

# 개량 T-stub를 이용한 반강접 골조의 거동

## The Structural Behavior of the Frames with Semi-Rigid Connections Using Reformed T-stubs

이 명 재<sup>1)</sup> · 조 원 혁<sup>2)</sup>

*Lee, Myung Jae Cho, Won Hyuck*

**요 약 :** 본 연구의 목적은 개량 T-stub를 이용한 1층 1스팬 골조의 구조적 거동을 파악하고 중층규모의 건축물에 대하여 개량 T-stub의 적용가능성을 확인하기 위한 것이다. 연구방법으로 개량 T-stub 및 기존 T-stub를 이용한 반강접 골조의 반복가력실험을 하였으며 개량 T-stub의 플랜지 두께와 볼트중심거리를 변수로 하여 유한요소해석을 수행하여 그 결과를 실험결과와 비교하였다. 본 연구의 실험 및 해석결과로부터 개량 T-stub의 거동을 정성적으로 파악하고 반강접합부로서의 적용가능성을 확인하였다.

**ABSTRACT :** The objective of this study is to investigate the structural behavior of the beam to column connection with reformed T-stubs and to ascertain the application of semi-rigid connection with reformed T-stubs to middle high rise buildings. The tests of steel frame using semi-rigid connections with reformed T-stub and existing T-stub were performed under cyclic loading condition. Finite element analysis was also carried out and the results of FEM were compared with results of tests. The thickness of reformed T-stub and the distance of bolt were used for parameters in the analysis. The structural behaviors of reformed T-stub were understood qualitatively and the possibility of application of semi-rigid connections with reformed T-stubs was ascertained.

**핵심용어 :** 접합부, 반강접, 개량 T-stub, 골조실험, 유한요소해석

**KEYWORDS :** Connection, Semi-Rigid Joint, Reformed T-stub, Experimental Frame Test, Finite element analysis

1) 정회원, 중앙대학교 건축공학과 교수, 공학박사  
2) 전 중앙대학교 대학원, 공학석사, 현재(주)신도건설

본 논문에 대한 토의를 2001년 2월 28일까지 학회로 보내  
주시면 토의 회답을 게재하겠습니다.

## 1. 서론

강구조 건축물에서 접합부는 일반적으로 완전 고정이나 완전 핀이라는 가정 하에 해석과 설계를 하였으나 완전고정이나 핀접합으로 거동하는 외에 반강접으로 거동하는 경우에 대하여 미국 AISC 나 유럽의 Eurocode No.3 등에서는 반강접 접합부를 고려하고 있다.

기존 T-stub는 강성 및 내력면에서 강접합에 가까운 거동을 나타내고 접합부 자체에는 회전능력을 갖고 있지 못한 점에 착안하여 개량 T-stub는 그 자체에 회전능력이 있어서 그에 따라 강성도 반강접범주에 들어갈 수 있는 접합형식이다(문헌 1, 2, 3, 4).

이 연구에서는 개량 T-stub를 이용한 요소 및 접합에 관한 연구결과들을 종합적으로 확인하고 중충규모의 건축물에 대하여 개량 T-stub를 이용한 반강접 접합부의 적용가능성을 확인하기 위한 것으로서 개량 T-stub 반강접합부 및 기존 T-stub 반강접합부를 가진 골조의 거동을 파악하기 위하여 반복가력실험을 실시하였다. 또한 유한요소해석을 통하여 개량 T-stub의 형상변화에 따른 접합부의 내력을 조사하여 반강접합부로서의 실용화를 시도하고자 하였다.

## 2. 반강접합부 골조실험

### 2.1 구조재료시험

골조실험에 사용된 부재와 T-stub의 재료적 성질을 파악하기 위하여 강재의 인장강도시험을 실시하였다. 모든 부재 및 T-stub 제작에 사용된 H형강의 재질은 SS400으로서 인장강도시험에 사용된 시험편은 한국산업규격의 금속재료 인장시험편 B8081에 따라 제작되었다.

부재의 시험편은 기둥 부재 H-250×250×9×14의 플랜지에서 2개와 보 부재 H-350×175×

7×11의 플랜지에서 2개를 절편하여 제작하였고, T-stub의 시험편은 두께 14mm의 T-stub제작에 사용된 H-250×250×14×14의 플랜지와 두께 16mm의 T-stub제작에 사용된 H-350×350×16×16의 플랜지에서 각각 2개씩의 인장시험편을 제작하였다.

강재의 응력-변형도 관계를 측정하기 위하여 시험편의 중앙에 와이어 스트레인 게이지(W.S.G)를 양측에 부착하여 변형도를 측정하였고 가력은 100tf 용량의 만능시험기(U.T.M)을 사용하였다. 인장실험체 일람 및 시험결과를 표 1에 나타낸다. 모든 시험편의 최대응력도  $\sigma_u$ 의 70%와 항복응력  $\sigma_y$ 은 SS400의 설계기준강도  $F_y(2.4tf/cm^2)$ 보다 높은 것으로 나타났다.

