

## 반복하중이 작용하는 고강도 모르타르 충전식 슬리브 철근이음에 대한 강성 평가

### Evaluation on Stiffness of High-strength Mortar-filled Sleeve Bar Splice Under Cyclic Loading

김형기<sup>1)\*</sup> 정구용<sup>2)</sup>  
Kim, Hyong Kee Chung, Goo Yong

#### Abstract

In order to make a more reasonable evaluation on the stiffness of the high-strength mortar-filled sleeve bar splices under cyclic loading, we investigated and analyzed the existing experiment data of 106 full-sized reinforcing bar splices with test variables such as compressive strength of mortar, development length of reinforcement and sleeve type, etc.

The following were found: 1) If mortar and the reinforcement development length with  $f_g^*(L/d)$  of more than 340 is used, the cast iron sleeve bar splices for SD350 and SD400 will have the stiffness of higher than A class of the AIJ code. 2) If mortar and the reinforcement development length with  $f_g^*(L/d)$  of more than 400 is used, the cast iron sleeve splices and pipe sleeve splices for SD500 will have the stiffness of higher than A class of the AIJ code.

**Keywords** : High-strength mortar-filled sleeve bar splice, Stiffness, Cyclic loading, Evaluation

#### 1. 서론

철근 콘크리트 구조물에서는 철근의 생산규격과 시공 방법 등으로 인하여 철근이음이 자연스럽게 발생한다. 이 철근이음은 건물의 구조적인 성능은 물론이고 시공이나 품질에도 밀접한 영향을 미친다. 현재 주로 사용되고 있는 철근이음은 겹침이음, 가스압접, 기계식 철근이음 등이다. 이 중에서 겹침이음은 시공이 간편하고 경제적인 방법이기 때문에 많이 사용되고 있지만 최근 건물의 내진 설계 등으로 인한 철근배근량의 증가로 시공상에 어려움이 있고, 가스압접은 고강도 철근의 접합 시에 철근재료의 영향으로 압접 이후에 문제점이 발생할 수 있는 가능성이 있어서 사용에 주의가 필요하다고 할 수 있다. 그러나 최근에 개발된 다양한 기계식 철근이음은 앞에서 언급한 겹침이음이나 가스압접에서 발생할 수 있는 문제점을 해결할 수 있는 철근이음 방법의 하나로 주목받고 있다.

각종 기계식 철근이음 중에서도 모르타르 충전식 철근이음은 다른 철근이음에 비하여 고가이고 모르타르의 충전 상황을 확인하기에 어려움이 있지만 모르타르 무기질계의 고강도 무수축 모르타르를 슬리브에 충전하여 철근을 연결하는 방법으로 용이한 시공성과 철근이음의 품질을 안정되게 확보할 수 있는 장점이 있기 때문에 많은 철근 콘크리트 현장에서 각광받고 있다. 또한 모르타르 충전식 철근이음은 기둥이나 보의 횡방향 철근의 배근에도 지장을 초래하지 않고 D16 이하의 소구경부터 D41 이상의 대구경 철근에도 적용이 가능하다.

많은 장점을 가지고 있는 모르타르 충전식 슬리브 철근이음이 보다 적극적으로 현장에서 적용되기 위해서는 이 철근이음의 주요한 구조성능이 적절하게 평가되어야 한다. 이러한 이유에서 저자는 최근에 모르타르 충전식 철근이음에 대한 단조가력에서의 강성에 대하여 기존 실험 자료를 이용하여 평가한 결과를 발표하였다(Kim, 2012).

1) 정회원, 강원대학교 건축공학과 부교수, 교신저자  
2) 정회원, 강원대학교 건축공학과 교수

\* Corresponding author : hyongkee@kangwon.ac.kr 033-570-6521  
• 본 논문에 대한 토의를 2013년 2월 28일까지 학회로 보내주시면 2013년 3월호에 토론결과를 게재하겠습니다.

이 모르타르 충전식 슬리브 철근이음의 강성을 보다 적절하게 평가하기 위해서는 단조가력에서의 강성에 대한 평가뿐만이 아니라 반복하중이 작용하는 모르타르 충전식 슬리브 철근이음 강성에 대한 평가도 필요하다.

그동안 실시되었던 반복하중이 작용하는 고강도 모르타르 충전식 슬리브 철근이음의 강성 평가에 대한 연구는 NMB 스플라이스 슬리브사(Japan Splice Sleeve Company, 1992; 1993; 1993), 일본의 Asse 연구팀(Asse et al., 1996), 1998년의 저자연구팀(Kim, 1998; Samsung E & C et al., 1998), 2008년의 저자연구팀(Kim, 2008; Kim, 2008) 등에 의하여 주로 실시되었다. 이상의 반복하중이 작용하는 기존 모르타르 충전식 슬리브 철근이음의 강성을 평가한 것은 각 연구팀에 의하여 실시되었던 실험결과만에 대한 검토가 진행된 것이기 때문에 이 철근이음에 대한 반복하중에서의 강성을 평가한 연구결과가 객관적이고 포괄적이라고 할 수 없다.

본 연구논문에서는 반복하중이 작용하는 고강도 모르타르 충전식 슬리브 철근이음에 대한 반복가력 하에서의 강성을 보다 타당하게 평가하고자 반복가력을 실시한 저자의 실험을 포함한 106개 고강도 모르타르 충전식 슬리브 철근이음 실험결과(Japan Splice Sleeve Company, 1992/1993; Japan Splice Sleeve Company, 1993; Asse et al., 1996; Kim, 1998; Samsung E & C et al., 1998; Kim, 2008; Kim, 2008)를 이용하여 슬리브 철근이음이 보유하고 있는 구조인자가 반복하중이 작용하는 슬리브

철근이음의 강성에 미치는 효과를 파악하였고, AIJ 기준(Architectural Institute of Japan, 2010)에 정해져 있는 강성 등급을 충족시킬 수 있는 고강도 모르타르 충전식 슬리브 철근이음의 최소한의 조건을 제시하였다.

