

工學碩士 學位論文

上部壁式 下部骨組 構造의 解析모델링  
方法이 部材力 算定에 미치는 影響

이 論文을 釜慶大學校 建築工學科 李在準 提出함



2004年 2月

釜慶大學校 大學院

建築工學科

李在準

李在準의 工學碩士 學位論文을 認准함

2003年 12月 26日

主 審 工學博士 朴 千 石



委 員 工學博士 李 在 龍



委 員 工學博士 金 永 贊



# 목 차

<b>I. 서론</b> .....	1
1.1 연구배경 및 목적 .....	1
1.2 연구동향 .....	2
1.2.1 국외 연구동향 .....	2
1.2.2 국내 연구동향 .....	3
1.3 연구내용 및 방법 .....	6
<b>II. 상부벽식 하부골조 구조의 해석</b> .....	7
2.1 상부벽식 하부골조 구조의 특성 .....	7
2.2 부재력에 영향을 미치는 변수 .....	7
2.2.1 해석 모델링 방법 .....	8
2.2.2 전이보와 전단벽의 상대강성 .....	10
2.3 해석 건물의 개요 .....	13
2.3.1 해석모델 .....	13
2.3.2 하중산정 .....	19
<b>III. 해석결과의 분석</b> .....	20
3.1 전이보의 휨모멘트 비교 .....	21
3.1.1 모델링 방법의 영향 .....	21
3.1.2 전이보와 전단벽의 상대강성에 대한 영향 .....	29
3.2 전이보의 전단력 비교 .....	35

3.2.1 모델링 방법의 영향 .....	35
3.2.2 전이보와 전단벽의 상대강성에 대한 영향 .....	40
3.3 기둥지지부의 지압응력 비교 .....	46
<b>IV. 결  론</b> .....	<b>51</b>
<b>참고문헌</b> .....	<b>53</b>
<b>부  록</b> .....	<b>55</b>
부록 A. 수직하중 작용시 전이보의 부재력 .....	55
부록 B. 장변방향 횡하중 작용시 전이보의 부재력 .....	56
부록 C. 단변방향 횡하중 작용시 전이보의 부재력 .....	58
부록 D. 수직하중 작용시 기둥지지부의 지압응력 .....	60
부록 E. 장변방향 횡하중 작용시 기둥지지부의 지압응력 .....	61
부록 F. 단변방향 횡하중 작용시 기둥지지부의 지압응력 .....	62
<b>Abstract</b> .....	<b>63</b>

## 표 목 차

표 2.1 부재 사이즈 .....	15
표 2.2 Case 1의 상대강성 .....	16
표 2.3 Case 2의 상대강성 .....	16
표 2.4 Case 3의 상대강성 .....	16
표 3.1 Case 1의 강성비에 따른 최대휨모멘트 비교 .....	30
표 3.2 Case 2의 강성비에 따른 최대휨모멘트 비교 .....	32
표 3.3 Case 3의 강성비에 따른 최대휨모멘트 비교 .....	34
표 3.4 Case 1의 강성비에 따른 최대전단력의 비교 .....	41
표 3.5 Case 2의 강성비에 따른 최대전단력의 비교 .....	43
표 3.6 Case 3의 강성비에 따른 최대전단력의 비교 .....	45
부록 표 A.1~A.3 .....	55
부록 표 B.1~B.3 .....	56
부록 표 C.1~C.3 .....	58
부록 표 D.1~D.3 .....	60
부록 표 E.1~E.3 .....	61
부록 표 F.1~F.3 .....	62

## 그림 목 차

그림 2.1 부재 요소의 종류 .....	8
그림 2.2 전이층 부분의 유한요소 모델링 .....	9
그림 2.3 Green의 해석모델 .....	11
그림 2.4 아파트의 전이층 평면도 .....	13
그림 2.5 해석 건물의 전이층 평면도 .....	14
그림 2.6 해석 건물의 전이층 골조도 .....	14
그림 2.7 해석모델 Case .....	17
그림 2.8 해석모델 경계조건 .....	18
그림 2.9 해석모델 슬래브 모델링 .....	18
그림 3.1 상부벽식 하부골조 구조의 부재력 산정 부분 .....	20
그림 3.2 수직하중 작용시 전이보의 휨모멘트(Case 1) .....	21
그림 3.3 장변방향 횡하중 작용시 전이보의 휨모멘트(Case 1) .....	23
그림 3.4 단변방향 횡하중 작용시 전이보의 휨모멘트(Case 1) .....	23
그림 3.5 수직하중 작용시 전이보의 응력분포도(Case 1) .....	24
그림 3.6 장변방향 횡하중 작용시 전이보의 응력분포도(Case 1) .....	25
그림 3.7 단변방향 횡하중 작용시 전이보의 응력분포도(Case 1) .....	26
그림 3.8 수직하중 작용시 전이보의 전단력(Case 1) .....	35
그림 3.9 장변방향 횡하중 작용시 전이보의 전단력(Case 1) .....	37
그림 3.10 단변방향 횡하중 작용시 전이보의 전단력(Case 1) .....	37
그림 3.11 수직하중 작용시 기둥지지부의 지압응력(Case 1) .....	46
그림 3.12 장변방향 횡하중 작용시 기둥지지부의 지압응력(Case 1) .....	48
그림 3.13 단변방향 횡하중 작용시 기둥지지부의 지압응력(Case 1) .....	48

# 1. 서론

## 1.1 연구배경 및 목적

최근의 건축 구조물은 복잡한 도심지의 효율적 개발을 위해 점점 높아지고 있고, 더불어 다양한 용도로 사용할 수 있는 주상복합건물과 같은 복합용도의 구조물이 많이 건설되고 있다. 이러한 주상복합건물은 건물의 상부를 주거용으로 활용하고 있고, 건물의 하부는 개방공간으로 활용하거나 지하층을 주차장으로 활용하고 있는 추세에 있다.