표 1. 강재의 인장시험 결과

시험편	단면적 (cm <sup>2</sup> )	$\sigma_y$ (tf/cm <sup>2</sup> )	$\sigma_u$ (tf/cm <sup>2</sup> )	$\sigma_y / \sigma_u$	연신율 (%)
FMT14-1	3.19	3.17	4.56	0.70	32
FMT14-2	3.24	3.11	4.55	0.68	36
FMT16-1	4.09	3.04	4.44	0.68	45
FMT16-2	4.19	3.15	4.25	0.74	48
FBT-1	2.47	2.98	4.52	0.66	32
FBT-2	2.74	3.09	4.58	0.67	34
FCT-1	3.39	3.08	4.74	0.65	42
FCT-2	3.48	3.08	4.62	0.67	39

FMT : T-stub의 인장시험편

FBT : 보의 인장시험편

FCT : 기둥의 인장시험편

### 2.2 실험계획

본 실험의 골조형태는 그림 1과 같은 1층 1스팬 구조로서 좌·우 기둥하부의 경계조건은 핀지지로 하고 기둥중심간격은 3.4m, 핀 장치중심에서 보 중심까지의 높이는 1.7m로 하였다. 골조실험에 사용된 기둥부재는 H-250×250×9×14(SS400)으로서 길이 2.0m이고 기둥 하부에는 400mm×400mm 두께 30mm의 플레이트를 용접가공하여 4개의 22mm볼트구멍을 통하여 F10T

M20볼트로 핀 장치의 플레이트와 연결하였다. 보 방향의 플랜지에는 T-stub의 플랜지 측과 연결되도록 8개의 26mm볼트구멍을 내어 F10T M24볼트로 상·하 T-stub와 체결하였다. 가력 장치 측의 기둥은 직경 50mm의 구멍을 웨브에 가공하여 반복가력장치와 연결하였고 플랜지측에 20mm두께의 덧판을 대어 보강하였다. 또한 T-stub의 거동을 명확히 파악하고자 국부좌굴의 발생요인을 없애기 위한 스티프너를 보의 플랜지와 교차지점에 용접하여 보강하였다.

보 부재는 H-350×175×7×11(SS400)로서 길이 3050mm로 제작되었으며 좌·우 접합부 측의 상·하 플랜지에 각각 4개 씩의 볼트구멍으로 T-stub와 F10T M24볼트로 체결하였다. 보의 상부 플랜지 중앙에는 와트메카니즘(watt mechanism)과 연결되도록 15mm두께의 플레이트를 용접으로 부착하였다. 골조에 사용된 모든 부재와 T-stub의 연결은 토크렌치를 사용하여 표준볼트장력으로 체결하였다.

골조시험에 사용된 T-stub는 플랜지두께 14mm의 기존 T-stub(SRTF14 실험체)와 플랜지두께 14mm, 16mm의 개량 T-stub(SRRF14, SRRF 16 실험체)를 사용하였고 각각 SS400의 H-250

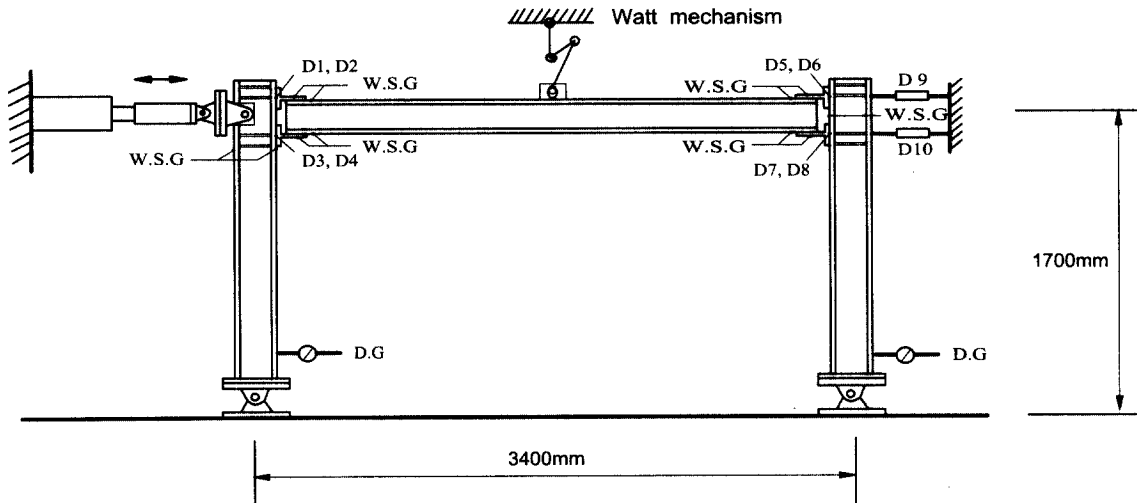


그림 1 . 골조 실험체의 형상 및 세팅상황

×250×14×14와 H-350×350×16×16을 이용하여 가공 제작하였다. 실험체 제작에 사용된 T-stub는 플랜지의 볼트중심간격을 120mm로 하였고 개량 T-stub의 경우 볼트체결 시에 두께 24mm의 돌출부를 함께 체결하여 초기장력을 주었다.

### 2.3 가력 및 측정

반강접합부를 이용한 골조의 거동을 알아보기 위하여 중심간격 9m×4.5m의 가력 프레임에 실험체를 설치하고 가력프레임의 바닥으로부터 보 중심까지 1820mm 높이에서 100tf용량의 오일 잭(Oil Jack)으로 반복가력하였고 가력하중 측정은 50tf용량의 로드셀을 사용하였다. 또한 골조의 면외 방향으로 변형을 방지하기 위하여 보의 중앙 상단부에 와트미캐니즘을 설치하여 가력프레임의 상부와 연결하였다.

