

# 각형강관 트러스의 N형 접합부의 거동

## Behavior of N-joints using Square Hollow Sections in Truss

이 상 호<sup>1)</sup> · 이 상 섭<sup>2)</sup> · 배 규 웅<sup>3)</sup> · 문 태 섭<sup>4)</sup>

*Lee, Sang Ho · Lee, Sang Sup · Bae, Kyou Woong · Moon, Tae Sup*

**요 약 :** 본 연구는 각형강관을 이용한 프렛트러스의 N형 접합부의 거동을 연구하는 것으로 접합부를 보강하지 않고 접합형상만을 변화시켜 접합부의 구조적 특성을 향상시키는 데 그 목적이 있다. 주요변수는 주관에 대한 지관의 폭비, 압축지관과 인장지관 사이의 겹크기비와 편심비 등이며, 지관회전 여부에 따라 분류, 정방형(NSE계열)과 지관 45° 회전형(NPE계열)에 대한 각종 변수별 내력과 변형성상을 실험을 통해 규명하였으며, 지관을 45° 회전할 경우 최대내력 및 변형성상이 개선됨을 밝혀내었다. 또한, 실험결과로부터 각 계열별 평균극한강도식을 도출하였으며, NSE계열의 경우 현행 유럽의 기준식을 국내 실정에 맞도록 수정, 제안하였고, NPE계열은 편심비의 영향을 고려할 수 있는 실험식을 제안하였다.

**ABSTRACT :** The aim of this paper is to examine the behavior of the N-joints using square hollow sections and to improve the structural performance without reinforcing the joints. The selected parameters are the ratio of web to chord width, gap to chord width and eccentricity to chord width.

Comparison between test results and codes shows the fact that the NPE-type has superior structural properties to the NSE-type in ultimate strength and deformation capacity. The experimental formulae based on the regression analysis are proposed. Ultimate strength formula employed in eurocode 3 is revised and proposed for the NSE-type. And ultimate strength formula including the eccentricity to chord width ratio which effects on the ultimate strength is proposed for the NPE-type.

**핵심용어 :** 정방형, 지관45° 회전형

**KEYWORDS :** NSE-type, NPE-type

1) 한양대학교 대학원 건축공학과 석사  
2) 한양대학교 대학원 건축공학과 박사과정  
3) 정회원, 선임연구원, 한국건설기술연구원, 공학박사  
4) 정회원, 한양대학교 교수, 포항제철 석좌교수, 공학박사

본 논문에 대한 토의를 1999년 12월 31일까지 학회로 보내 주시면 토의회답을 게재하겠습니다.

## 1. 서 론

대공간 구조물의 필요성이 대두됨에 따라 이 요구를 충족시키기 위해 많은 구조시스템들이 채택되어져 왔고, 트러스구조는 이러한 구조시스템들 중의 하나로, 일반적으로 강관을 많이 사용하는데, 이것은 단위생산비용이 비싸다는 단점 외에는 압축좌굴과 비틀림에 대한 우수한 성능이나 구조체 전체의 자중 경감, 또한 시공시 부재의 취급이나 양중, 세우기가 보다 쉽다는 장점들을 들어 최근 외국에서는 철골 트러스를 구성하는데 강관을 이용해서 대부분 설계, 시공하고 있다. 하지만 국내에서는 이 분야에 대한 연구가 전무하다고 보아도 과언이 아닐 정도로 미미하며, 접합부의 내력을 확인하는데 국내생산 각종강관의 특성이 고려되지 않은 외국의 규준을 참고할 수밖에 없는 실정이었다. 따라서 본 연구는 트러스 접합부 형상 중 가장 일반적인 프랫트러스의 N형 접합부에 대해 기존의 정방향과 본 연구의 관심대상인 지관 45° 회전형에 대한 구조적 특성들을 실험을 통해 밝히고, 기존의 연구결과 및 현행 규준식과 비교, 분석하여, 향후, 각종강관 트러스 접합부에 대한 설계 규준의 정립시 기초적 자료를 제공하고자 한다.

