4	0.030
D29-1	701.1	0.117	594.2	0.187
D29-2	700.6	0.117	607.5	0.180
D29(A)-1	705.2	0.078	597.5	0.127
D29(A)-2	704.3	0.084	597.2	0.104
D29(B)-1	705.2	0.059	613.2	0.084
D29(B)-2	706.3	0.059	612.4	0.093

파단변형률을 나타낸 것이다.

3.3 응력단계별 종방향 변형률

커플러로 이음 된 철근의 응력상태에 따른 종방향 변형률 분포 및 이에 따른 변형률의 감소 정도를 비교하기 위하여 본 연구에서 수행한 철근의 종방향 변형률 분포를 응력단계별로 비교하였다. Figs. 10에서 15는 그에 대한 결과물로서 응력단계는 100~600 MPa 구간, 극한강도와 파단 시 강도에서의 변형률 분포를 그래프에 도시하였다.

이음부가 없는 시편의 경우, 초기 탄성구간부터 최대하중까지의 변형률 분포는 철근 마디에 따라 증감을 반복하는 형태를 보였고, 최대하중부터 파단 시까지의 대부분의 변형은 넥킹 구간에서 발생하는 것을 알 수 있었다. 커플러로 이음 된 철근의 경우, 커플러에서는 변형이 거의 발생하지 않았다. 대부분의 변형은 철근에서 발생하였으며 철근의 넥킹 및 파단은 주로 시편의 표점구간의 경계부에 인접하여 나타났다.

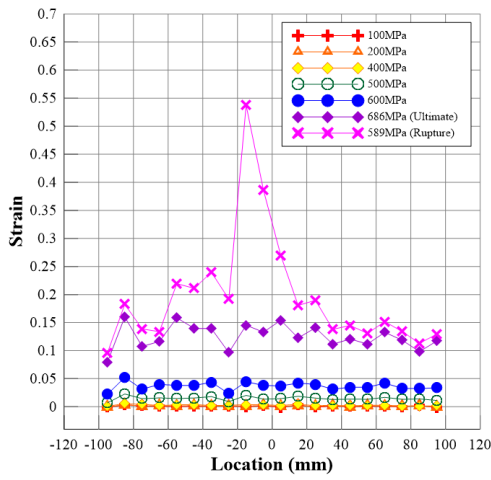
커플러로 이음 된 철근의 변형률 분포에서 미소한 압축변형률이 계측되었는데, 이는 커플러 구간에서 계측된 결과로써, 주로 커플러 끝단에서 계측되었다. 이러한 거동은 커플러와 철근의 나사산부의 맞물림 작용에서 기인한 것으로 판단되는데, 철근에 인장력이 작용되면서 커플러의 단부는 면외 방향으로 분력이 작용하게 되고 커플러의 단부가 벌어지는 거동을 하게 된다. 따라서 커플러의 내측 면에는 인장력이 작용하게 되고, 외측 면에서는 압축력이 작용하게 된 것으로 판단된다.

커플러로 이음 된 철근의 극한변형률을 살펴보면 시편마다 다소 차이는 있으나, 철근부의 경우 약 0.12의 변형률이 나타났고, 커플러부는 약 0.025 이하의 수준에 머물러 커플러의 변형은 미소하였다. 따라서 표점거리 내에서 변형이 거의 일어나지 않는 구간인 커플러가 차지하는 구간에 따라 동일한 표점구간에서의 평균변형률이 증감하는 것을 알 수 있었다.

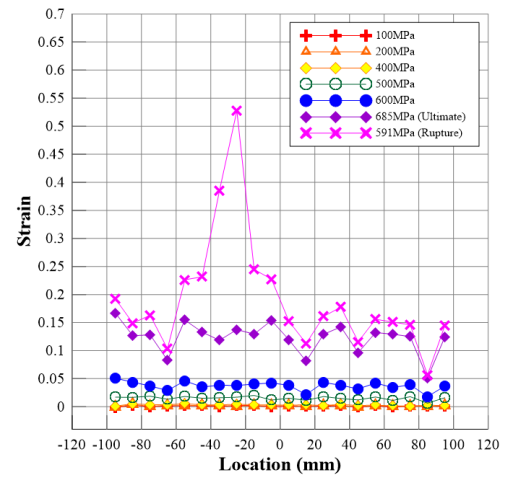
3.4 커플러의 길이와 변형률의 감소

본 연구에서 얻어진 결과를 바탕으로 1축 인장상태에서 이음부가 없는 철근과 커플러 이음 철근의 비교 및 분석을 통해 커플러 이음 철근의 거동특성을 평가하였고, 커플러 이음 철근이 이음부가 없는 철근에 비해 평균변형률이 낮게 나타남을 알 수 있었다.