복합용도에 어울리는 구조형식으로 상부층을 주거용으로 사용하기 위한 전단벽식과 하부층을 주차장이나 상가용으로 사용하기 위한 골조형식을 적용하는 것이 보편적이다. 이러한 이종(異種)구조형식인 상부벽식 하부골조의 구조는 상부벽과 하부골조를 연결하는 전이보에 대한 해석이 매우 중요하다. 그 이유는, 상부 전단벽, 전이보와 기둥이 만나는 부분에서의 급격한 강성변화로 인해 전체적인 응력분포와 거동형태가 복잡하고 불명확하게 되기 때문이다. 따라서, 수직하중과 횡하중의 작용에 의한 전이보 부분의 응력집중현상에 대한 명확한 규명이 필요하다.

상부벽식 하부골조 구조에 대한 지금까지의 연구는 주로 전이보의 응력분포와 거동형태를 다루고 있으나, 그 범위가 수직하중에 한정되어 있어서 고층 건물 설계시 중요시 다루어져야 하는 횡하중의 영향에 대한 연구가 미흡한 실정이다. 또한 해석시 대부분 2차원 해석을 수행하고 있으나 불연속적인 벽체, 전이보, 기둥의 배치시 고려되어야 할 3차원 해석에 대한 연구가 미흡한 실정이다.

따라서, 본 연구에서는 기존연구<sup>4)7)8)</sup>에서 제시하고 있는 다양한 해석방법을 근간으로 해석을 수행 할 때 다양한 하중과 해석 모델에 대한 결과를 비교·분석하고자 한다.

## 1.2 연구동향

### 1.2.1 국외 연구동향

외국의 경우 60년대부터 상부벽식 하부골조 구조시스템에 대한 연구가 이루어지고 있다. 하지만 상부벽식 하부골조 구조시스템이 횡하중에 대한 취약성을 가지고 있어서 지진구역에서의 사용이 제한되어 왔고, 그런 이유로 국외의 실험과 연구사례들이 흔치 않은 실정이다. 대표적인 연구로 Coull(1965, 1966), Green(1972)의 연구가 있으며, 연구 내용은 아래와 같다.

Coull(1965, 1966)<sup>1)2)</sup>은 전단벽이나 깊은 보에 관해서 탄성체의 변형에너지에 대한 Minimisation 기법을 이용하여, 보에 의해 지지되는 벽체내 임의의 위치에서의 응력을 산출하였다.<sup>6)</sup>

Green(1972)<sup>3)</sup>은 상부벽식 하부골조 구조시스템의 응력분포와 거동을 분석하기 위해 구조물을 유한요소 프로그램을 이용하여 해석하고 이에 대한 실험을 수행하여 그 결과를 분석하였다. 그의 연구는 전단벽과 보의 강성비에 의한 지지부분의 응력을 산정하는 방법으로 시스템의 거동을 예측하였으며 이를 토대로 보수적인 설계를 할 수 있었다.<sup>8)</sup>

## 1.2.2 국내 연구동향

90년대 후반부터 국내에서도 상부벽식 하부골조 구조시스템에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다. 국내 연구의 경우 대부분 수직하중의 범위 안에서 연구가 이루어지고 있으며, 대표적인 연구는 아래와 같다.

김현아 등(1998)은 전이보 부근 경계층에서의 합리적 해석방법에 대해 연구하였다. 전단벽 높이를 스패의 1.5배 이상으로 모델링 할 경우 전이보의 응력분포에 영향을 미치지 않으므로 전단벽 전체를 모델링 하지 않아도 된다고 하였고, ETABS를 이용할 경우 기둥지지벽 해석시 전단벽의 Bay수를 최소 4개이상 분할할 경우 비교적 만족스러운 결과를 얻는다고 하였다. 그리고 전이보 모델링시 벽체와 만나는 부분의 절반을 Shell요소로 모델링하고 나머지 절반을 Beam요소로 모델링 하는 방법이 전체를 Shell요소로 모델링한 결과와 가장 근접한 결과를 나타낸다고 하였다.<sup>4)</sup>

정성진 등(1998)은 상부벽식 하부골조 구조시스템의 응력분포에 관해서 기존 선행연구<sup>3)</sup> 및 탄성이론에 의한 예측식<sup>1)2)</sup>과 몇가지 해석모델을 통한 해석결과를 비교하여 실무 적용 가능성을 확인하였다. 그 결과 전이보의 단면력을 산정하기 위해서 선행연구의 예측식들<sup>1)2)3)</sup>을 적용하는 것이 일반적으로 곤란하다고 하였으며, 전이보를 보요소로 모델링하는 것은 오차가 크므로 피해야 된다고 하였다. 그리고 전이보를 평면응력요소로 모델링한 경우 해석결과인 응력에 보의 단면계수를 곱하여 전이보의 휨모멘트를 계산하는 약산법은 신중을 기해야 된다고 하였다.<sup>5)</sup>

최기선 등(2000)은 선행연구<sup>4)</sup>의 제시된 모델링 기법을 이용하여 전이보-벽체의 상대강성을 변수로 연구를 진행하였다. 실제 구조물에서 경계면의 전단벽을 보강하는데 한계가 있다고 할 때 전이보의 강성이 구조물에 중요한 변수로 작용한다고 하였고, 구조물의 강성비를 구하면 전이보-벽체의 상대강성에 대하여 해석된 데이터를 이용하여 실제 구조물의 단면력을 쉽게 추측할 수 있다고 하였다.<sup>6)</sup>