골조의 횡변위를 측정하기 위하여 우측 기둥에서 보의 상·하 플랜지와 같은 높이에서 100mm 변위측정기(LVDT)를 설치하였다. 그리고 상·하 T-stub의 플랜지에 플래이트를 대고 각각의 T-stub에 2개씩의 LVDT를 설치하여 좌·우측 접합부의 회전각을 측정하였다. 이 때, 변위측정기는 가력프레임 바닥에 높이 2m의 보조장치를 설치하여 고정하였다.

또한 가력에 따른 부재의 변형도를 측정하기 위하여 보의 좌우 측의 상·하 플랜지에 와이어 스트레인 게이지(W.S.G)를 부착하였고 기둥부재에

는 상·하부 T-stub사이의 중간지점 높이의 플랜지에 W.S.G를 부착하였다. 모든 T-stub 웹의 변형도도 측정하였다.

골조의 가력은 처음 단계에서는 보의 전소성모멘트( $M_p$ )의 1/3까지 가력하고 제한하였으며 다음 단계에서는 골조의 층고인 1.7m의 15/1000 배까지, 세 번째 단계에서는 1.7m의 1/100정도의 추가변위가 발생한 후에 제한하고 다음 단계에서 최종가력하였다. 골조실험체의 접합부 측정상태를 그림 2에 나타내었다.

### 2.4. 실험결과 및 고찰

#### 2.4.1 하중-변위 관계

각 골조실험체의 가력종료시 최대하중과 횡변위, 접합부 최대모멘트와 회전각을 표 2에 나타낸다. 실험시 가력은 횡변위 60mm이상까지 가력하였다. 모든 골조실험체의 하중-변위관계가 가력 초기에 완만한 기울기를 나타내고 있으며 약간의 역S자 형태를 띄고 있는 것으로 나타났다.

플랜지 두께 14mm의 기존 T-stub를 이용한 골조 실험체 SRTF14 실험체의 하중-변위 관계를 그림 3에 나타낸다. 최종가력시 최대하중은 25.33tf, 최대변위는 77.4mm이었다. 가력도중 25.2tf에 도달하였을 때 왼쪽 접합부에서 소리가 나며 약간 볼트의 슬립현상이 발생하였고 22.82tf로 하중이 감소하였다. 그림 4는 개량T-stub로 구성된 SRRF14 실험체의 하중-변위 관계를 나타내고 있다. 초기강성은 SRTF14 실험체보다

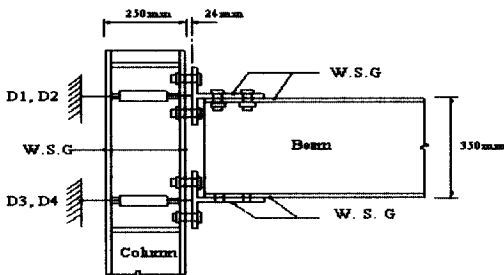


그림 2. 접합부의 측정상태

표 2. 골조 실험결과

실험체명	가력종료시 하중 (tf)	가력종료시 횡변위 (mm)	가력종료시 모멘트 (tf·cm)	가력종료시 회전각 (rad)
SRTF14	25.33	77.40	2153	0.0360
SRRF14	19.26	62.16	1637	0.0306
SRRF16	24.37	65.72	2072	0.0330

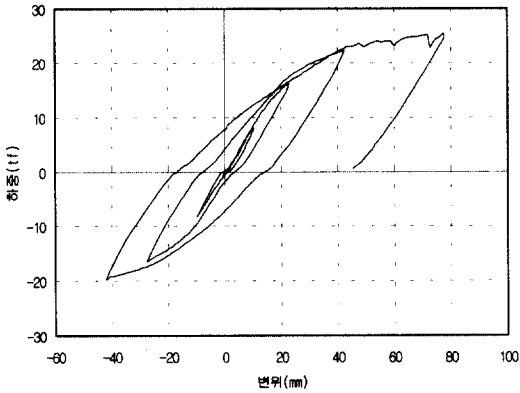


그림 3. SRTF14 실험체의 하중-변위 관계

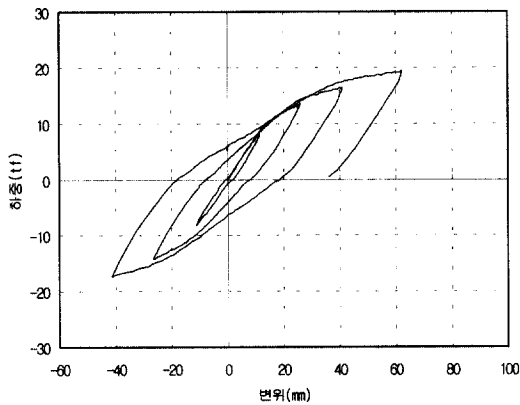


그림 4. SRRF14 실험체의 하중-변위 관계

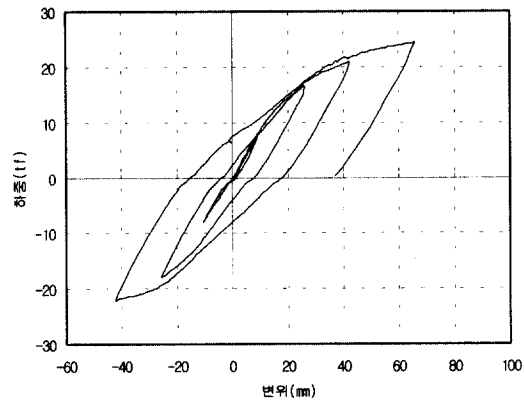


그림 5. SRRF16 실험체의 하중-변위 관계

낮게 나타났고 최종가력 후 최대하중 및 최대변위는 각각 24.37tf와 65.72mm이다. SRRF14 실험체의 내력은 초기강성과 마찬가지로 SRTF14 실험체에 비해 낮게 나타났고 기존 T-stub를 이용한 골조실험과 마찬가지로 가력단계별로 내력을 유지하고 있는 것으로 나타났다. 그림 5에는 SRRF16 실험체의 하중-변위 관계를 나타낸다.