## 2. 재료시험 및 갭 N형 접합부 실험

실험체 제작에 사용된 강재의 기계적 성질을 파악하기 위하여 KS B 0801의 금속재료 인장시험편 규정에 따라 접합부 실험에 사용되는 냉간성형 각종강관과 동일한 각종강관에서 용접부를 제외한 2곳의 평판부에서 강관의 축방향으로 평행하게 2개씩을 절취한다. 인장강도 시험은 KS B 0802 금속재료 인장시험편 시험방법에 의해 만능시험기로 실시하며, 대표적으로 주관에 사용된 150×150×4.5 강관의 시험결과를 그림 2.1에 나타내었다.

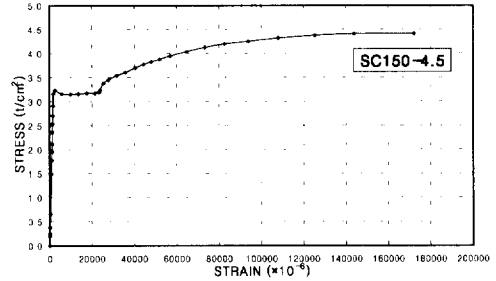


그림 2.1 인장시험편의 응력도-변형도 관계곡선

항복응력도는 3.18~3.54t/cm<sup>2</sup>로 설계기준강도 2.4t/cm<sup>2</sup>(SPSR400)보다 높게 나타났으며, 항복비도 0.72~0.81로 일반적인 항복비 0.7내외보다 높게 나타나고 있는데, 이는 냉간소성가공에 의한 냉간소성하중에 기인한 것으로 생각된다.

### 2.1 갭 N형 접합부 실험

N형 독립접합부 실험체는 프랫트러스에서 그림 2.2와 같이 중앙부에 하향 하중이 작용할 때, 하중지점 부근의 압축주관과 압축 및 인장지관이 만나는 절점을 실험 대상으로 선정한다.

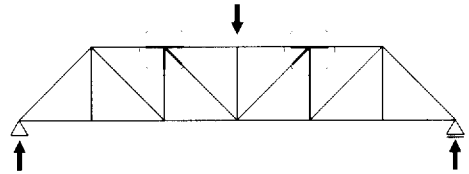


그림 2.2 프랫트러스 N형 독립 실험체 추출모델

하중지점 부근의 주관부재는 스패ن내에서 가장 큰 압축력을 받으므로 접합부 내력상 가장 불리한 곳이다. 따라서, 설계시 이 지점의 접합부 내력이 안전축이면 다른 절점은 당연히 안전한 것으로 판단하여 설계하고 있다. 이러한 이유로 본 연구에서도 하중지점에서 가장 가까우며 주관이 가장 큰 압축력을 받고 있는 곳을 실험대상으로 선정한다. 그림 2.2와 같은 프랫트러스의 하중지점 부근의 절점은 주관의 양단이 압축력을 받고

있음에도 불구하고 실험실 여건상 한쪽 주관에는 축력이 가해지지 않는 그림 2.3과 같은 모델로 독립 실험체를 계획한다.

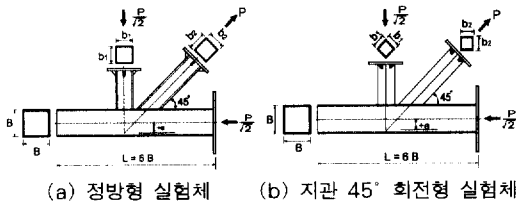


그림 2.3 겹 N형 접합부 실험체의 형상

이러한 실험에 대한 오차는 주관에 미리 축력이 작용하고 있는 경우와 작용하지 않는 경우의 접합부 내력을 비교할 때, 접합부 내력에는 큰 차이가 없다는 많은 연구보고에 따라 무시할 만하며, 본 연구의 실험체도 주관에 미리 축력을 가하지 않는 것으로 계획한다.

주요변수는 아래와 같이 설정하였다.

(1) 지관 회전의 여부

① 정방형(NSE계열)

주관과 지관을 회전시키지 않은 접합부

② 지관 45° 회전형(NPE계열)

2개의 지관을 45° 회전시켜 접합하는 접합부

(2) 주관폭(B)에 대한 지관폭(bi)의 비

$$\beta (=bi/B) = 0.4, 0.5, 0.67$$

(3) 절점의 편심비(e/B)

$$0.125, 0.25, 0.375, 0.5, 0.75, 0.875, 1.0$$

(4) 주관폭에 대한 겹크기비(g/B)

편심비에 따라 변한다.