송진규 등(2001)은 해석시 상층부의 하중이 하부골조로 전달되면서 발생하는 벽체 하부 단부의 응력집중 현상과 전이보 근처에서 하중 전달 과정이 전체 구조물의 거동 및 응력 전달 메카니즘에 미치는 영향을 고려해야 된다고 하였다. 특히, 한 경간에서 불연속적인 벽체가 존재할 경우 2차원 해석으로는 슬래브의 강성이 벽체에 미치는 효과를 포함하기가 곤란하며 또한, 하부 골조와 상부 벽체가 만나게 되는 전이층에서의 국부 응력이 시스템 전체의 파괴 모드를 지배하게 되나 고층건물에 대한 3차원 해석에서 이런 위치를 고려하는 것이 쉽지 않다고 하였다. 따라서, 보다 합리적인 해석모델링 방법을 제시하기 위해 슬래브 효과를 고려한 3차원 유한요소 해석모델과 2차원 해석을 비교하였다.<sup>7)</sup>

장극관 등(2002)은 상부벽식 하부골조 구조시스템의 수직하중 및 지진하중에 관한 거동에 대해 연구하였다. 그 결과 전이층 해석시 관요소를 이용한 모델이 수직하중 작용시에 실제 거동과 가장 근접한 거동 양상을 나타내었으나 많은 해석시간이 소요되는 문제점이 발생하였다. 또한 비정형 구조로써 지진하중에 의한 명확한 거동분석을 위해서는 반드시 3차원 정밀해석이 필요하다고 하였다.<sup>8)</sup>

이대현 등(2003)은 현 구조설계사무소를 대상으로 설문조사를 실시하여 상부벽식 하부골조 시스템의 해석기법에 대한 내용을 수집한 후, 실무에서 적용하고 있는 전이보 시스템의 해석기법에 대한 유형을 분석하였으며, 실제 해석모델에 대해 각각의 해석기법을 적용하여 전이보 해석을 수행하였다. 또한 해석결과를 전이보의 정밀상세해석법에 의한 결과치와 비교하여 각각의 정확성을 평가하였으며, 이를 바탕으로 실무에서 전이보의 해석시 적용 가능한 올바른 해석기법의 방향을 제시하고자 하였다.<sup>9)</sup>

### 1.3 연구내용 및 방법

본 연구에서는 기존연구<sup>7)</sup>에서 신뢰할 수 없는 것으로 나타난 2차원 해석기법은 배제하고, 다양한 모델링 방법과 다양한 하중형태, 전이보와 전단벽의 상대강성 차이를 변수로 하여 범용 유한요소해석 프로그램인 MIDAS GEN<sup>12)</sup>을 사용하여 3차원 해석기법과 상세해석기법으로 해석을 수행하였다. 상부벽식 하부골조 구조시스템에서 중요시 다루어져야 하는 전이보에 대한 부재력 및 거동형태를 비교하기 위해 다음과 같은 순서로 연구를 진행하였다.

첫째, 국내·외의 기준과 발표된 연구보고서, 관련문헌을 수집하여 전이보에 영향을 미치는 요인 및 기존 연구<sup>1)~11)</sup>에 대하여 분석하였다.

둘째, 기존 연구<sup>4)7)</sup>의 모델링 조건과 데이터를 기준으로 3차원 해석 모델링을 수행하여 그 결과를 비교하였다. 그리고 기존 연구<sup>4)7)</sup>내용을 바탕으로 본 연구에서 사용되어지는 기본 모델링을 수행하고, 실제 구조물의 상태에 보다 근접하도록 하기 위해 기본 모델링을 반복·수정하였다.

셋째, 전이보의 부재력에 영향을 미치는 변수들에 대해서 검토하였다. 모델링 요소의 종류, 하중의 종류, 전이보와 전단벽의 상대강성 차이에 대한 고려가 필요하다.

넷째, 다양한 해석방법을 수행하여 실제의 거동과 가장 근접한 해석 방법을 찾고자 한다.

## II. 상부벽식 하부골조 구조의 해석

### 2.1 상부벽식 하부골조 구조의 특성

일반적으로 고층건물의 계획시 상부 주거공간과 하부 사무공간 및 지하 주차공간의 구조계획 모듈이 일치하지 않으므로 많은 문제점이 지적되고 있다. 주상복합건물의 경우 이러한 문제점을 해결하고 건물의 경제성을 높이기 위하여 상부를 벽식 구조시스템으로, 하부층은 골조 구조시스템으로 계획하는 경우가 많다. 이 경우 강성의 급격한 변화에 대한 완충작용과 하중의 원활한 전달을 위해 벽과 기둥이 만나는 부분의 전이층에 대해서 전이보 등을 설치하게 된다. 전이층에서는 매우 큰 전단력이 전달되므로 전이보는 일반적으로 춤이 큰 보로 설계하게 된다.

하지만 이 경우 상부벽과 전이보의 집합부에서 국부적으로 과도한 응력이 발생하게 되고, 전이보에서는 큰 전단력과 모멘트가 유발되는 문제점이 발생하게 된다.<sup>11)</sup>

### 2.2 부재력에 영향을 미치는 변수

상부벽식 하부골조 구조시스템의 경우 정확한 해석을 수행하기 위해서는 지지조건, 모델링 요소의 종류, 경계조건, 상대강성 차이 등 다양한 변수의 선택이 뒤따르게 된다. 따라서 본 연구에서는 다음과 같은 변수를 가지고 연구를 진행하였다.

## 2.2.1 해석 모델링 방법

본 연구에서는 범용구조해석 프로그램인 MIDAS GEN<sup>12)</sup>을 이용하여 해석을 수행하였고 각 부재요소의 선택은 그림 2.1과 같이 설정하였다.