Figs. 16과 17은 극한상태와 파단상태일 때 표점거리에서 철근이 차지하는 비율에 따른 변형률의 추세를 각각 나타낸 그래프이다. 이 때 G.L은 표점거리(Gauge length)를, 그리고 C.L은 커플러의 길이(Coupler length)를 의미한다. 그 결과 표점구간 내에서 커플러가 차지하는 비율에 따라 비례하게 변

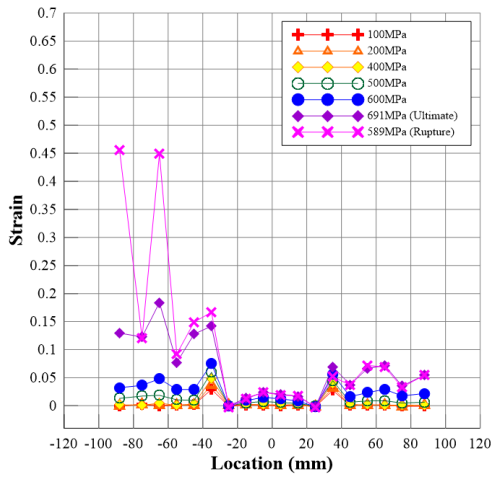


(a) D22-1

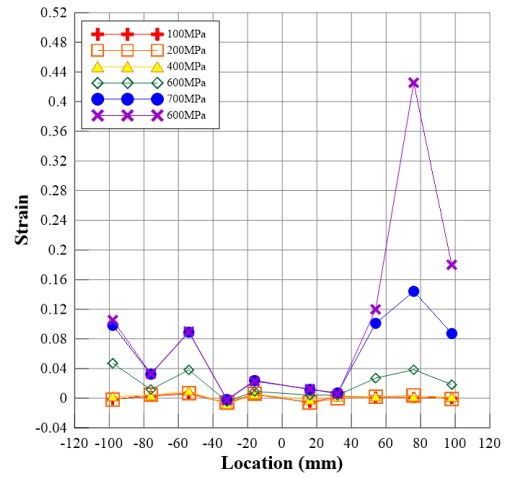


(b) D22-2

Fig. 10 Strain distribution of D22 measured with IPM

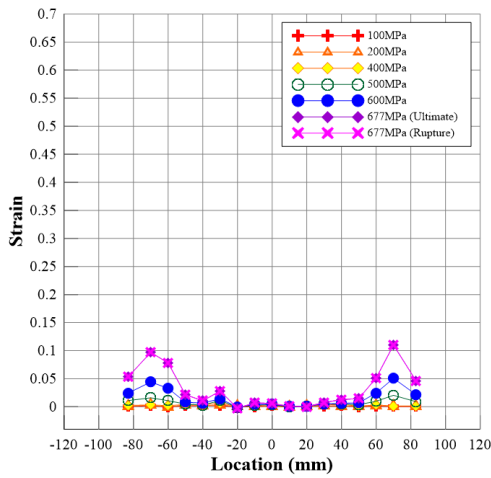


(a) D22(A)-1

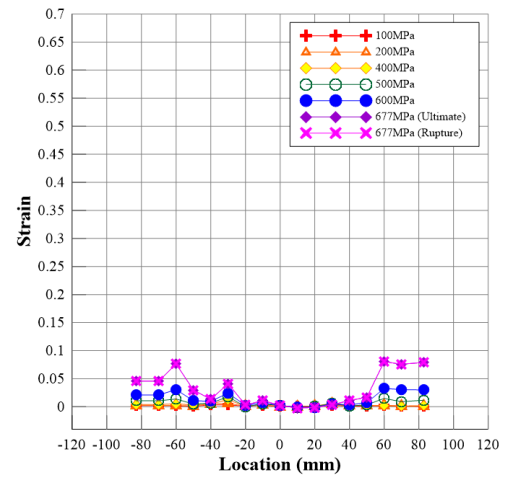


(b) D22(A)-2

Fig. 11 Strain distribution of coupled D22(A) measured with IPM