주관의 길이는 단부의 구속효과나 휨파괴를 방지하고 주관자체의 파괴를 유도하기 위하여 주관폭의 3배로 계획하며, 압축지관도 국부좌굴을 방지하는 목적으로 지관폭의 3~4배로 계획한다. 인장지관은 가력의 수월성을 위하여 모든 실험체를 일정하게 계획한다. 주관 및 압축지관과 인장지관이 이루는 경사각은 제각, 실험체 세팅과 하중 가력시의 원활함을 위해 45°로 계획한다. 이러한 모든 변수를 고려하여 계획한 겹 N형 접합

부 실험체 형상이 그림 2.3에 나타나 있으며, 표 2.1에는 각 실험체별 변수를 나열하였다.

표 2.1 겹 N형 접합부 실험체 일람

| 실험체             | 지관          |       | 폭비      | 편심비   | 겹크기비 |
|-----------------|-------------|-------|---------|-------|------|
|                 | 단면          | bi/t  | $\beta$ | e/B   | g/B  |
| 정방형(NSE)        | 60×60×4.5   | 13.30 | 0.4     | 0.125 | 0.14 |
|                 |             |       |         | 0.25  | 0.27 |
|                 | 75×75×4.5   | 16.67 | 0.5     | 0.125 | 0.02 |
|                 |             |       |         | 0.25  | 0.15 |
|                 | 100×100×6.0 | 16.67 | 0.67    | 0.375 | 0.07 |
|                 |             |       |         | 0.5   | 0.19 |
| 지관 45° 회전형(NPE) | 60×60×4.5   | 13.30 | 0.4     | 0.25  | 0.07 |
|                 |             |       |         | 0.5   | 0.32 |
|                 |             |       |         | 0.75  | 0.60 |
|                 | 75×75×4.5   | 16.67 | 0.5     | 0.5   | 0.15 |
|                 |             |       |         | 0.75  | 0.44 |
|                 |             |       |         | 1.0   | 0.65 |
| 100×100×6.0     | 16.67       | 0.67  | 0.75    | 0.11  |      |
|                 |             |       | 0.875   | 0.24  |      |
|                 |             |       |         | 1.0   | 0.36 |

주) 주관은 150×150×4.5이며, 폭두께비(B/T)는 33.3으로 모두 동일하다.

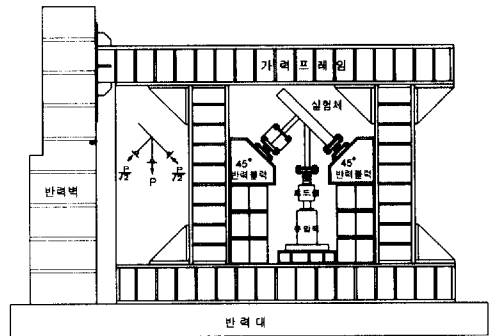


그림 2.4 N형 접합부 실험체의 가력장치 및 세팅

그림 2.4는 실험체 세팅방법으로서, 인장지관에 가력하며, 이 때 압축지관과 주관에는 인장지관에 재하되는 하중의  $1/\sqrt{2}$  만큼의 반력이 도입되도록 계획한다. 가력은 접합부의 최대내력이 결정되고 실험체가 심한 국부변형으로 더 이상 가력하기에 불안정한 상태가 되었을 때 종료한다. 하중은 유압잭에 부착한 유압센서를 이용하여 측정하고, 주관에 대한 압축지관과 인장지관의 상대

적 변위를 측정하기 위해서 양측면에 2개씩 변위계를 설치한다.

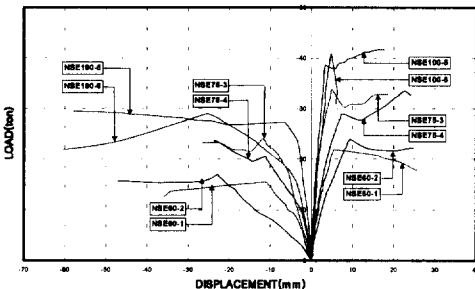
## 2.2 실험결과와 비교 및 분석

표 2.2에는 실험결과를, 그림 2.5에는 하중-변위 관계를 나타내었다. 동일 하중하에서 압축지판 측이 인장지판측보다 변위가 크며, 따라서 내력은 압축지판의 상대변위로 결정한다.