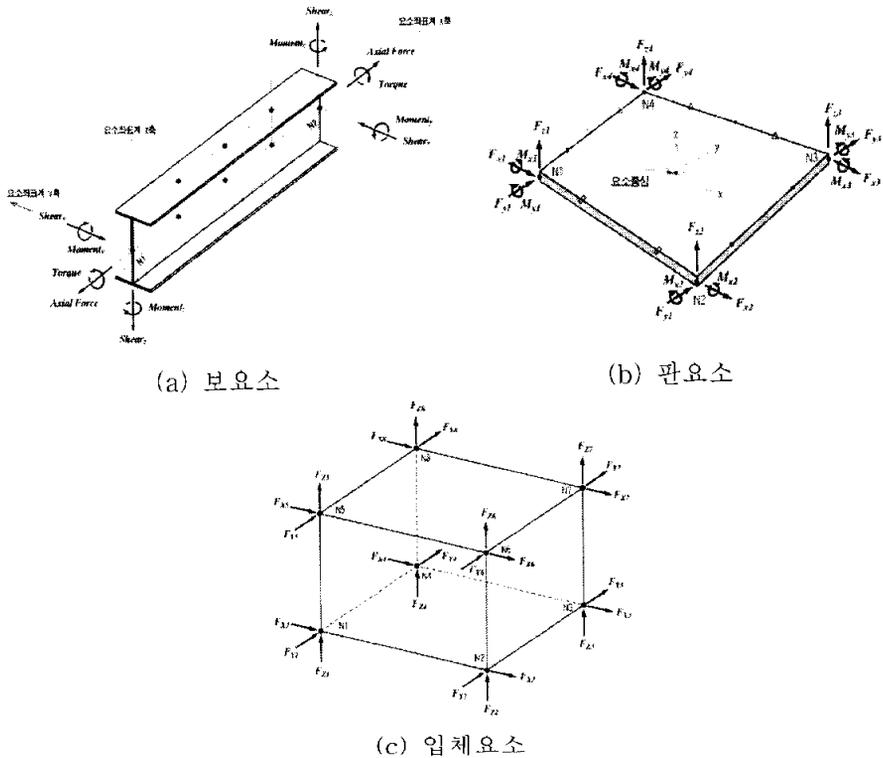


그림 2.1 부재 요소의 종류<sup>12)</sup>

(a) 2개의 절점에 의해 정의되고 인장 및 압축, 전단, 휨, 비틀림 등의 거동에 대해 강성을 가지는 보(Beam)요소

(b) 동일평면상에 위치한 4개의 절점에 의해 정의되면서 평면인장·압축 거동, 평면전단거동, 두께방향의 휨거동, 두께방향의 전단거동을 고려할 수

있는 판(Plate)요소

(c) 임의의 3차원 공간상에 위치한 8개의 절점으로 정의되는 입체(Solid) 요소

상기와 같은 요소를 이용하여 기둥, 전이보, 벽체가 만나는 부분을 그림 2.2과 같이 5가지 모델을 선정하여 비교·분석하였다.

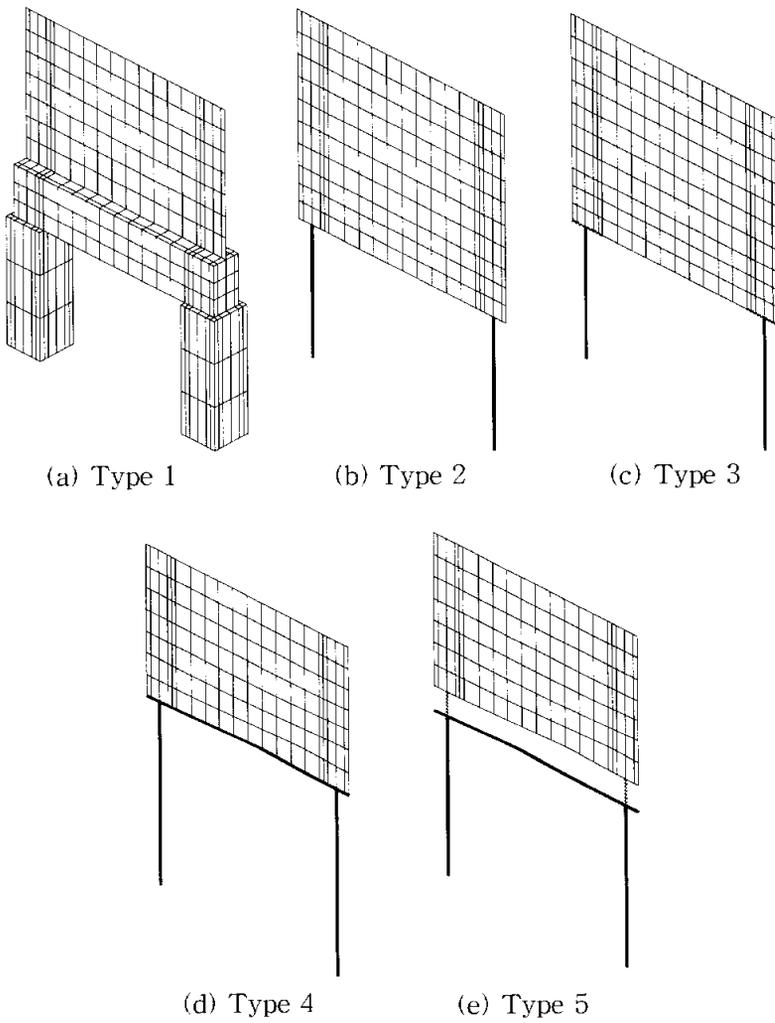


그림 2.2 전이층 부분의 유한요소 모델링

(1) Type 1: 모든 Type의 벽체는 각각의 벽체 두께가 부여된 판(Plate) 요소를 선택하고, Type 1의 경우 전이보와 기둥은 실질적인 모습에 가장 가까운 입체(Solid)요소로 선택하여 해석모델 전체를 상세해석모델로 모델링 한다.