## 2. 분석대상으로 채택된 반복가력의 고강도 모르타르 충전식 슬리브 철근이음 실험자료

본 논문에서 분석대상으로 채택한 106개의 실험크기인 고강도 모르타르 충전형 기계식 철근이음 실험자료를 Fig. 1에 개괄적으로 분석하여 표시하였다. 분석대상이 되는 철근이음 실험체에 충전한 모르타르는 59.5~129.5MPa의 범위에 있는 압축강도를 가지고 있는 것으로 나타났고, 압축강도가 80~90MPa인 모르타르재를 충전한 철근이음이 전체 실험체의 50%를 차지하였다. 또한 철근이음의 슬리브에 매입한 철근은 소구경인 D16에서 대구경인 D41까지 9종류로 광범위한 규격으로 구성되어 있고, D35, D19, D25, D32, D38 철근의 순서로 전체 실험체에서 차지하는 비율이 높은 것으로 나타났다. 그리고 본 연구의 철근이음에 매입한 철근의 정착길이는 4~8d(여기서, d는 철근 직경)의 범위에 있는 것으로 나타났다. 철근이음의 슬리브에 매입한 철근은 3종류로 SD350, SD400, SD500이다. 분석대상인 철근이음의 최종파괴형식은 3가지 종류로 철근이 파단된 경우, 부착파괴가 발생한 경우, 슬리브가 파단된 경우이고 이 가운데에서 철근파단이 발