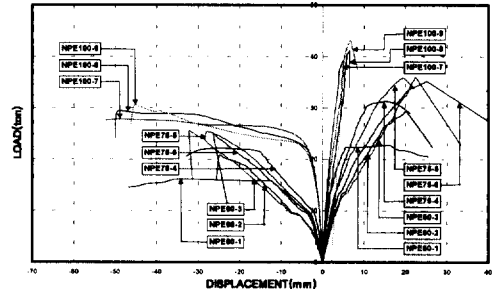
표 2.2 N형 접합부 실험체의 실험결과

| 실험체명                      | ePy<br>(ton) | ePu<br>(ton) | ePy<br>ePu | NKi  | N <sub>D</sub> |       |
|---------------------------|--------------|--------------|------------|------|----------------|-------|
| 정방향<br>(NSE)              | 60-1         | 13.9         | 15.42      | 0.90 | 2.51           | 1.99  |
|                           | 60-2         | 11.3         | 16.90      | 0.67 | 1.03           | 1.53  |
|                           | 75-3         | 21.3         | 23.92      | 0.89 | 3.00           | 1.68  |
|                           | 75-4         | 19.8         | 23.63      | 0.84 | 4.27           | 1.57  |
|                           | 100-5        | 26.1         | 29.47      | 0.89 | 7.96           | 17.19 |
|                           | 100-6        | 24.3         | 28.91      | 0.84 | 5.07           | 1.71  |
| 지판<br>45°<br>회전형<br>(NPE) | 60-1         | 14.8         | 16.02      | 0.92 | 3.18           | 6.58  |
|                           | 60-2         | 15.9         | 20.65      | 0.77 | 2.78           | 1.66  |
|                           | 60-3         | 15.2         | 25.44      | 0.60 | 2.36           | 2.15  |
|                           | 75-4         | 17.6         | 22.13      | 0.80 | 5.37           | 6.82  |
|                           | 75-5         | 18.7         | 25.29      | 0.74 | 3.68           | 1.82  |
|                           | 75-6         | 17.8         | 24.88      | 0.72 | 3.52           | 1.76  |
|                           | 100-7        | 21.8         | 27.75      | 0.79 | 13.03          | 29.33 |
|                           | 100-8        | 20.9         | 29.16      | 0.72 | 13.89          | 31.12 |
|                           | 100-9        | 20.1         | 30.46      | 0.66 | 14.90          | 33.74 |

주) ePy : 실험항복하중      ePu : 실험최대하중  
 ePy/ePu : 실험최대하중에 대한 실험항복하중비  
 NKi : N형 실험체의 초기강성  
 N<sub>D</sub> : 항복하중시의 변위에 대한 최대하중시의 변위비



(a) 정방향(NSE계열) 실험체



(b) 지판 45° 회전형(NPE계열) 실험체

그림 2.5 각 계열별 하중-변위 관계 곡선

N형 접합부에서 지판이 정방향 또는 장방향인 겹 접합부인 경우는 겹의 크기에 따라서 그 파괴모드는 다양하게 나타난다. 이것은 인장지판에 축력이 재하될 때, 반력으로서 도입되는 주판 축방향의 압축력과 절점 편심으로 인한 모멘트가 동시에 작용하여 지판이 접합되어 있는 주판면에는 여러 방향의 복잡한 힘이 작용하기 때문이다. 따라서, N형 접합부의 파괴모드는 어느 하나의 힘으로 주도되는 단독 파괴모드보다는 여러가지 파괴모드의 조합으로 나타난다. 그림 2.6은 겹 N형 접합부에서 발생하는 파괴모드를 나타낸 것이며, 표 2.3은 본 연구에서 수행한 실험체에 대해 가력 종료 후, 파손 및 변형의 정도를 분류항목별로 정리한 것이다.