(2) Type 2: 전이보 요소의 선택은 해당 두께를 부여한 판(Plate)요소로 모델링하고 기둥은 보(Beam)요소로 모델링 한다.

(3) Type 3: 모델링 상황은 Type 2와 동일하며, 전이보 요소와 기둥요소 사이의 접합면의 관계를 고려하기 위해 강체연결기능(Rigid Link)을 부여하여 모델링 한다.

(4) Type 4: 모델링의 편의상 실무에서 일반적으로 가장 많이 사용하는 모델링 방법으로 전이보 요소와 기둥 요소 모두를 보(Beam)요소로 모델링 한다.

(5) Type 5: 모델링 상황은 Type 4와 동일하며, 전이보 요소의 실질적인 중립축 위치를 고려하기 위해 전이보 요소를 Beam Offset 시킨다.

## 2.2.2 전이보와 전단벽의 상대강성

Green은 하부골조에 의해 지지되는 전단벽 구조시스템에서의 응력분포와 거동을 분석하기 위해 그림 2.3와 같은 구조물을 유한요소 프로그램을 사용하여 해석하고, 이에 대한 실험을 수행하여 그 결과를 분석하였다.<sup>5)</sup>

Green과 그 이전의 선행연구자들의 경우 지지골조와 전단벽의 상호작용에 영향을 미칠 수가 있는 매개변수로서 다음과 같은 상황을 고려하였다.

- (1) 전단벽 높이,  $H$
- (2) 전단벽 경간(Span),  $L$
- (3) 전단벽 두께,  $t$
- (4) 지지보의 춤,  $2d$
- (5) 지지보의 축강성 및 휨강성,  $I_{sb}$ ,  $A_{sb}$
- (6) 지지보 또는 기둥의 폭
- (7) 기둥강성에 영향을 미치는 제변수,  $h_c$ ,  $I_c$ ,  $A_c$
- (8) 내부기둥 및 외부기둥의 영향 및 기둥의 위치

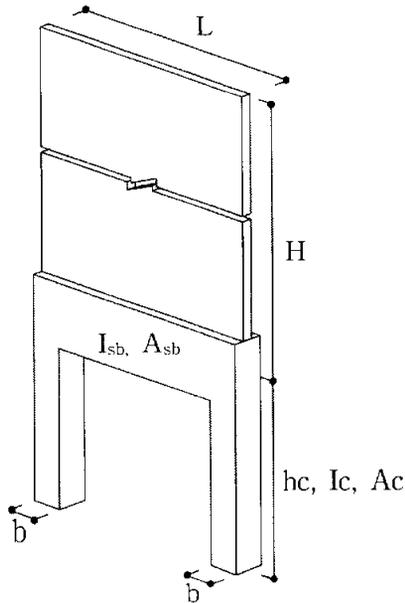


그림 2.3 Green의 해석모델<sup>3)</sup>

Green과 그 이전의 선행 연구자들이 이용한 상기와 같은 매개변수를 바탕으로 본 연구에서는 전이보와 전단벽의 상대강성을 이용하여 부재의 변화에 따른 상대강성의 변화가 구조체에 어떠한 영향을 주는지 알아보고자 한다.

전이보와 전단벽의 상대휨강성비와 상대축강성비는 다음과 같다.

$$C_1 = \frac{(L - 2b)^3 \cdot t_w \cdot E_w}{E_{sb} \cdot I_{sb}} \quad \text{식 (2.1)}$$

$$C_2 = \frac{(L - 2b) \cdot t_w \cdot E_w}{E_{sb} \cdot A_{sb}} \quad \text{식 (2.2)}$$

여기서,  $L$  = 벽체의 경간(Span)

$b$  = 지지보 또는 기둥의 폭

$t_w$  = 벽체의 두께

$t_b$  = 전이보의 두께

$E_w$  = 벽체의 탄성계수

$E_{sb}$  = 지지보의 탄성계수

$I_{sb}$  = 지지보의 단면2차모멘트

$A_{sb}$  = 지지보의 단면적

상대강성비의 조정으로는 탄성계수를 조정하는 방법과 전이보의 춤을 조정하는 방법이 있다. 탄성계수를 조정하는 방법이 구조체의 모델링 과정이 쉬우나, 실제의 경우를 고려하기 위해서는 전이보의 춤을 변경하는 것이 옳으므로 본 연구에서는 전이보의 춤을 변경하는 방법을 사용하였다.