초기강성 및 내력이 SRRF14보다 높게 나타나고 있으며 SRTF14 실험체와 강성 및 내력면에서 비슷한 경향을 나타내고 있다. 최종가력 24.37tf에서 변위는 65.72mm이었다. SRTF14 실험체와 마찬가지로 최종가력도중 21.02tf에서 우측 접합부에서 소리를 내며 약간 하중이 감소하였다. 그림 6에서 그림 11까지는 각 실험체의 보와 기둥의 하중-변형도 관계를 나타낸다. 모든 실험체에 있어서 골조의 변형은 개량 T-stub의 접합부 변형에 의존하여서 부재의 변형도는 탄성역에 머물고 있음을 볼 수 있다.

#### 2.4.2 모멘트-회전각 관계

골조실험의 접합부의 모멘트-회전각 관계를 조사하기 위하여 변위측정기(LVDT)로 측정한 상·하 T-stub의 플랜지 바닥의 순수변위를 구하고 T-stub간의 중심간격으로 나누어 회전각을 계산하였다.

또한 골조의 실험결과는 반복가력한 것이므로 접합부의 모멘트-회전각 관계를 단조가력시의 거동으로 표현하기 위하여 좌우측 접합부에 대하여 반복가력을 단계별로 나타내어 외곽선을 이어서 나타내면 각 실험체별로 각각 그림 12, 그림 13, 그림 14와 같이 된다. 그림에서는 Eurocode No.3의 접합부영역 분류체계도 함께 비교하였다. 보 부재의 재료시험으로부터 얻어진 실제 보의 항복응력  $\sigma_y$ (3.04tf/cm<sup>2</sup>)를 적용하였을 경우와 SS400의 설계기준강도  $F_y$ (2.4 tf/cm<sup>2</sup>)를 적용하였을 경우의 영역분류를 함께 나타내었다.

이와 같이 외곽선으로 나타나는 모멘트-회전각

관계의 실험결과를 뒤에 기술하는 개량 T-stub의  
 유한요소해석결과와 비교한 것이 그림 15, 그림  
 16, 그림 17이다.

SRTF14 실험체의 경우 초기강성은 같은 두께  
 T-stub를 사용한 개량형 실험체 SRRF14보다는  
 높으나 Eurocode No.3의 반강접(semi-rigid)