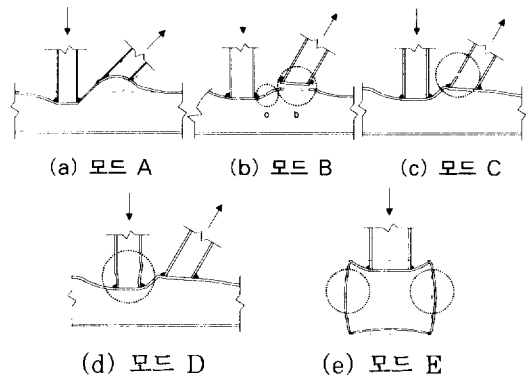


그림 2.6 겹 N형 접합부의 파괴모드

(1) 모드A : 주판면의 처짐에 인한 소성파괴

- (2) 모드B : 편칭전단파괴
- (3) 모드C와 D : 유효폭 파괴
- (4) 모드E : 주관 측벽의 지압파괴

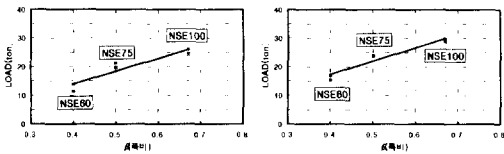
표 2.3 겹 N형 집합부의 파괴모드

| 실험체명                      | 손상 및 변형 항목 |   |   |   |   | 파괴모드 |                  |
|---------------------------|------------|---|---|---|---|------|------------------|
|                           | a          | b | c | d | e |      |                  |
| 정방향<br>(NSE)              | 1          | ○ |   |   |   | ○    | A, B-(a), (b)    |
|                           | 2          | ○ |   |   |   | ○    | A, B-(a), (b)    |
|                           | 3          | ○ |   |   |   | ○    | A, B-(a), (b)    |
|                           | 4          | ○ |   |   |   | ○    | A, B-(b)         |
|                           | 5          |   | ○ | ○ |   | ○    | A, E, B-(a)      |
|                           | 6          |   | ○ | ○ |   | ○    | A, E, B-(a)      |
| 지관<br>45°<br>회전형<br>(NPE) | 1          | ○ |   |   |   | ○    | A, B-(a), (b)    |
|                           | 2          | ○ |   |   |   | ○    | A, B-(a), (b)    |
|                           | 3          | ○ |   |   | ○ | ○    | A, B-(a), (b)    |
|                           | 4          | ○ |   | ○ | ○ | ○    | A, E, B-(a), (b) |
|                           | 5          | ○ |   | ○ | ○ | ○    | A, E, B-(a), (b) |
|                           | 6          | ○ |   | ○ |   |      | A, E, B-(b)      |
|                           | 7          |   | ○ | ○ |   | ○    | A, E, B-(a)      |
|                           | 8          |   | ○ | ○ |   |      | A, E, B-(b)      |
|                           | 9          |   | ○ | ○ |   | ○    | A, E, B-(a), (b) |

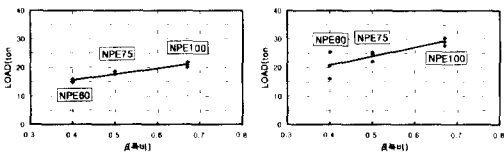
(주) a : 주관면의 요철무늬 변형 b : 주관면의 미소변형  
 c : 주관 측벽면의 좌굴 d : 인장지관의 파단  
 e : 인장지관측 용접 부근 주관의 찢어짐 및 분리현상

1) 하중-폭비 (P-β) 관계

그림 2.7에 폭비에 따른 항복하중 및 최대하중의 관계가 나타나 있다. 폭비가 증가함에 따라 항복하중 및 최대하중은 상승함을 알 수 있다.



(a) NSE계열 항복하중 및 최대하중-폭비 관계

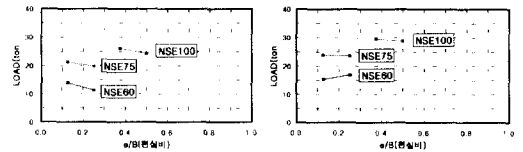


(b) NPE계열 항복하중-폭비 및 최대하중-폭비 관계

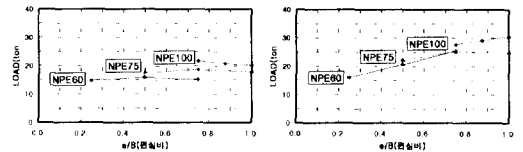
그림 2.7 항복하중-폭비 및 최대하중-폭비

2) 하중-편심비 (P-e/B) 관계

편심비에 따른 항복하중 및 최대하중의 관계를 그림 2.8에 나타내었다. 항복하중과 편심비는 정방향이나 지관 45° 회전형 모든 실험체에 있어서 관계가 거의 없다. 최대하중의 경우, 정방향은 편심비와 무관하지만, 지관 45° 회전형인 경우는 편심비의 증가에 따라 다소 많은 하중의 증가를 나타냄으로써 편심비와 최대하중이 서로 관계가 있음을 알 수 있다.