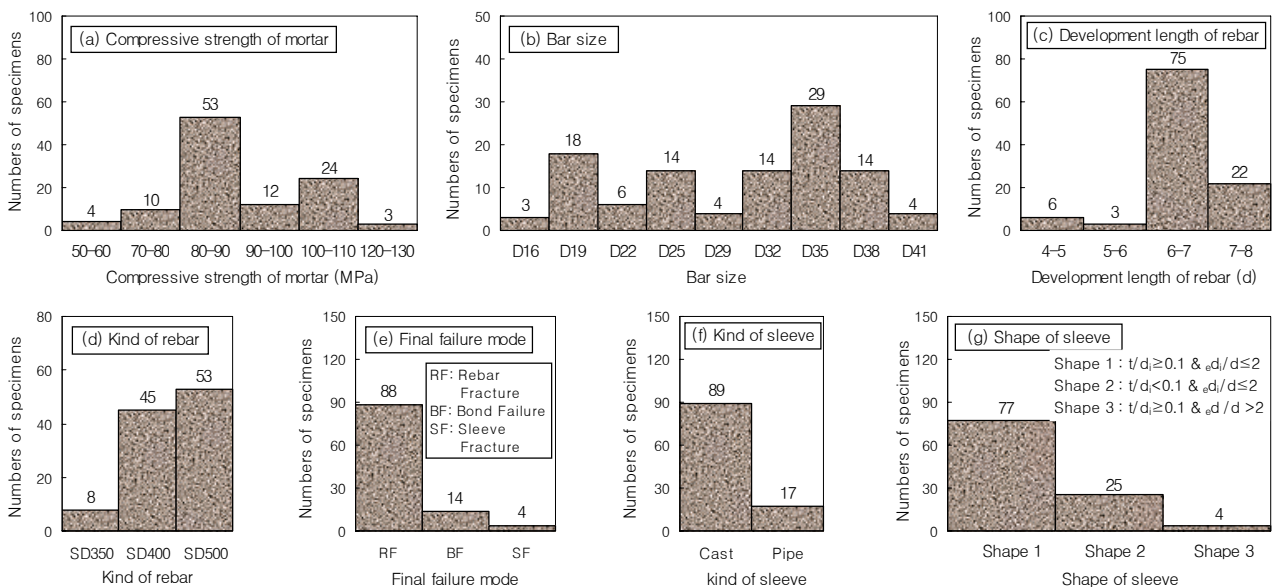


Fig. 1 Analysis of mortar-filled sleeve reinforcement splice specimen data

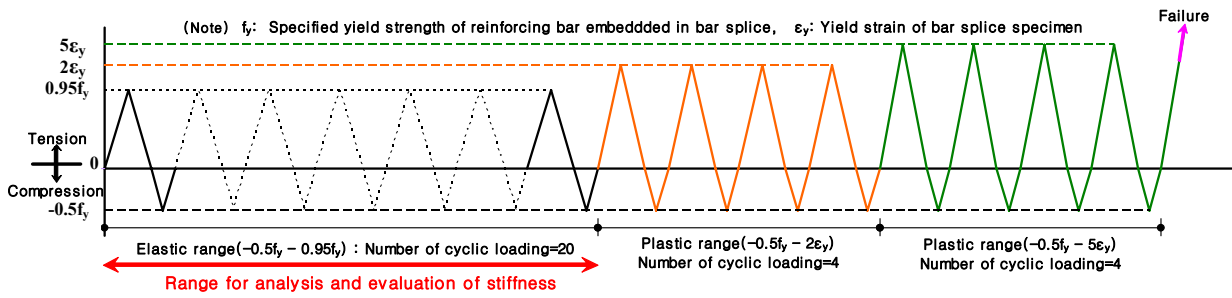


Fig. 2 Cyclic loading schedule

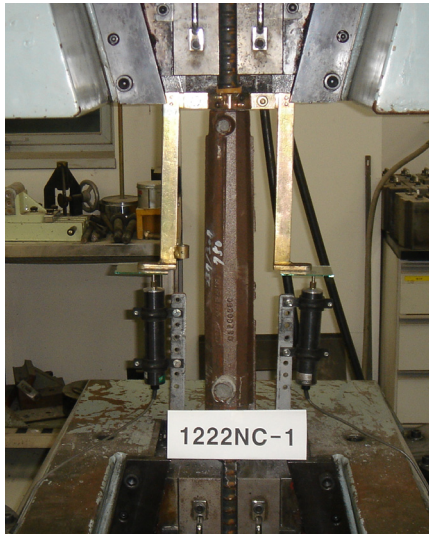


Fig. 3 Specimen setup for cyclic loading

생한 실험체가 80% 이상인 것으로 나타났다. 본 연구의 철근이음 실험체에 사용된 슬리브는 2가지로 주물형과 강관형이다. 그리고 본 논문의 철근이음의 슬리브는 기존의 저자 연구(Kim, 2004)에서 발표된 것과 같은 방법으로 슬리브 두께/슬리브 내경( $t/d_i$ )과 슬리브 단부 내경/슬리브 매입 철근직경( $c_d/d$ ) 값에 따라 각각 정리한 결과, 3종류의 슬리브 형상으로 분류할 수 있었다. 본 연구의 분석대상이 되는 모든 철근이음에 대한 반복가력은 AIJ 규준(Architectural Institute of Japan, 2010)에 의한 것으로 가력스케줄을 Fig. 2에 나타낸 것과 같이 탄성범위에서 인장과 압축을 20회, 소성범위의 소변형 단계에서 4회, 대변형 단계에서 4회를 각각 실시한 후에 인장방향으로 파괴가 되도록 하였다. 본 연구의 분석대상이 된 철근이음 실험은 3개의 그룹에 의하여 실시된 것으로 저자 연구팀에 의하여 62개, 일본 NMB 슬리브사에 의하여 27개, Asse 연구팀에 의하여 17개가 각각 추진되었다. 그리고 Fig. 3에 철근이음 실험체의 설치상황을 나타내었다.

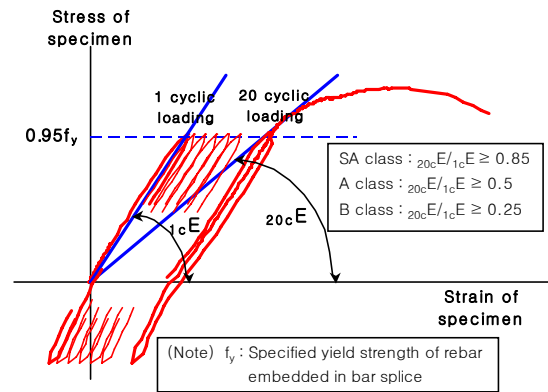


Fig. 4 Definition of stiffness under cyclic loading in mechanical splice (AIJ code)

### 3. 반복하중이 작용하는 고강도 모르타르 충전식 슬리브 철근이음의 강성에 대한 분석과 평가

본 연구에서는 반복하중이 작용하는 기존의 고강도 모르타르 충전식 슬리브 철근이음 실험데이터를 이용하여, 이 슬리브 철근이음이 보유하고 있는 주요한 구조인자가 반복하중이 작용하는 슬리브 철근이음의 강성에 끼치는 효과를 파악한 후에 AIJ 규준(Architectural Institute of Japan, 2010)에서 정하고 있는 반복하중 하에서의 강성을 만족시키는 최소한의 조건을 제시하고자 하였다.

Fig. 4는 반복하중이 작용하는 기계식 철근이음에 대하여 AIJ 규준에서 규정하는 강성 등급(SA급, A급, B급)에 대한 조건을 나타내었다. 그리고 국내규준이나 ACI 규준에서는 단조가력의 경우와 마찬가지로 반복하중이 작용하는 기계식 철근이음의 강성을 규정하는 내용은 없다.

Fig. 5~Fig. 12에서는 고강도 모르타르 충전식 슬리브 철근이음에 대한 반복하중 하에서의 강성을 슬리브에 매입된 철근 종류와 모르타르 압축강도로 구분하여 철근 정착길이에 따라서 각각 비교하였고, AIJ 규준에서 요구하

는 기계식 철근이음의 반복하중 하에서의 강성 등급도 나타내었다. Fig. 5~Fig. 12에서는 본 연구의 실험자료를 모르타르의 압축강도, 최종파괴형식, 슬리브 종류, 슬리브 형상과 같은 주요한 구조변수에 따라서 분류하였다. 그리고 Fig. 5~Fig. 12에서 모르타르 충전식 슬리브 철근이음의 실험체를 대표적인 슬리브의 형상이라고 할 수 있는 슬리브 두께/슬리브 안쪽지름( $t/d_i$ )과 슬리브 단부의 안쪽지름/철근의 공칭지름( $e_d/d$ )에 따라서 분류하여 표시하였다. 여기서 기존연구(Kim, 2004)에서와 같은 방법으로  $t/d_i$ 는 0.1,  $e_d/d$ 는 2를 경계로 분석대상의 철근이음 실험자료를 구분하였다.

Fig. 5는 SD350 철근과 주물 슬리브를 사용하고 모르타르의 압축강도가 80~100MPa이며 철근파단이 발생한 모르타르 충전식 슬리브 철근이음에 대한 반복하중 하에서의 강성에 대한 평가를 나타내었다. Fig. 5에 나타난 것과 같이  $t/d_i$ 가 0.1 미만이고  $e_d/d$ 가 2 이하인 슬리브의 형상을 하고 있는 슬리브로 제작된 2개의 실험체를 제외한 철근이음의 반복가력 강성은 모르타르의 압축강도와 슬리브의 형상에 상관없이  $20cE/1cE$ (20번째 가력 시의 강성과 1번째 가력 시의 강성의 비)가 0.85 이상으로 나타남에 따라서 AIJ 기준의 SA급이 되었고, SA급에 다소 미치지 못한 2개의 철근이음 실험체도 A급 강성의 범위에 여유있게 포함되었다.