(a) D22(B)-1



(b) D22(B)-2

Fig. 12 Strain distribution of coupled D22(B) measured with IPM

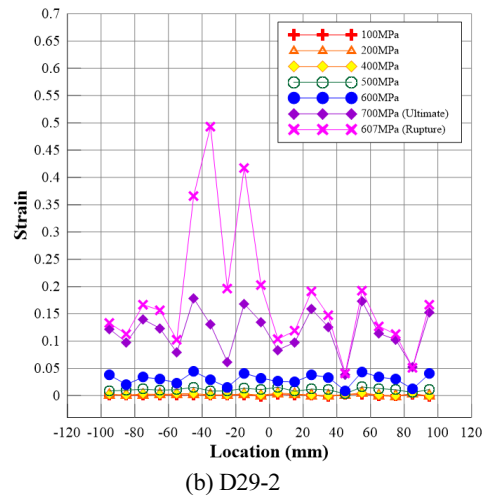
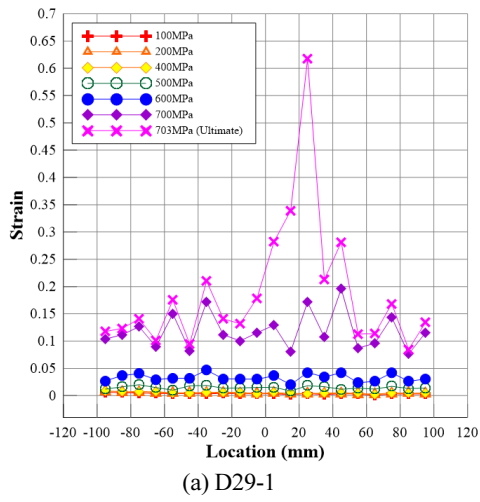


Fig. 13 Strain distribution of D29 measured with IPM

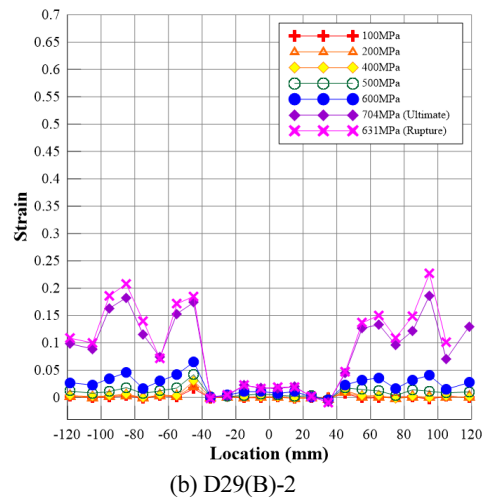
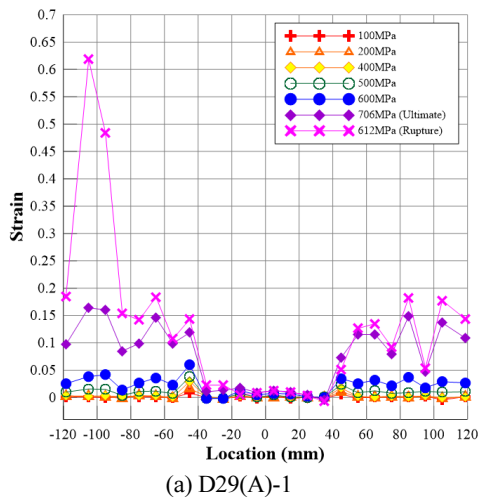


Fig. 14 Strain distribution of coupled D29(A) measured with IPM

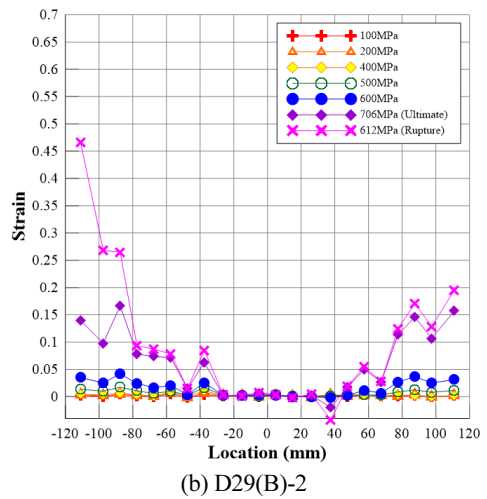
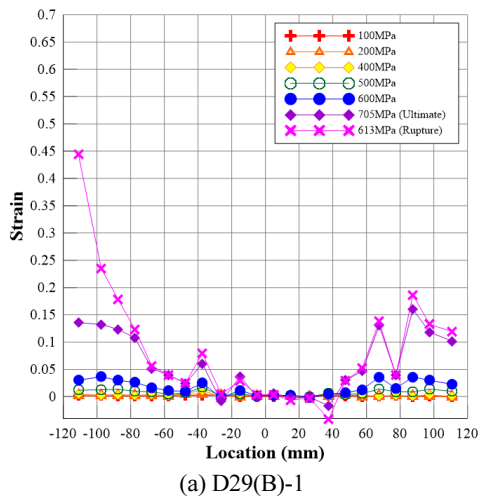