(a) NSE계열 항복하중-편심비 및 최대하중-편심비 관계

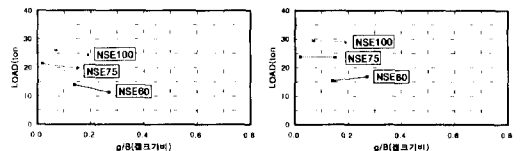


(b) NPE계열 항복하중-편심비 및 최대하중-편심비 관계

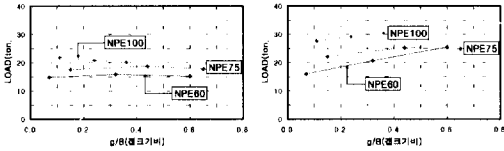
그림 2.8 항복하중-편심비 및 최대하중-편심비

3) 하중-갭크기비 (P-g/B) 관계

그림 2.9에 항복하중 및 최대하중과 갭크기비의 관계가 나타나 있다. 정방향인 경우 갭크기비는 항복하중 및 최대하중과 무관하지만, 지관 45° 회전형인 경우는 갭크기비의 증가에 따라 항복하중은 별 차이가 없지만, 최대하중면에서는 많은 증가를 나타냄으로써 지관 45° 회전형에 있어서는 갭크기비가 최대하중과 관계가 있음을 알 수 있다.



(a) NSE계열 항복하중-갭크기비, 최대하중-갭크기비 관계



(b) NPE계열 항복하중-갭크기비, 최대하중-갭크기비 관계  
그림 2.9 항복하중-갭크기비 및 최대하중-갭크기비

지관의 회전에 따른 각 구조적 특성들을 비교하기 위하여 그림 2.10~2.12에 최대내력, 초기강성 및 연성율을 나타내었다. 각 그래프들에는 실험체의 가장 주요변수인 폭비( $\beta$ )에 대한 각각의 구조적 특성에 대하여 도식화되어 있으며, 그 개선효과에 대해 세분하면 다음과 같다.

#### 4) 최대내력의 비교

최대내력과 폭비의 관계를 그림 2.10에 나타내었다. 그림으로부터 폭비가 증가함에 따라 최대내력이 증가하는 경향을 나타내고 있으며, 폭비가 0.4인 경우 지관 45° 회전형은 정방형보다 최대 28% 높은 내력을 나타내며, 폭비가 증가함에 따라 내력의 차이를 거의 보이지 않고 그 차이가 1%이내로써 두 종류의 실험체가 같은 최대내력을 발휘하는 것으로 나타났다.

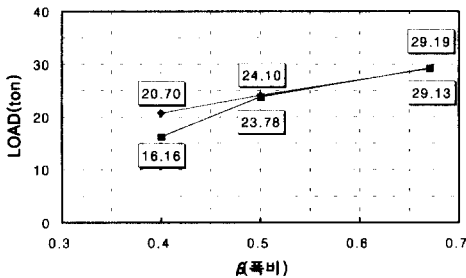


그림 2.10 NSE-NPE계열 최대내력-폭비 관계

#### 5) 초기강성의 비교

초기강성은 폭비가 증가함에 따라 증가하는 경향을 나타내고 있으며, 지관 45° 회전형이 정방형보다 전체적으로 높은 초기강성을 나타내는 것을 그림 2.11로부터 알 수 있다.

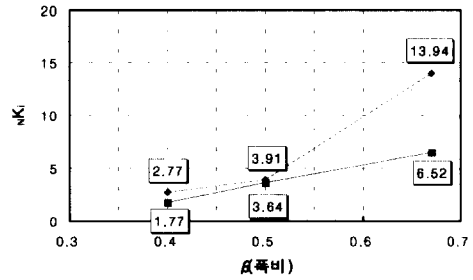


그림 2.11 NSE-NPE계열 초기강성-폭비 관계

#### 7) 연성율의 비교

폭비와 연성율의 관계를 그림 2.12에 나타내었다. 전체적으로 지관 45° 회전형이 정방형보다 높은 연성율을 나타내었다.