Fig. 6은 SD400 철근과 주물 슬리브를 사용하고 모르

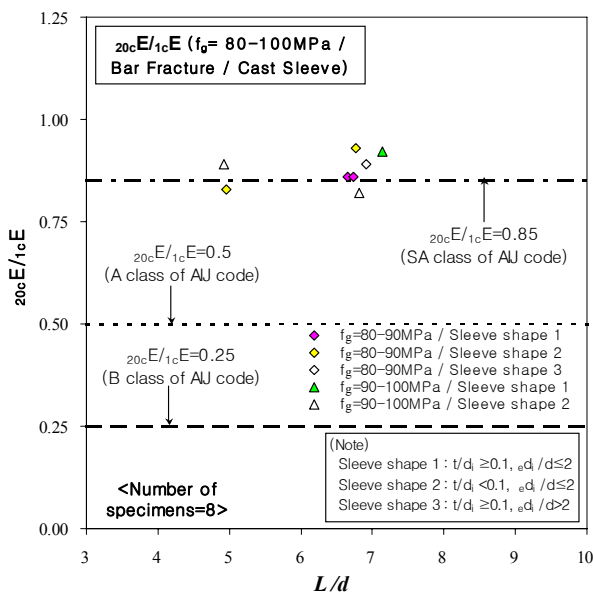


Fig. 5 Comparison of stiffness under cyclic loading (SD350,  $f_g=80\sim 100$ MPa)

타르의 압축강도가 50~80MPa이며  $t/d_i$ 가 0.1 이상이고  $e_d/d$ 가 2 이하인 슬리브의 형상을 하고 있는 모르타르 충전식 슬리브 철근이음에 대한 반복하중 하에서의 강성에 대한 평가를 표시하였다. Fig. 6에 표시한 것처럼 모르타르의 압축강도가 70~80MPa으로 철근파단이 발생한 실험체의 반복가력 강성은  $20cE/1cE$ 가 0.85 이상으로 나타남에 따라서 AIJ 기준의 SA급이 되었고, 모르타르의 압축강도가 50~60MPa으로 부착파괴가 발생한 실험체의 반복가력 강성은  $20cE/1cE$ 가 0.5 이상으로 나타남에 따라서 AIJ 기준의 A급 이상이 되었다.

Fig. 7은 SD400 철근과 주물 슬리브를 사용하고 모르타르의 압축강도가 80~90MPa인 모르타르 충전식 슬리브 철근이음에 대한 반복하중 하에서의 강성을 평가하여 보여주고 있다. Fig. 7에 나타난 것처럼 모르타르의 압축강도가 80~90MPa으로 주물 슬리브를 사용한 실험체의 반복가력 강성은 철근파단이 발생한 3개의 실험체를 제외하고  $20cE/1cE$ 가 0.85 이상으로 나타남에 따라서 AIJ 기준의 SA급이 되었고, SA급에 미달하는 3개의 실험체를 포함한 모든 실험체의 반복가력 강성은  $20cE/1cE$ 가 0.5 이상이 됨에 따라서 A급 이상으로 나타났다.

Fig. 8은 SD400 철근과 주물 슬리브를 사용하고 철근파단이 발생한 모르타르의 압축강도가 90~110MPa인 모르타르 충전식 슬리브 철근이음에 대한 반복하중 하에서의 강성에 대한 평가를 나타내었다. Fig. 8에 나타난 것

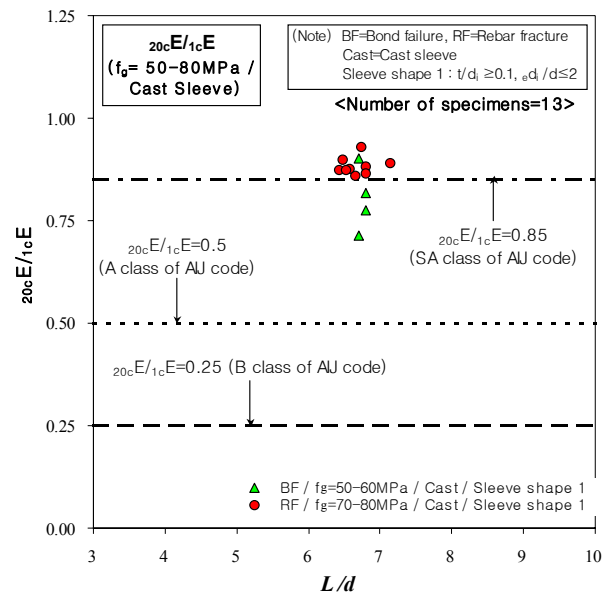


Fig. 6 Comparison of stiffness under cyclic loading (SD400,  $f_g=50\sim 80$ MPa)

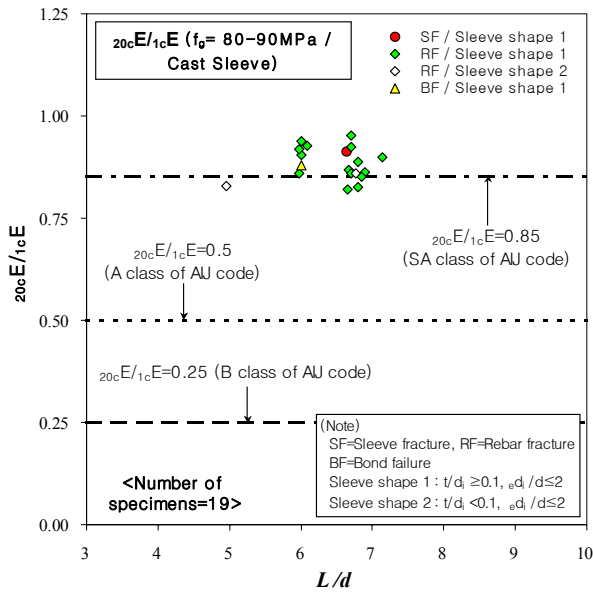


Fig. 7 Comparison of stiffness under cyclic loading (SD400,  $f_g=80\sim90\text{MPa}$ )

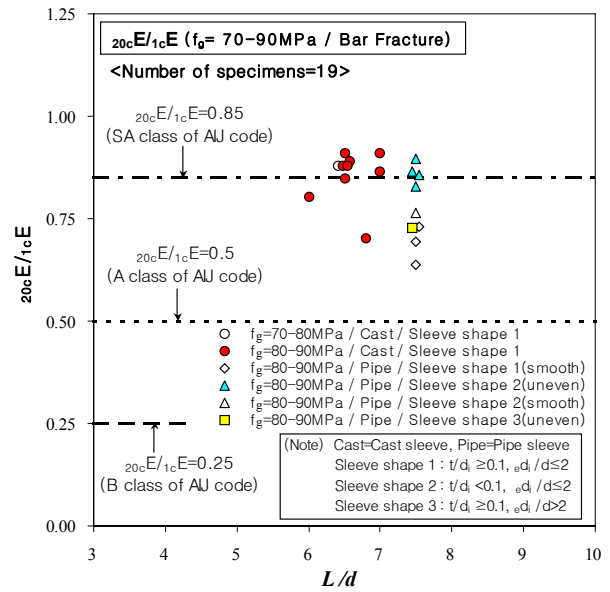


Fig. 9 Comparison of stiffness under cyclic loading (SD500,  $f_g=70\sim90\text{MPa}$ , fracture of reinforcing bar)