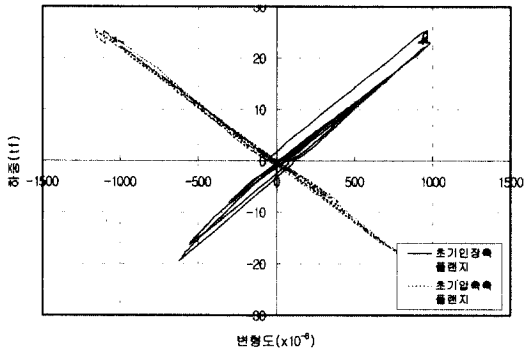


그림 6. SRTF14 실험체 보의 하중-변형도 관계

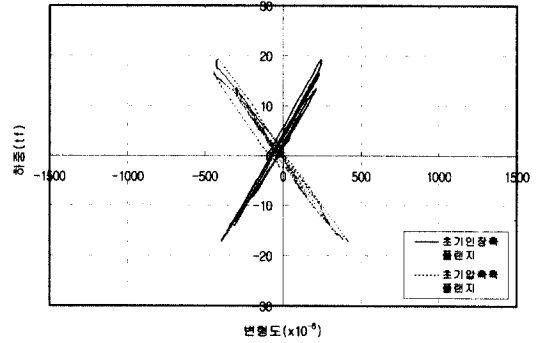


그림 9. SRRF14 실험체 기둥의 하중-변형도 관계

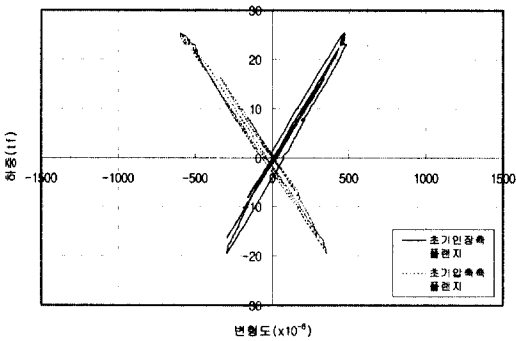


그림 7. SRTF14 실험체 기둥의 하중-변형도 관계

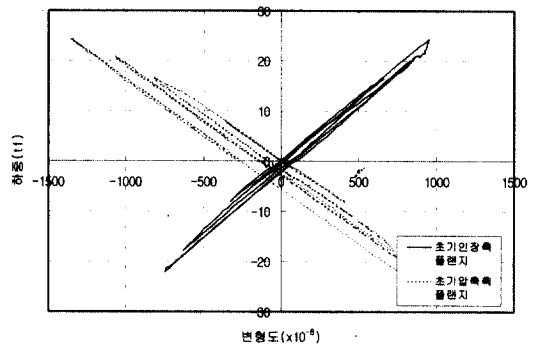


그림 10. SRRF16 실험체 보의 하중-변형도 관계

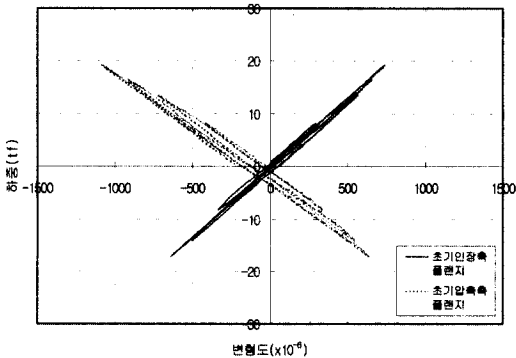


그림 8. SRRF14 실험체 보의 하중-변형도 관계

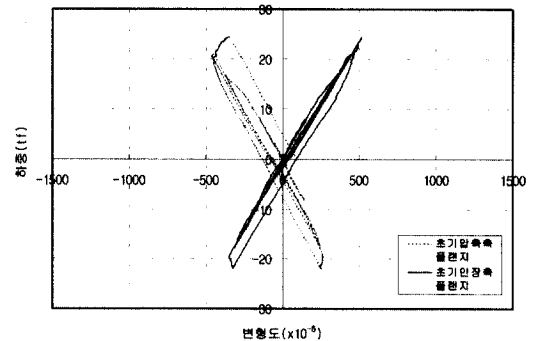


그림 11. SRRF16 실험체 기둥의 하중-변형도 관계

영역에 포함되고 있다. 내력면에서는 설계기준강도  $F_y$ 를 적용시켰을 때는 거의 강접(rigid)영역에 도달하고 있으나 실제 보의 항복응력  $\sigma_y$ 을 적용했을 때는 내력 역시 반강접영역에 포함되고 있다.

SRRF14 실험체의 경우는 초기강성이 실험체 중 가장 낮고 내력 또한 다른 실험체에 비하여 현저히 떨어지는 것을 확인할 수 있다. SRRF14 실험체는 초기강성 및 내력이 모두 반강접영역에 들어가고 있다.

SRRF16 실험체는 초기강성은 다른 실험체와 마찬가지로 반강접영역에 포함되고 있으며 내력면에서는 보의 설계기준강도  $F_y$ 를 사용한 경우의 Eurocode No.3에서는 거의 강접에 도달하는 것으로 나타났고 실제 보의 항복응력을 적용하였을 때는 반강접영역에 포함되는 것을 볼 수 있다. Eurocode No.3의 영역분류체계에서 실제 보의 항복응력  $\sigma_y$ 을 적용하였을 경우와 설계기준강도  $F_y$ 를 적용하였을 경우가 내력면에서 반강접 영역 구분에 있어 차이를 나타냈으며, 이로 인하여 실제 보의 항복응력을 적용하였을 경우, 모든 실험 결과가 내력 면에서도 반강접영역에 포함되고 있음을 확인할 수 있다.

### 3. 유한요소해석

#### 3.1 해석모델 및 해석방법

개량 T-stub의 거동으로서 접합부의 모멘트-회전각 관계를 조사하여 실험결과와 비교하고 T-stub의 두께, 볼트중심거리 등의 변화에 따른 영향을 알아보려고 유한요소해석을 실시하였다.

유한요소해석용 프로그램은 Ansys ver 5.3을 사용하였으며 T-stub요소의 압축과 인장해석을 실시하여 모멘트-회전각 관계를 산정하였다.

해석의 변수로는 T-stub의 플랜지 두께(t)를 14, 16, 18, 20, 22(mm)로, 볼트중심거리(L)를 100, 120, 140, 160(mm)로 증가시켰다.