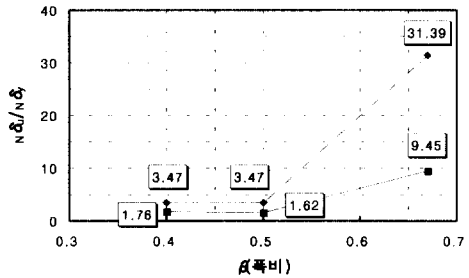


그림 2.12 NSE-NPE계열 연성율-폭비 관계

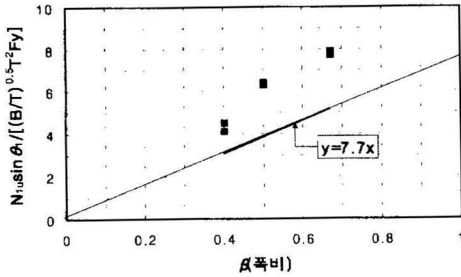
### 2.3 실험결과와 설계기준식의 비교

현행 유럽 기준식은 접합부의 내력에 영향을 미치는 요소들을 실험을 통해 밝혀내고, 회귀분석을 통해 제시해 놓은 순수 실험식이다. 아래에 나타나 있는 식은 설계강도 이전에 순수한 접합부의 극한강도를 추정할 수 있도록 기준에 나타나 있는 평균극한강도식이다.

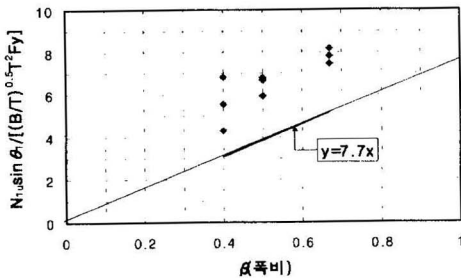
$$N_{1m} = 7.7 \left\{ \frac{T^2 F_y}{\sin \theta_1} \cdot \left( \frac{B}{T} \right)^{0.5} \cdot \beta^* \cdot \mu \right\}$$

기준식과 각 계열별 최대내력을 폭비를 변수로 무차원화하여 그림 2.13에 나타내었다. 실험결과

와 기준식으로 구한 내력의 비교결과, 정방형 및 지관 45° 회전형 모두 현행 기준식에 의한 극한 강도보다 높은 최대내력을 나타내고 있으며, 따라서 현행 기준식은 정방형 및 지관 45° 회전형 갭 N형 접합부의 내력을 과소평가하는 것으로 나타났다.



(a) NSE계열의 실험결과와 기준식의 무차원화



(b) NPE 계열의 실험결과와 기준식의 무차원화

그림 2.13 실험결과와 기준식의 무차원화 비교

## 2.4 실험식의 제안

그림 2.13에 나타난 바와 같이 정방형의 경우는 그 계열내의 변수인 편심비에 관계없이 각 실험체들이 비슷한 강도를 나타내고 있는 반면, 지관 45° 회전형의 경우는 편심비에 따라 강도의 차이가 매우 큰 것을 알 수 있다.

따라서 정방형의 경우는 실험치를 회귀분석함으로써 현행 유럽 기준식을 수정, 적용할 수 있고, 지관 45° 회전형의 경우는 편심비에 관한 변수를 포함하여 새로운 회귀식을 도출하여야 할 것으로 판단된다.