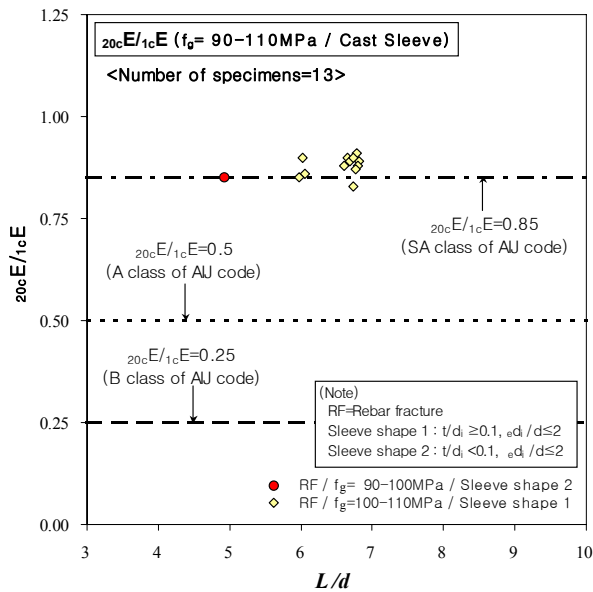


Fig. 8 Comparison of stiffness under cyclic loading (SD400,  $f_g=90\sim110\text{MPa}$ )

과 같이 모르타르의 압축강도가 90~110MPa으로 주물 슬리브를 사용한 실험체의 반복가력 강성은  $20cE/1cE$ 가 모르타르의 압축강도 100~110MPa인 1개의 실험체를 제외하고 0.85 이상으로 나타남에 따라서 AIJ 기준의 SA급이 되었고, SA급에 미달하는 1개의 실험체를 포함한 모든 실험체의 반복가력 강성은  $20cE/1cE$ 가 0.5 이상이 됨에 따라서 A급 이상이 되었다.

Fig. 9는 SD500 철근을 사용하고 철근파단이 발생한 모르타르의 압축강도가 70~90MPa인 모르타르 충전식 슬리브 철근이음에 대한 반복하중 하에서의 강성에 대한 평가 결과를 표시하였다. Fig. 9에 나타난 것처럼 주물 슬리브로 제작된 실험체의 반복가력 강성은 3개의 실험체를 제외하고  $20cE/1cE$ 가 0.85 이상이 됨에 따라서 AIJ 기준의 SA급이 되었고, SA급에 못 미친 3개의 실험체를 포함한 모든 실험체의 반복가력 강성은  $20cE/1cE$ 가 0.5 이상이 됨에 따라서 A급 이상으로 나타났다. 한편, 또한 Fig. 9에 나타난 것과 같이 강관 슬리브를 사용한 실험체에서 슬리브에 돌기가 있는 5개 강관 슬리브 철근이음 중의 3개 실험체는  $20cE/1cE$ 가 0.85 이상으로 나타남에 따라서 AIJ 기준 SA급의 반복가력 강성을 보였고, 슬리브에 돌기가 없는 모든 강관 슬리브 철근이음 실험체의 반복가력 강성은 SA급에 도달하지 못하면서 슬리브 돌기의 유무에 따른 차이를 보였다. 그러나 Fig. 9에 나타난 것처럼 철근파단이 발생한 모르타르 압축강도가 70~90MPa인 모든 실험체의 반복가력 강성은 모르타르 압축강도, 슬리브 종류, 슬리브 형상, 슬리브 돌기 유무에 상관없이  $20cE/1cE$ 가 0.5 이상으로 나타남에 따라서 AIJ 기준 A급 이상이 되었다.

Fig. 10은 SD500 철근을 사용하고 슬리브 파단이나 부착파괴가 발생한 모르타르의 압축강도가 80~90MPa인 모르타르 충전식 슬리브 철근이음에 대한 반복하중 하



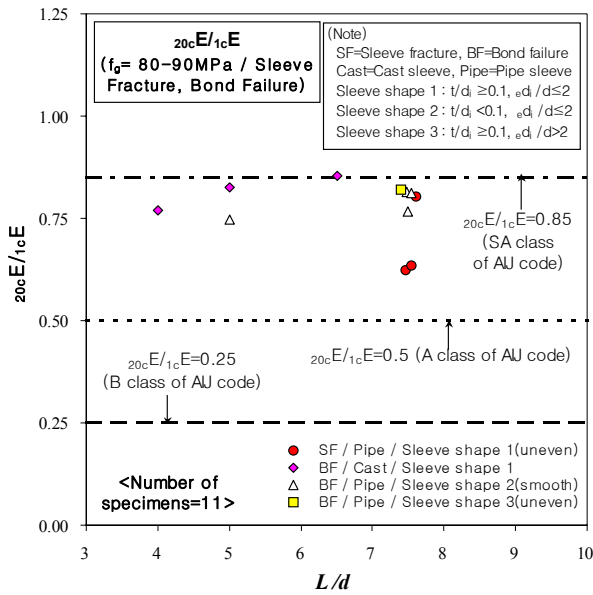


Fig. 10 Comparison of stiffness under cyclic loading (SD500,  $f_g=80\sim 90\text{MPa}$ , sleeve fracture/bond failure)

에서의 강성에 대한 평가를 나타내었다. Fig. 10에 표시한  $20cE/1cE$ 의 분포에서 알 수 있는 것과 같이 주물 슬리브를 사용한 1개의 실험체를 제외한 철근이음의 반복가력 강성은 AIJ 규준의 SA급에는 다소 못 미쳤지만 모든 철근이음 실험체는  $20cE/1cE$ 가 0.5 이상이 됨에 따라서 A급 이상인 반복가력 강성을 나타내었다. 여기서는 주물 슬리브를 사용한 경우는 강관 슬리브를 사용한 경우보다  $20cE/1cE$ 가 다소 높게 나타났지만 강관 슬리브에서 슬리브 돌기의 유무에 따른  $20cE/1cE$ 의 차이를 특정하기는 어려웠다.