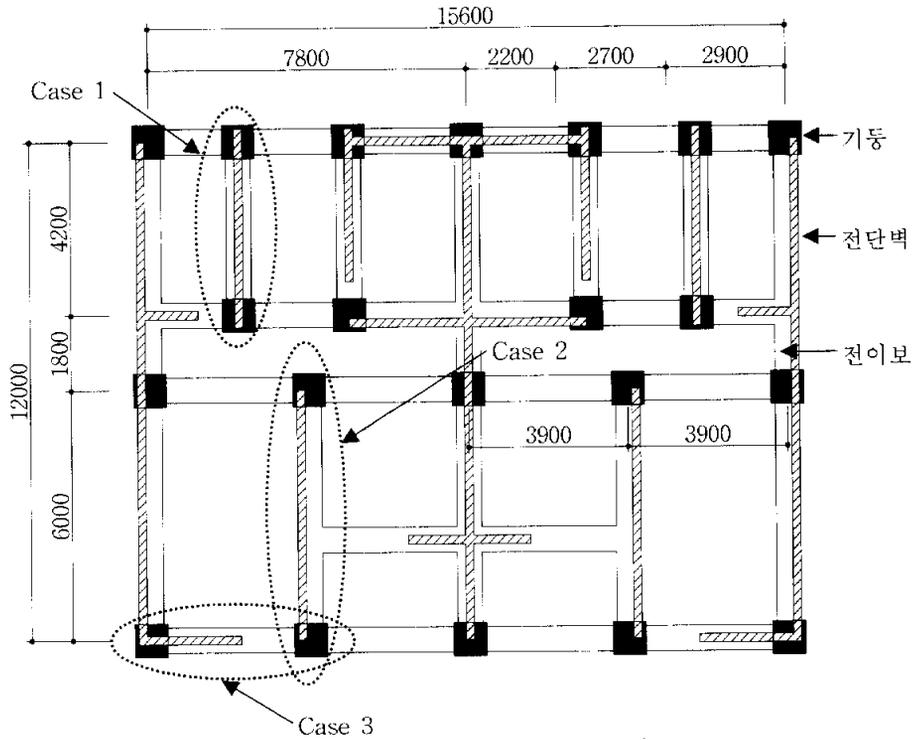


그림 2.5 해석 건물의 전이층 평면도(단위:mm)

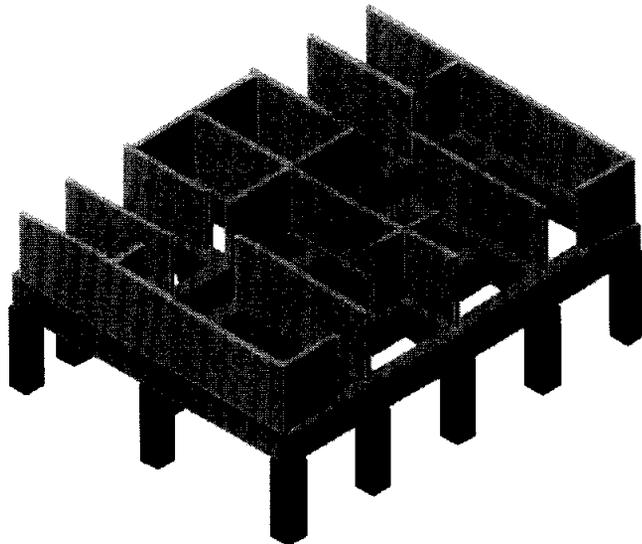


그림 2.6 해석 건물의 전이층 골조도

해석대상모델은 2.2.1절에서 언급한 보(Beam)요소, 판(Plate)요소와 입체(Solid)요소를 가지고 5가지 Type으로 모델링 하였으며, 해석모델 및 모델링 조건은 다음과 같다.

(1) 건물 전체의 층수는 21층으로써 1층의 층고는 4.2m이고, 2층부터 옥상층까지는 각각 2.6m이다.

(2) 해석모델에서 재료 물성치로 콘크리트의 탄성계수  $E = 2.4 \times 10^6 \text{tf/m}^2$ , 프와송비  $\nu = 0.167$ 는 모든 부재에서 동일하게 사용하며, 기둥과 전이보, 벽체의 단위밀도는  $2.4 \text{tf/m}^3$ 을 사용한다.

(3) 부재단면의 크기는 표 2.1과 같고, 전이보와 전단벽의 상대강성 차이로 인한 부재의 거동을 고려하기 위해서 전이보의 춤(D)을 변화시켰다. 실제로 전이보의 역할을 할 수 있는 경우는 춤이 깊은보의 이론식<sup>14)</sup>에 준하여 대략 1m 이상으로 전이보의 춤을 고려해야 하지만 본 연구에서는 상대강성의 차이를 고려하기 위해 다음과 같이 변화시켰다.

표 2.1 부재 사이즈(단위:mm)

	단면, 두께	비 고
기 둥	800×800	-
전이보	600×1200	보춤: 1500, 1200, 900, 600, 500, 300
벽 체	200	-
슬래브	150	-

(4) 상대강성의 경우 변수를 전이보의 춤으로 하더라도 각각의 Case 마다 지지조건이 틀려지므로 상대강성 값 역시 틀려질 수가 있다. 다음은 본 연구에서 Case로 설정한 3곳에 대해 식 (2.1), (2.2)에 적용한 상대강성 값이다.

표 2.2 Case 1의 상대강성

보춤(mm)	휨강성비	축강성비
1500	47	0.756
1200	91	0.944
900	216	1.259
600	728	1.889
500	1258	2.267
300	5823	3.778

주)  $L= 4.8, b= 0.7, t_w= 0.2, t_b= 0.6, E_{sb}, E_w= 2.4 \times 10^6$ (단위: tf, m)

표 2.3 Case 2의 상대강성

보춤(mm)	휨강성비	축강성비
1500	167	1.156
1200	326	1.444
900	772	1.926
600	2604	2.889
500	4500	3.467
300	20831	5.778

주)  $L= 6.4, b_1= 0.8, b_2= 0.4, t_w= 0.2, t_b= 0.6, E_{sb}, E_w= 2.4 \times 10^6$ (단위: tf, m)

표 2.4 Case 3의 상대강성

보춤(mm)	휨강성비	축강성비
1500	7	0.4
1200	14	0.5
900	32	0.7
600	108	1.0
500	187	1.2
300	864	2.0

주)  $L= 2.4, b= 0.6, t_w= 0.2, t_b= 0.6, E_{sb}, E_w= 2.4 \times 10^6$ (단위: tf, m)

(5) 전이보와 전단벽의 상대강성 차이에 따른 영향을 검토하기 위하여 Type 1에서 Type 4까지 비교하였다.