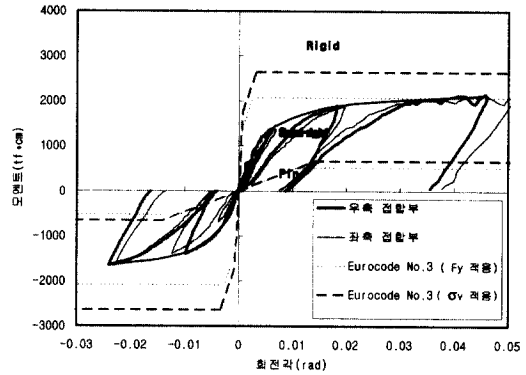


그림 12. SRRF14 실험체의 모멘트-회전각 관계

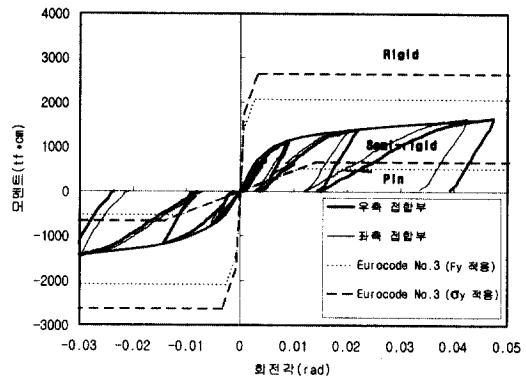


그림 13. SRRF14 실험체의 모멘트-회전각 관계

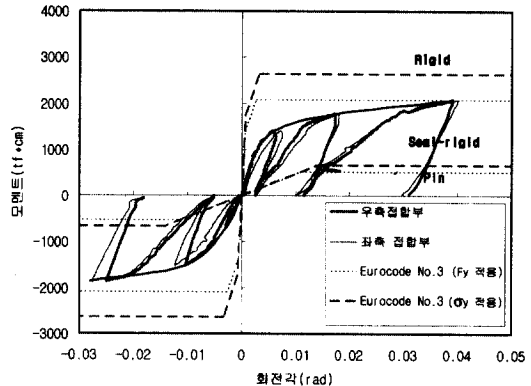


그림 14. SRRF16 실험체의 모멘트-회전각 관계

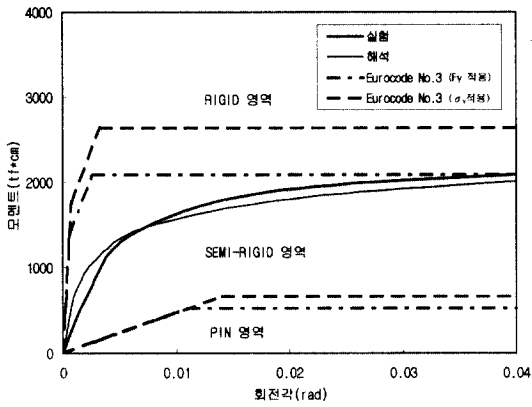


그림 15. SRTF14 실험체의 모멘트-회전각 관계

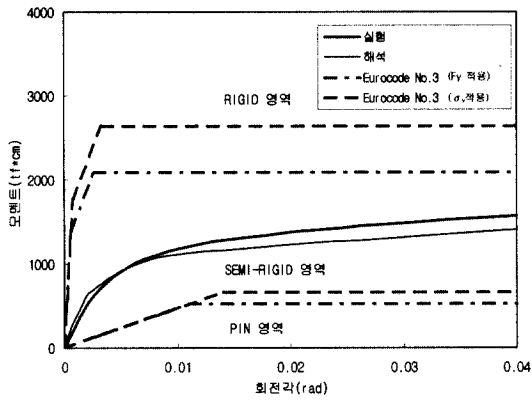


그림 16. SRRF14 실험체의 모멘트-회전각 관계

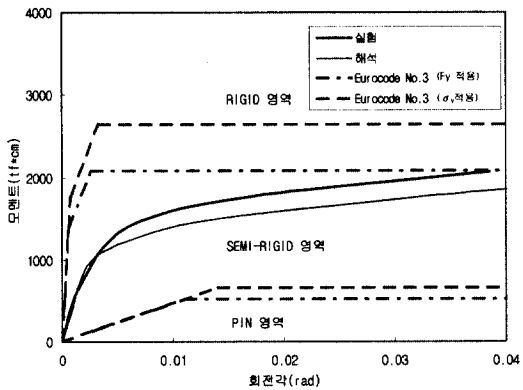


그림 17. SRRF16 실험체의 모멘트-회전각 관계

해석모델의 웨브 두께는 16mm, 볼트구멍은 직경 26mm로 하고 돌출부의 돌출길이는 24 mm로서 실제 실험체와 동일하게 하였다.

풀조실험에 사용된 실험체와 같은 형상으로 3차원 Solid형상으로 모델링(그림19)을 하였으며 경계조건은 그림19와 같이 하였다. T-stub의 탄소성 해석을 위하여 Multi-linear로 재료의 응력-변형도 관계를 적용하여 재료의 탄성계수, 항복응력 및 변형도 경화구간은 인장강도시험의 결과를 사용하였다(그림18). 모델의 응력-변형도 관계를 그림 18에 나타낸다.

T-stub의 유한요소 해석모델은 모델형성과 해석의 효율화를 위하여 압축 및 인장해석 모델의 형상이 대칭인 것을 이용하여 요소의 1/2만을 대상으로 하였으며 대칭성을 적용한 경계부분에 Symmetry B.C(Boundary Condition)을 적용하였다. 해석모델의 요소형성은 10개의 절점(node)을 가지고 있으며 각 절점마다 X,Y,Z 방향의 이동과 회전 자유도를 가진 삼각뿔 형태의 모델을 사용하였다.

가력시 모델의 경계조건으로서 압축 및 인장해석 모두 돌출부 바닥의 모든 절점에 pin지지를 형성하고 그 지점에 스프링요소를 이용하여 1차선형 스프링효과를 두어 실제 거동에 근접하도록 하였다. 해석모델의 요소형성 후 모습을 그림 19에 나타내고 돌출부의 경계조건상황은 그림 20에 나타낸다. T-stub의 변위 측정은 플랜지 바닥 중앙부의 절점을 측정하고 이 값으로 모멘트-회전각 관계를 다음과 같이 산정하였다.