Fig. 11은 SD500 철근과 주물 슬리브를 사용한 모르타르의 압축강도가 90~100MPa인 모르타르 충전식 슬리브 철근이음에 대한 반복하중 하에서의 강성에 대한 평가를 나타내었다. Fig. 11에 나타난 것처럼 모르타르의 압축강도가 90~100MPa으로 주물 슬리브를 사용한 실험체의 반복가력 강성은 철근 파단이 발생한 1개의 실험체를 제외하고  $20cE/1cE$ 가 0.85 이상으로 나타남에 따라서 AIJ 규준의 SA급이 되었고, SA급에 미달하는 1개의 실험체를 포함한 모든 실험체의 반복가력 강성은  $20cE/1cE$ 가 0.5 이상이 됨에 따라서 A급 이상인 것으로 나타내었다.

Fig. 12는 SD500 철근과 주물 슬리브를 사용한 모르타르의 압축강도가 100~130MPa인 모르타르 충전식 슬리브 철근이음에 대한 반복하중 하에서의 강성에 대한 평가를 나타내었다. Fig. 12에 표시한  $20cE/1cE$ 의 분포로부

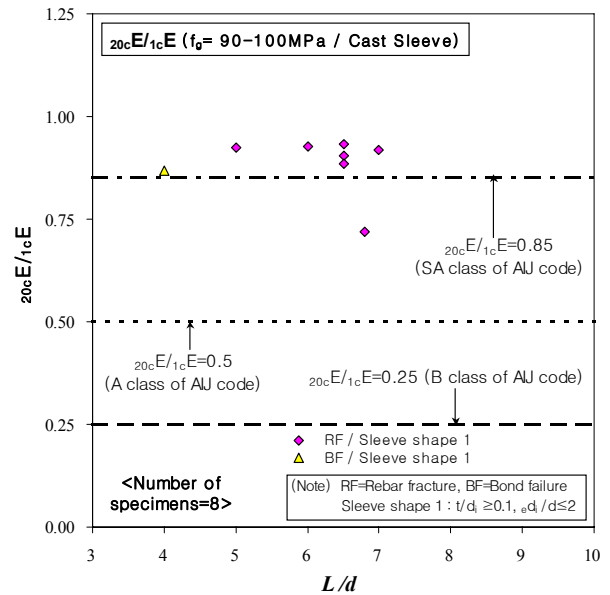


Fig. 11 Comparison of stiffness under cyclic loading (SD500,  $f_g=90\sim 100\text{MPa}$ )

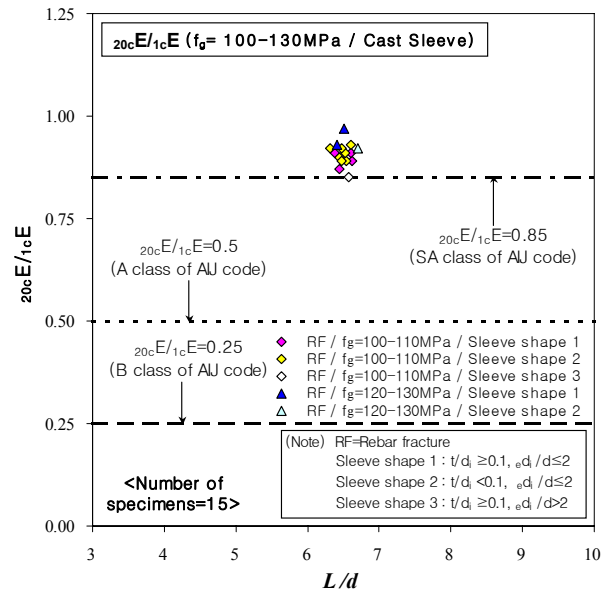


Fig. 12 Comparison of stiffness under cyclic loading (SD500,  $f_g=100\sim 130\text{MPa}$ )

터 모르타르의 압축강도가 100~130MPa으로 주물 슬리브를 사용한 모든 실험체의 강성은 모르타르의 압축강도와 슬리브의 형상에 상관없이 AIJ 규준의 SA급인 것으로 나타났다.

Fig. 13~Fig. 15에서는 슬리브에 매입된 철근종류 별로 가로축을 모르타르 압축강도( $f_g$ )와 철근의 직경에 대한 철근 정착길이 비(L/d)의 곱셈으로 나타내어서 반복

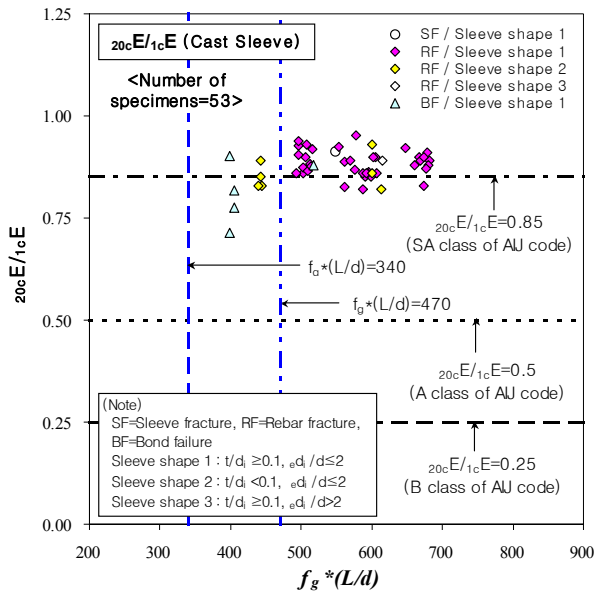


Fig. 13 Relationship for stiffness and  $f_g(L/d)$  under cyclic loading (SD350 and SD400)

하중이 작용하는 모르타르 충전식 슬리브 철근이음의 강성을 평가하였다. Fig. 13~Fig. 15의 가로축을  $f_g^*(L/d)$ 로 나타낸 것은 Fig. 5~Fig. 12의 강성에 대한 평가결과에서 파악된 것과 같이 반복하중이 작용하는 슬리브 철근이음에 대한 강성에 가장 영향이 있는 2개의 구조변수들 하나의 식으로 표현하기 위해서이다. 그리고 Fig. 13~Fig. 15에서도 Fig. 5~Fig. 12에서와 마찬가지로 최종과괴형식, 슬리브 종류, 슬리브 형상으로 분류하여 강성을 비교 분석하였다. 또한 SD350과 SD400의 차이에 따른 실험 결과 차이도 특별히 없는 것으로 나타나서 Fig. 13에 같이 표시하였다.