Fig. 15 Strain distribution of coupled D29(B) measured with IPM

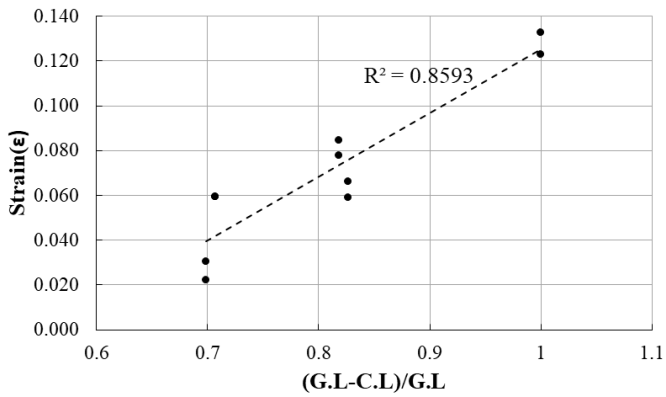


Fig. 16 Ultimate strain according to rebar length without coupler

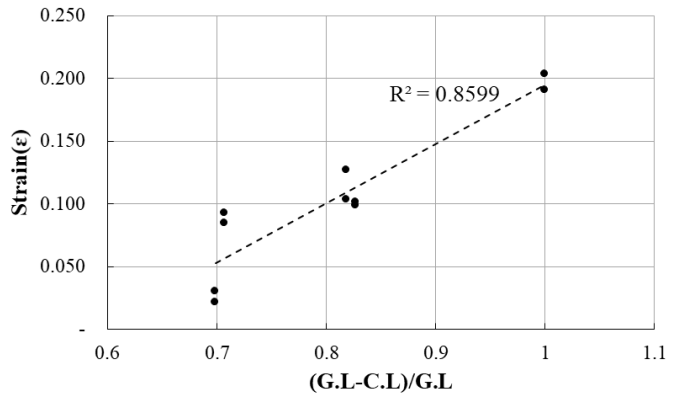


Fig. 17 Rupture strain according to rebar length without coupler

형이 감소하는 것을 뚜렷하게 알 수 있었다.

다음 식은 극한상태일 때와 파단 시의 변형률 감소량($\Delta\varepsilon$)을 각각 나타낸 것이다.

· 극한상태 시

$$\Delta\varepsilon = 0.2898 \times (1-r) \quad (1)$$

· 파단 시

$$\Delta\varepsilon = 0.4884 \times (1-r) \quad (2)$$

여기서 $r = (G.L - C.L) / G.L$ 로 표점거리 내에서 철근부가 차지하는 비율을 나타낸 것이다. 따라서 $r = 1$ 인 경우는 커플러가 없는 철근을 의미한다.

4. 결 론

본 연구에서는 커플러 이음 철근의 연성도에 대한 평가를 위하여 ASTM A615 기준에 따라 생산된 Grade 60 D22(#7), D29(#9), 그리고 두 종류의 커플러를 상대로 1축 인장시험을 수행하고 이에 대한 결과를 비교 및 분석함으로써 커플러 이음 철근의 변형 특성을 평가하였다. 계측은 이미지 프로세싱 방법을 사용하여 철근의 구간별 변형률을 평가하였다. 본 연구를 통하여 얻어진 결론은 다음과 같다.

1축 인장시험 결과, 대부분의 시편에 대해 커플러로 이음된 부분이 일반 철근부에 비하여 변형이 적게 나타났다. 따라서 동일한 표점거리 내에서 커플러로 이음된 부분이 많이 차지할수록 일반 철근부가 차지하는 비율이 감소하여 전체 표점거리에 대한 평균변형률이 낮아졌다고 판단하였다.

커플러로 이음된 철근의 극한거동 및 파단 시의 변형률에 대하여 평가한 결과, 커플러의 길이와 높은 상관성을 가지는

것을 알 수 있었다. 추세를 토대로 커플러의 길이와 평균 인장 변형률과의 상관관계를 정의하였다. 그 결과 변형률-커플러 구간을 제외한 철근부 관계에서 극한변형률의 감소량은 식 (1)과 같았고, 파단변형률의 감소량은 식 (2)와 같음을 알 수 있었다.

추후 커플러 이음 철근이 변형에 미치는 영향에 대한 신뢰도 향상을 위해서, 다양한 직경의 철근과 커플러 재원을 변수로 하는 더 많은 표본을 대상으로 인장시험을 수행하고 이에 대한 추가적인 연구가 필요할 것으로 판단된다. 또한 실제 철근 콘크리트 구조물 내에 매립된 커플러 이음 철근이 구조물의 연성거동에 미치는 영향에 대한 추가적인 연구 또한 수행되어야 할 것으로 사료된다.