### (1) 정방형 갭 N형 접합부

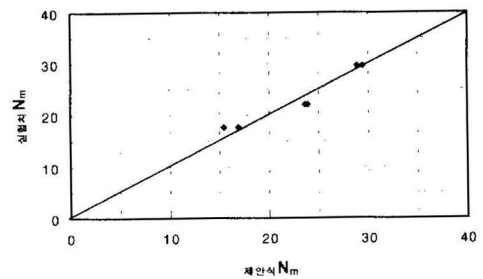
실험결과와 평균극한강도식을 무차원화하여 회귀분석한 결과, 다음과 같이 정방형 갭 N형 접합부의 극한강도를 추정할 수 있는 식을 제안한다.

$$N_{1m} = 11.85 \left\{ \frac{T^2 F_y}{\sin \theta_1} \cdot \left( \frac{B}{T} \right)^{0.5} \cdot \beta^* \cdot \mu \right\}$$

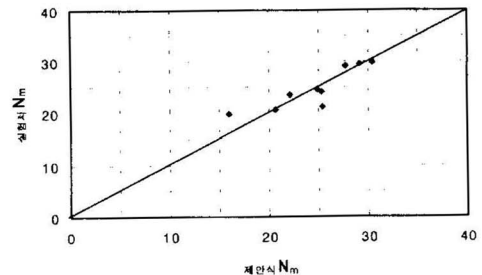
### (2) 지관 45° 회전형 갭 N형 접합부

지관 45° 회전형 갭 N형 접합부의 내력에 영향을 미치는 요소로서, 실험으로부터 밝혀낸 편심비에 대한 항을 포함시켜 최소자승법으로 구한 평균극한강도식은 다음과 같다.

$$N_{1m} = \frac{8.2 T^2 F_y}{\sin \theta_1} \left[ \left\{ \left( \frac{B}{T} \right)^{0.5} \beta^* \mu \left( \frac{e}{B} \right)^{0.11} \right\} + 1.75 \right]$$



(a) NSE계열의 제안식과 실험결과의 비교



(b) NPE계열의 제안식과 실험결과의 비교

그림 2.14 NSE-NPE계열 제안식과 실험결과의 비교

그림 2.14에 나타난 바와 같이, 정방형의 경우

상관계수 0.97, 지관 45° 회전형의 경우 0.87로서 두 제안식 모두 적절하게 평균극한강도를 예측하는 것으로 나타났으며, 따라서 국내 실정에 적합한 평균극한강도식으로서 위의 두 식을 제안하는 것이 타당할 것으로 사료된다.

### 3. 결 론

이상과 같은 연구를 통해 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) 각형강관 겹 N형 접합부의 내력은 주관에 대한 압축지관의 상대변위가 결정하고, 주관에 대한 지관의 폭비( $\beta$ )가 클수록 증가한다.

2) 정방형 겹 N형 접합부의 내력은 편심비와 별로 관계가 없지만, 지관 45° 회전형 겹 N형 접합부의 경우는 편심비와 상관관계가 있음을 실험으로부터 확인하였다.

3) 정방형 겹 N형 접합부의 평균극한강도식은 현행 유럽 기준식이 매우 안전측면으로 예측하고 있으며, 따라서 국내 실정에 적합한 평균극한강도식은 유럽 기준식을 수정, 적용하여야 할 것으로 판단되며, 다음과 같이 제안한다.

$$N_{1m} = 11.85 \left\{ \frac{T^2 F_y}{\sin \theta_1} \cdot \left( \frac{B}{T} \right)^{0.5} \cdot \beta^* \cdot \mu \right\}$$

4) 지관 45° 회전형 겹 N형 접합부의 경우, 극한강도에 영향을 미치는 요소로서 편심비에 대한 항을 포함시켜 회귀식을 도출한 결과, 다음과 같이 제안한다.

$$N_{1m} = \frac{8.2 T^2 F_y}{\sin \theta_1} \left[ \left\{ \left( \frac{B}{T} \right)^{0.5} \beta^* \mu \left( \frac{e}{B} \right)^{0.11} \right\} + 1.753 \right]$$

### 감사의 말

본 연구는 초대형구조시스템 연구센터(STRESS)의 지원으로 수행된 것이며, 관계자 여러분께 감사드립니다.

### 참 고 문 헌

- (1) 배규웅, 각형강관 트러스의 T형 및 K형 접합부에 관한 연구, 한양대학교 건축공학과 박사학위논문, 1996. 12
- (2) CIDECT, The Strength and Behavior of Statically Loaded Welded Connections in Hollow Sections, Mono-graph No.6, England, 1986
- (3) Canadian Institute of Steel Construction, Design Guide for Hollow Structural Section Connections, 1992
- (4) S.C.Chapra & R.P.Canale, Numerical Methods for Engineers, McGraw-Hill. 1985

(접수일자 : 1999년 2월 5일)