(6) 전이층의 형태 분류는 상부벽체-전이보가 만나는 형태와 전이보의 지지조건에 따라 분류할 수 있으므로, 그림 2.7과 같이 각각의 Case를 설정하였다. Case 1의 경우 상부벽체는 전이보의 전장에 대해 걸쳐 있고 양단 기둥지지 형태이다. Case 2의 경우 상부벽체가 전이보의 전장에 대해 걸쳐 있는 형태로 Case 1과 유사하나 평면으로 보았을 때 상부 벽체가 전이보에 대해 한쪽으로 치우쳐 있는 차이점이 있고, 지지조건 역시 양단 기둥지지 조건과 중간 부위에 지지보가 하나 더 붙어 있는 형태이다. Case 3의 경우 지지조건은 양단 기둥지지이며, 벽체의 배치형태는 전이보의 중간부위까지 걸쳐져 있는 불연속적인 벽체의 형태를 가진다.

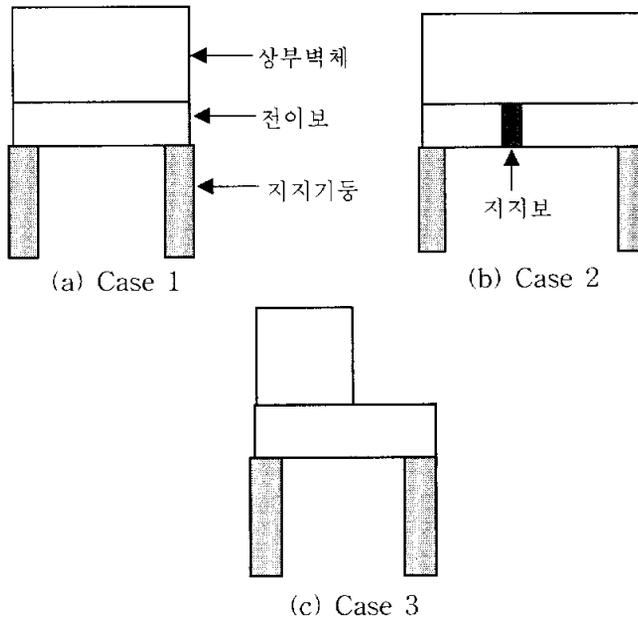


그림 2.7 해석모델 Case

(7) 경계조건은 그림 2.8과 같이 지지기둥 하부의 자유단  $D_x$ ,  $D_y$ ,  $D_z$ ,  $R_x$ ,  $R_y$ ,  $R_z$  모두를 고정시킨 고정단으로 설정하고, 3차원 해석시 실질적인 슬래브 효과를 고려하기 위해서 그림 2.9과 같이 벽체와 슬래브가 만나는 부분에서 경계조건을 부여하지 않고 실제로 슬래브를 직접 모델링하였다. 그 이유는 슬래브를 직접 모델링 하지 않고 경계조건을 부여하게 된다면 경계조건 자체가 이상화시킨 조건이므로 실제의 경우와 다소 차이가 있기 때문이다.

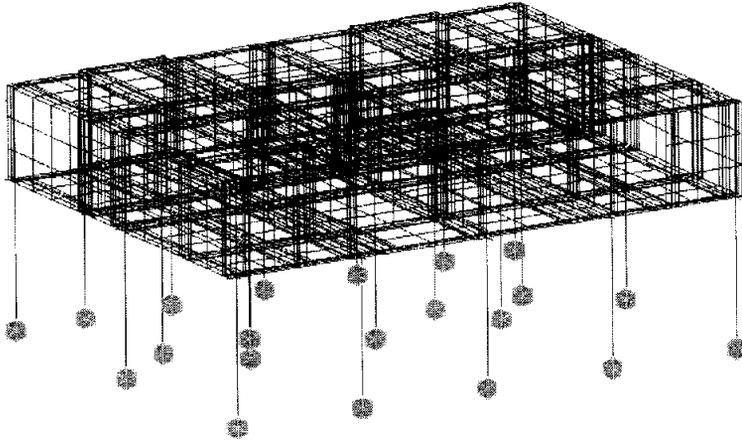


그림 2.8 해석모델 경계조건

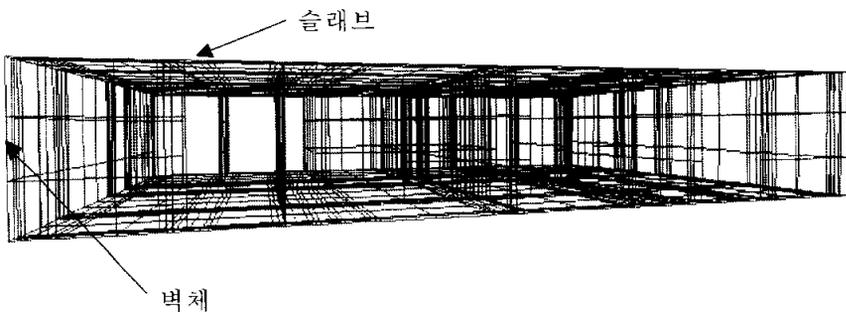


그림 2.9 해석모델 슬래브 모델링

## 2.3.2 하중산정

하중의 부여는 구조물에 영향을 줄 수가 있는 수직하중과 횡하중을 고려하였으며 하중 조건은 건축물 하중기준 산정표<sup>13)</sup>에 따라 다음과 같이 설정하였다. 다만, 횡하중의 경우 지진하중만 고려하였으며 등가정적해석법을 이용하였다.

### (1) 수직하중

- ① 고정하중(D.L) =  $750\text{kgf/m}^2$
- ② 적재하중(L.L) =  $300\text{kgf/m}^2$

### (2) 지진하중

- ① 지진구역 I (부산) → 지역계수: 0.11
- ② 지반종별: 지반 2 → 지반계수: 1.2
- ③ 중요도 계수(도시계획구역): 1.5
- ④ 반응수정계수(기타구조방식): 3
- ⑤ 기본진동 주기:  $T=0.0488(h_n)^{3/4}$

수직하중에 대한 해석에서는  $1.4D.L+1.7L.L$ 을 적용한 계수하중을 사용하였고, 횡하중의 경우에는 단변과 장변방향에 대해서 지진하중을 적용하였다.