$$M = P \times d \quad (1)$$

$$\theta_j = (\delta_i + \delta_c) / d \quad (2)$$

여기서,  $P$  : 압축 및 인장시 하중

$d$  : 압축축과 인장축 T-stub와의 중심거리

$\delta_c, \delta_i$  : 압축 및 인장측 개량 T-stub의 변위



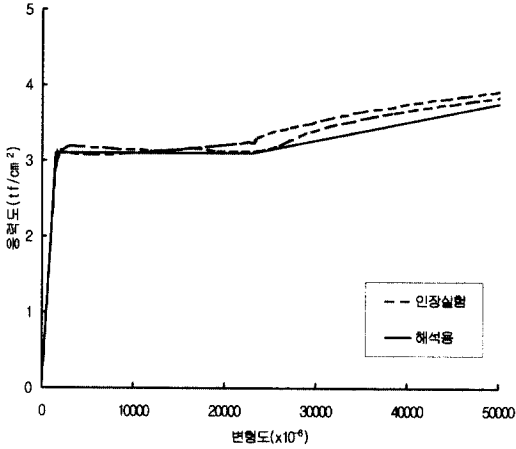


그림 18. 해석모델의 응력-변형도 관계

그림 19. 해석모델의 형상

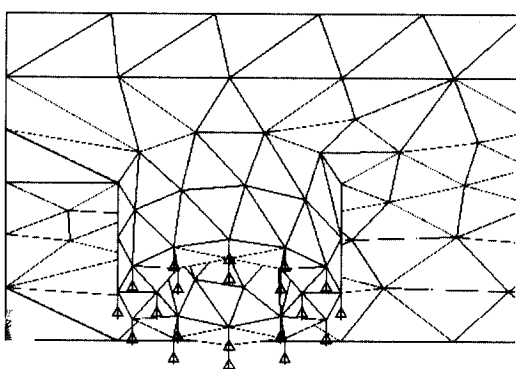


그림 20. 해석모델의 경계조건

그림 21. 인장 및 압축해석 후 변형모습

개량 T-stub의 압축해석 및 인장해석 후의 변형모습과 응력분포상태를 그림 21에 나타내었다.

### 3.2 해석결과

골조실험에 사용된 기존 T-stub 및 개량 T-stub의 해석결과를 이용한 모멘트-회전각관계를 그림 15에서 그림 17에 실험결과와 함께 나타내어 비교하였다. 기존 T-stub를 이용한 SRTF14 실험체의 실험결과와 해석결과와의 비교에서 초기강성은 실험값이, 내력면에서 해석값보다 다소 낮은 것으로 나타났다. 개량 T-stub 실험체의 경우는 초기강성은 어느 정도 일치하면서 유사한 거동을 보이고 있으나 내력면에서는 다소 차이를 보이고 있다. 그렇지만 내력면에서는 실험결과보다 해석결과가 낮게 나타나고 있으므로 해석결과는 실제 내력을 안전측으로 평가하고 있다고 볼 수 있다.

그림 22는 볼트중심거리 120mm인 개량 T-stub의 모멘트-회전각 관계로서 플랜지 두께 변화에 따른 해석결과를 비교하였으며 실험에 사용된 보의 설계기준강도를 사용한 전소성모멘트와 함께 비교하였다. 모멘트-회전각 관계에서 개량 T-stub의 플랜지 두께증가에 따른 초기강성과 내력이 증가하는 경향을 볼 수 있다. 플랜지 두께 16mm의 개량 T-stub에 대하여 볼트중심거리 변화에 따른 해석결과를 비교하여 그림 23에 나타내었다. 그리고 T-stub의 플랜지 두께변화 보다는 볼트중심거리가 짧아질수록 상대적으로 내력이 상승하는 정도가 더욱 커지는 것으로 파악되었다.

표 3. 개량 T-stub를 사용한 반강접합부의 초기강성과 내력

T-stub의 플랜지 두께 (mm)	보의 춤 H=350				보의 춤 H=400			
	볼트중심거리 (mm)				볼트중심거리 (mm)			
	100	120	140	160	100	120	140	160
14	1975 485410	1570 336710	1297 281320	1100 214670	2300 627450	1780 434690	1517 363640	1285 277330
16	2253 548730	1832 424100	1540 336710	1282 261630	2617 708690	2139 547370	1793 434690	1487 338000
18	2270 577290	2062 485410	1699 389360	1511 310080	2920 745520	2382 627460	1983 503020	1758 400590
20	2545 602970	2300 515490	1945 434680	1643 356270	3179 779030	2658 664540	2257 562160	1906 460260
22	2950 644370	2545 557930	2087 475320	1877 398680	3383 832000	2941 720970	2440 613570	2162 515050

T-stub의 플랜지 두께 (mm)	보의 춤 H=450				보의 춤 H=500			
	볼트중심거리 (mm)				볼트중심거리 (mm)			
	100	120	140	160	100	120	140	160
14	2625 787170	2063 545670	1685 456420	1444 3480010	2889 964490	2281 669260	1870 559650	1592 426960
16	2963 889310	2419 687320	2003 545670	1678 424130	3262 1090910	2668 843140	2217 669260	1851 520030
18	3320 935740	2715 787160	2209 631440	1978 502680	3678 1146670	2991 964490	2450 773610	2185 616330
20	3590 978990	3022 835130	2520 704990	2150 577540	3980 1200000	3331 1023890	2791 864320	2375 708130
22	3819 1044840	3323 904850	2723 770250	2421 646300	4223 1280400	3685 1109680	3023 943330	2680 792430

T-stub의 플랜지 두께 (mm)	보의 춤 H=550				보의 춤 H=600			
	볼트중심거리 (mm)				볼트중심거리 (mm)			
	100	120	140	160	100	120	140	160
14	3180 1159840	2500 805120	2090 6730010	1780 513400	3422 1375000	2740 953560	2240 796900	1967 608100
16	3583 1313230	2931 1012520	2438 805120	2271 625700	3981 1555560	3195 1200800	2656 953560	2306 741130
18	4038 1380490	3286 1159840	2709 930920	2430 741560	4360 1633950	3584 1375000	2933 1103940	2659 878370
20	4340 1443880	3657 1233120	3060 1040440	2649 852010	4742 1711110	3910 1459720	3326 1232000	2923 1009190
22	4632 1542230	4038 1334910	3318 1136550	2942 953440	5024 1822490	4400 1579490	3610 1344980	3206 1129330

주) 보의 춤에 따른 각각의 개량 T-stub에 대하여 상측에 최대내력( $tf \cdot cm$ ), 하측에 초기강성( $tf \cdot cm/rad$ )을 나타낸다.