감사의 글

이 논문은 2014년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(No. 2014R1A1A2058484)

References

ASTM A370-14, Standard Test Methods and Definitions for Mechanical Testing of Steel Products, ASTM International 2014.
 ASTM A615-14, Standard Specification for Deformed and Plain Carbon-Steel Bars for Concrete Reinforcement, ASTM International 2014.
 Barranger, Y., Doumalin, P., Dupre, J. C., and Germaneau (2012), A Strain Measurement by Digital Image Correlation: Influence of Two Types of Speckle Patterns made from Rigid or Deformable Marks Strain, 48, 357-65.
 Cheung, J. H., Lee, J. H., Woo, T. R., and Jung, C. Y. (2017), Evaluation on Strain and Necking Region of the Rebar by Using Image Processing Method, *Journal of the Korea Concrete Institute*, KCI, 29(1), 33-42.
 Choi, H. B. (2007), A Study on Development of TEMPCORE Re-bar Mechanical Connection by Making Screw on Node and Rib, Korea

- University, Master's Thesis, 21-22.
- Choi, H. B., Kim, G. H., Kim, J. Y., Seo, D. S., and Kang, K. I. (2003), A Study on Development of Tempcore Re-bar Mechanical Connection by Making Screw, *Journal of the Architectural Institute of Korea Structure & Construction*, AIK, 19(3), 99-106.
- Choi, H. S., Cheung, J. H., Kim, S. H., and Ahn, J. H. (2011), Structural Dynamic Displacement Vision System Sing Digital Image Processing, *NDT&E International*, 44, 597-608.
- Kim, S. D., Jung, C. Y., Woo, T. R., and Cheung, J. H. (2016), Application of Image Processing Method to Evaluate Ultimate Strain of rebar, *Journal of the Korea Institute for Structural Maintenance and Inspection*, KSMI, 20(3), 111-121.
- Korea Institute of Construction Technology : KICT and E&D MALL Co. (2007), A Study on the Performance of H.S.S.(Hybrid Splice Sleeve) applied to High Strength Reinforcement(SD500) Joint, KICT, Report.
- Kwon, K. J., Park, D. S., and Joung, W. S. (2011), Experimental Evaluation on Structural Performance of Large Diameter Reinforcing Steel Bars with Spliced Sleeves, *Journal of the Korea Institute for Structural Maintenance and Inspection*, KSMI, 15(1), 180-188.
- Samsung Heavy Industries Co. (1999), Reinforcing Method using Easy Coupler, Ministry of Land, Infrastructure and Transport, New Construction Technology.
- Sim, J. S., Park, C. W., Kang, T. S., and Kim, T. S. (2008), An Experimental Study of Tension Properties on New Developed Up Set Coupler, *Journal of the Korea Institute for Structural Maintenance and Inspection*, KSMI, 12(5), 109-115.
- Won, D. H., Lee, J. H., Meng, L. Y., and Kang, Y. J. (2017), Experimental Study on Column-Foundation Connection of Composite Hollow RC Column, *Journal of Korean Society of Hazard Mitigation*, KOSHAM, 16(1), 169-178.

Received : 08/18/2017

Revised : 09/21/2017

Accepted : 10/12/2017

요 지 : 최근 철근 콘크리트 구조물에 다양한 철근 이음이 사용되고 있다. 이에 따라 커플러 이음 철근의 인장 특성에 대한 파악이 중요해졌다. 본 연구에서는 커플러 이음 철근의 연성도에 대한 평가를 위하여 ASTM A615 기준에 따라 생산된 Grade 60 D22(#7), D29(#9), 그리고 두 종류의 커플러를 상대로 1축 인장시험을 수행하였다. 보다 정확하고 다양한 지점에서 자유로운 계측이 가능한 이미지 프로세싱 방법을 사용하여 변형률을 계측하였다. 1축 인장시험 결과, 응력-변형률 관계와 응력 단계별 종방향 변형률 분포를 산출할 수 있었고, 이를 통하여 동일한 표적거리 내에서 커플러 이음 부분이 많이 차지할수록 평균변형률이 낮아지는 것을 알 수 있었다. 또한 커플러 이음철근의 극한거동 및 파단 시 변형률에 대한 평가를 통해 커플러의 길이에 대한 한계상태변형률과 파단변형률과의 상관관계를 정식화하였다.

핵심용어 : 커플러 이음 철근, 인장시험, 연성도, 커플러 길이