Fig. 13에 나타난 것과 같이 SD350과 SD400 철근을 사용하고 주물 슬리브로 제작된 모르타르 충전식 슬리브 철근이음에 대한 반복하중 하에서의 강성 평가에서 단조가력 하에서 AIJ 규준의 A급 강성에 대한 기준으로 제시한  $f_g^*(L/d)=340\text{MPa}$ (Kim, 2012)을 적용하면 이 범위 이상에 속하는 53개의 모든 철근이음 실험체의 반복가력 강성( $20cE/1cE$ )이 A급 이상으로 나타났다. 또한, Fig. 13에서는 AIJ 규준이 규정하는 SA급의 강성을 만족하는  $f_g^*(L/d)$ 의 조건을 목표 등급의 강성에 미달하는 확률이 5% 이하가 되도록 통계적인 방법으로 검토한 결과,  $f_g^*(L/d)=470\text{MPa}$ 의 확보가 필요한 것으로 나타났다.

Fig. 14에 나타난 것과 같이 SD500 철근을 사용하고 주물 슬리브로 제작된 모르타르 충전식 슬리브 철근이음에

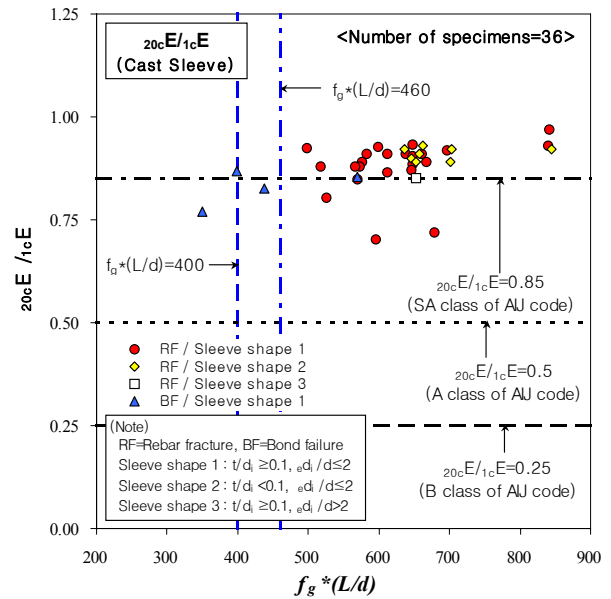


Fig. 14 Relationship for stiffness and  $f_g(L/d)$  under cyclic loading (SD500, cast sleeve)

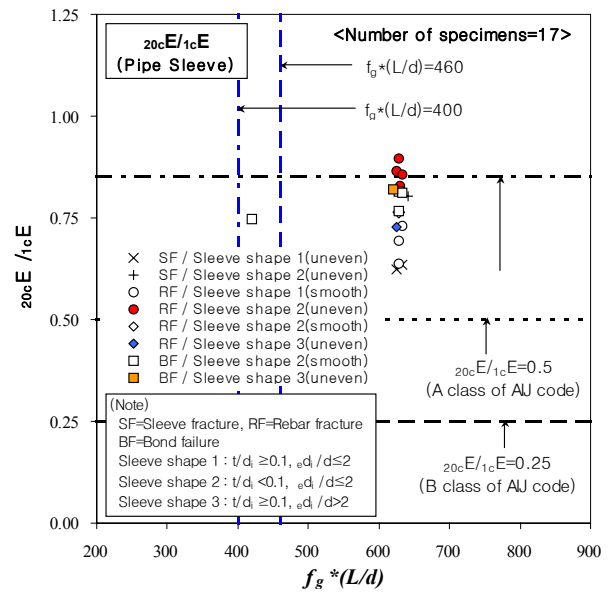


Fig. 15 Relationship for stiffness and  $f_g(L/d)$  under cyclic loading (SD500, pipe sleeve)

대한 반복하중 하에서의 강성 평가에서 단조가력 하에서 AIJ 규준의 A급 강성에 대한 기준으로 제시한  $f_g^*(L/d)=400\text{MPa}$ (Kim, 2012)을 적용하면 이 범위 이상에 속하는 34개의 모든 철근이음 실험체의 반복가력 강성( $20cE/1cE$ )도 A급 이상으로 나타났다. 또한, Fig. 14에서는 SD350과 SD400 철근을 사용한 경우와 마찬가지로 AIJ 규준이 규정하는 SA급의 강성을 만족하는  $f_g(L/d)$ 의 조건을 목표

등급의 강성에 미달하는 확률이 5% 이하가 되도록 하기 위해서는  $f_g \times (L/d) = 460\text{MPa}$ 의 확보가 필요한 것으로 나타났다.

Fig. 15에 나타난 것과 같이 SD500 철근을 사용하고 강관 슬리브로 제작된 모르타르 충전식 슬리브 철근이음에 대한 반복하중 하에서의 강성 평가에서도 단조가력 하에서 AIJ 규준의 A급 강성에 대한 기준으로 제시한  $f_g \times (L/d) = 400\text{MPa}$ (Kim, 2012)을 적용하면 이 범위 이상에 속하는 17개의 모든 철근이음 실험체의 반복가력 강성( $200E/10E$ )도 A급 이상으로 나타났다. 그리고 여기서 슬리브에 돌기가 있는 9개 강관 슬리브 철근이음 중에서 3개의 실험체는 AIJ 규준의 SA급 강성을 보였지만, 슬리브에 돌기가 없는 8개 모든 강관 슬리브 철근이음은 AIJ 규준의 SA급 강성에 미치지 못하는 결과가 나타났다.