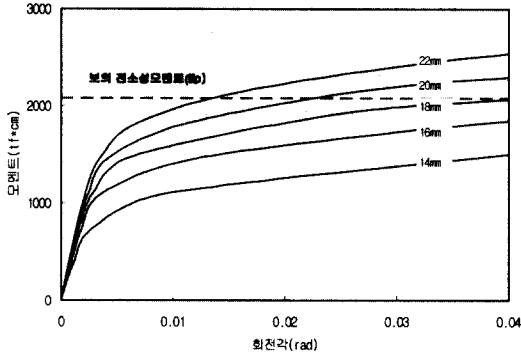


그림 22. 플랜지 두께변화에 따른 모멘트-회전각 관계 (볼트중심거리 120mm)

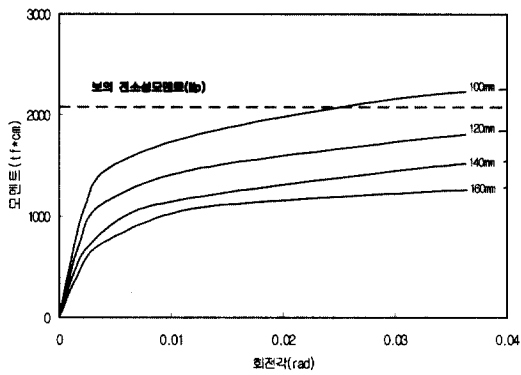


그림 23. 볼트중심 거리변화에 따른 모멘트-회전각 관계(플랜지 두께 16mm)

### 3.3 개량 T-stub를 사용한 기둥-보 접합부

유한요소해석으로 구한 개량 T-stub의 압축 및 인장 해석결과를 이용하여 보의 춤 변화에 따른 모멘트-회전각 관계를 산정하고 이로부터 초기강성과 최대내력의 값을 표로서 정리하였다. 개량 T-stub의 볼트중심거리가 100mm에서 160mm까지, 플랜지 두께는 14mm에서 22mm까지의 모두 20개의 개량 T-stub에 대한 해석결과를 가지고 상용되는 보의 춤(H)인 350mm, 400mm, 450mm, 500mm, 550mm, 600mm인 각각의 경우에 대하여 초기강성과 최대내력을 표 3에 정리하였다.

## 4. 결론

개량 T-stub 및 기존 T-stub 반강접합부를 가진 강구조 골조에 관한 역학적 거동을 실험과 해석에 의하여 고찰한 결과를 다음과 같이 요약할 수 있다.

- 1) 골조실험결과에서 설계기준강도( $F_y$ )를 적용한 Eurocode No.3의 접합부 분류에서는 내력이 강점영역에 도달하는 실험체도 있으나 실제 보의 항복응력( $\sigma_y$ )을 적용한 Eurocode No. 3의 분류에서는 모든 실험체가 초기강성 및 내력 면에서 반강점영역에 포함되고 있다.
- 2) 접합부 모멘트-회전각 관계에서 개량 T-stub를 이용한 반강접합부가 기존 T-stub로 이루어진 접합부보다 초기강성 및 내력 면에서 낮게 나타나서 반강점으로서의 응력분배가 원활해질 수 있다.
- 3) 개량 T-stub요소의 유한요소 해석결과를 골조실험의 접합부 모멘트-회전각 관계와 비교하였을 때 비교적 양호한 대응을 보였으며 접합부의 정성적인 거동예측이 가능한 것으로 사료된다.
- 4) 개량 T-stub를 사용한 반강접합부의 초기강성과 내력은 표 3과 같이 제안될 수 있다.

## 감사의 글

본 연구는 1998년도 한국과학재단 특정기초연구 "건축물 구조설계에서 반강접 접합부의 실용화(과제번호 96-062-03-01-3)"의 지원으로 수행되었다.

## 참고 문헌

1. 유봉현, 이명재, 김원기, "개량 T-stub 반강접합부의 기초적 연구", 한국강구조학회 논문집, 제9권 제4호 (통권33호), 1997. 12

2. 유봉현, "개량 T-stub를 이용한 기둥-보 접합부의 역학적 거동", 중앙대학교 대학원 석사학위 논문, 1998. 2
3. 양명숙, "개량 T-stub 반강접합부의 거동에 관한 실험적 연구", 중앙대학교 대학원 석사학위 논문, 1999.2
4. 원혁 외 3인, "반강접합을 위한 개량 T-stub 요소의 가력실험", 한국강구조학회 학술발표대회논문집, 1998. 6
5. ECCS, 「Desion of Steel Structures Eurocode No. 3」, vol 1. 1992
6. Council on Tall Buildings and Habitat, "Semi-Rigid Connections in Steel Frames", McGraw Hill, 1993

(접수일자 : 2000년 4월 21일)