#### 4. 결론

본 연구에서는 반복하중이 작용하는 고강도 모르타르 충전식 슬리브 철근이음의 강성에 대한 합리적인 검토를 목적으로 100여개 고강도 모르타르 충전식 슬리브 철근이음의 실험데이터를 이용하여 슬리브 철근이음이 보유하고 있는 구조인자가 반복하중이 작용하는 슬리브 철근이음의 강성에 미치는 효과를 파악하였고, AIJ 규준에 정해져 있는 강성 등급을 충족시키는 최소한의 조건에 대하여도 평가한 결과, 아래와 같은 결론을 얻었다.

- (1) SD350과 SD400 철근을 매입한 모르타르 충전식 주물 슬리브 철근이음에서  $f_g \times (L/d)$ 가 470MPa 이상이 된다면 AIJ 규준의 SA급 강성,  $f_g \times (L/d)$ 가 340MPa 이상이 된다면 AIJ 규준의 A급 강성을 최종과괴형식과 슬리브 형상에 상관없이 확보할 수 있는 것으로 나타났다.
- (2) SD500 철근을 매입한 모르타르 충전식 주물 슬리브 철근이음에서  $f_g \times (L/d)$ 가 460MPa 이상이 된다면 AIJ 규준의 SA급 강성,  $f_g \times (L/d)$ 가 400MPa 이상이 된다면 AIJ 규준 A급 강성을 확보할 수 있는 것으로 나타났다.
- (3) SD500 철근과 강관 슬리브를 사용한 모르타르 충전식 슬리브 철근이음에서  $f_g \times (L/d)$ 가 400MPa 이상이 된다면 AIJ 규준의 A급 강성을 확보할 수 있는 것으로 나타났다.

1. Architectural Institute of Japan, "Recommendation for Detailing and Placing of Concrete Reinforcement", 2010, pp.356-365. (in Japanese)
2. Ase, M., Abukawa, M. and Okata, T., "Study for practical application of grout filled connectors for high strength reinforcing bars(No. 1 Performance of the grout filled connector with SD490 reinforcing bars)", Summaries of Technical Papers of Annual Meeting Architectural Institute of Japan, C-2, Structures IV, 1996, pp.743-744. (in Japanese)
3. Japan Splice Sleeve Company, "Performance test result for bar connection using several NMB splice sleeve", Report for Performance Test According to Size of Reinforcing Bar, 1993, pp.1-5. (in Japanese)
4. Japan Splice Sleeve Company, "Report of experimental result for workability of NMB splice sleeve bar connection for RPC construction method", Report for Performance Evaluation of NMB Splice Sleeve 13U-X(D41) Bar Connection / Report for Performance Evaluation of NMB Splice Sleeve 13U-X(D41) and 11U-X(D35) Bar Connection, 1992/1993. (in Japanese)
5. Kim, H., "Comparative evaluation on strength of several grout-filled splice sleeve", Journal of the Korea Concrete Institute, vol. 16, No. 5, 2004, pp.635-643. (in Korean)
6. Kim, H., "Evaluation on stiffness of mechanical sleeve bar splice filling high-strength mortar under monotonic loading", Journal of the Korea Institute for Structural Maintenance Inspection, vol. 16, No. 4, 2012, pp.79-88. (in Korean)
7. Kim, H., "Experimental study on tensile strength and ductility of high strength grout-filled splice sleeve", Journal of Architectural Institute of Korea, vol. 18, No. 12, 2002, pp.35-42. (in Korean)
8. Kim, H., "Mechanical performance of grout-filled splice sleeve system under cyclic loading", Journal of Architectural Institute of Korea, vol. 14, No. 9, 1998, pp.73-81. (in Korean)
9. Kim, H., "Structural performance of mortar-filled sleeve splice for SD500 high-strength reinforcing bar under cyclic loading", Journal of the Korea Institute for Structural Maintenance Inspection, vol. 12, No. 6, 2008, pp.169-180.
10. Kim, H., "Structural performance of steel pipe splice for SD500 high-strength reinforcing bar under cyclic loading", Architectural Research, vol. 10 No. 1, 2008, pp.13-23. (in Korean)
11. Samsung Engineering & Construction. and Daedong MS, "Report for development and experimental study of grout-filled splice sleeve system", Report for Technical Development and Research, 1998. (in Korean)

Received : 07/09/2012

Revised : 10/29/2012

Accepted : 12/04/2012



---

## 요 지

본 논문에서는 반복하중이 작용하는 고강도 모르타르 충전식 슬리브 철근이음의 강성에 대한 합리적인 검토를 하기 위하여 100여개 고강도 모르타르 충전식 슬리브 철근이음의 실험데이터를 이용하여 슬리브 철근이음이 보유하고 있는 구조인자가 반복하중이 작용하는 슬리브 철근이음의 강성에 미치는 효과를 파악하였고, AIJ 규준에 정해져 있는 강성 등급을 충족시키는 최소한의 조건에 대하여 평가한 결과, SD350과 SD400 철근을 매입한 모르타르 충전식 주물 슬리브 철근이음에서  $f_g^*(L/d)$ 가 470MPa 이상이 된다면 AIJ 규준의 SA급 강성,  $f_g^*(L/d)$ 가 340MPa 이상이 된다면 AIJ 규준의 A급 강성을 최종파괴형식과 슬리브 형상에 상관없이 확보할 수 있는 것으로 나타났다. 또한 SD500 철근을 매입한 모르타르 충전식 슬리브 철근이음에서 주물 슬리브와 강관 슬리브를 사용한 경우는  $f_g^*(L/d)$ 가 400MPa 이상이 된다면 AIJ 규준의 A급 강성을 확보할 수 있는 것으로 나타났다.

**핵심 용어** : 고강도 모르타르 충전식 슬리브 철근이음, 강성, 반복하중, 평가

---