### III. 해석결과와 분석

해석대상 건물전체를 상세해석한 Type 1을 기준으로 각각의 Type에 따른 결과를 전이보의 중앙부 및 단부 휨모멘트와 전단력(단부에서 0.15L떨어진 곳)을 검토하고, 전이보와 기둥이 만나는 접합면에서의 지압응력을 검토 항목으로 설정하였다. 또한 Green의 연구<sup>3)</sup>에서 이용한 전이보와 전단벽의 상대강성 차이로 인한 거동형태도 함께 분석하였다.

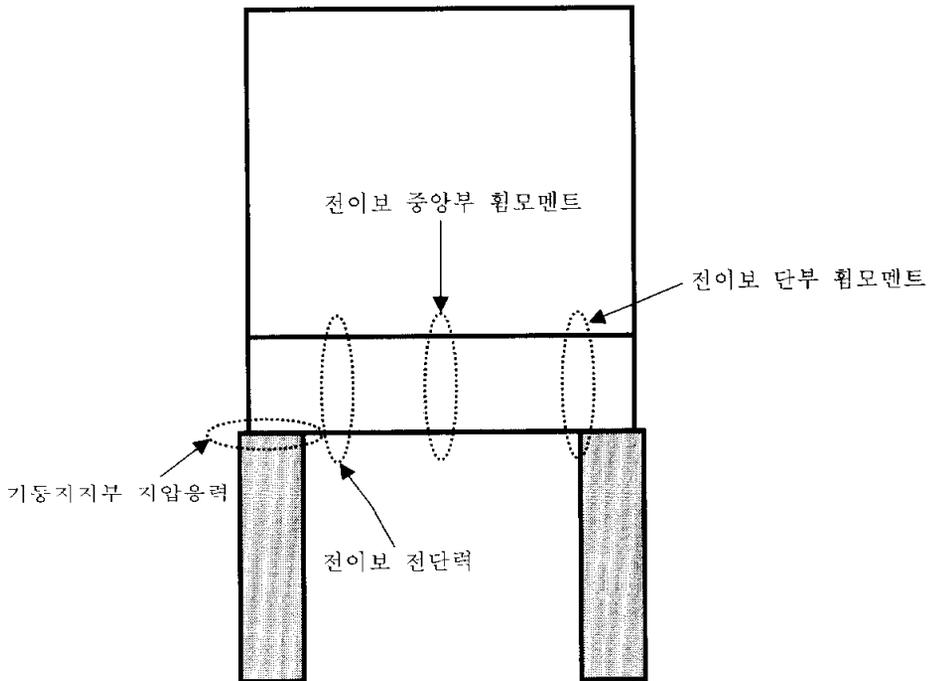


그림 3.1 상부벽식 하부골조 구조의 부재력 산정부분

### 3.1 전이보의 휨모멘트 비교

전이보의 휨모멘트 비교값은 보의 전 스패에 대한 변화와 단부, 중앙부에서의 전이보와 전단벽의 상대강성 차이로 인한 부재력의 변화 양상을 각각의 Type별로 정리하였다.

#### 3.1.1 모델링 방법의 영향

##### (1) Case 1의 비교

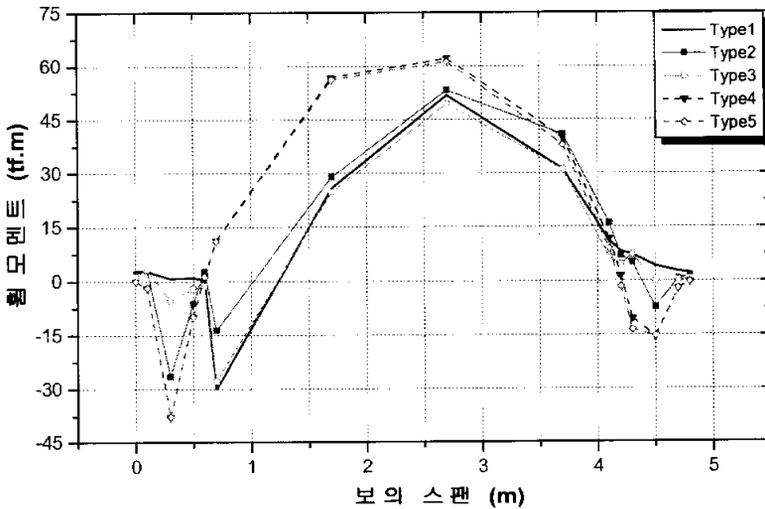


그림 3.2 수직하중 작용시 전이보의 휨모멘트(Case1)

그림 3.2에서 Type 1과 비교했을 때 중앙부의 경우는 Type 2, 3이 2~4%의 차이를 나타냈으나, Type 4, 5는 20%정도 크게 산출되어 약간 과대 평가 되는 것을 알 수 있다. 단부의 경우는 Type 3이 8%정도의 차이를

나타냈으나, Type 2는 54%, Type 4, 5는 140%정도 작게 산출되어 과소 평가 되는 것을 알 수 있다. 거동형태는 전 스펜에 걸쳐 Type 4, 5가 많은 차이를 나타내고 있고, Type 2의 경우는 단부 쪽에서 많은 차이를 나타내고 있다.

그림 3.3에서 Type 1과 비교했을 때 중앙부의 경우는 Type 2, 3이 5~15%의 차이를 나타냈으나, Type 4는 61%정도 크게 산출되어 과대평가 되고 있고, Type 5는 42%정도 작게 산출되어 과소평가 되는 것을 알 수 있다. 단부의 경우는 Type 2, 3, 5가 미소한 차이를 나타내고 있으나, Type 4는 3배 이상 크게 산출되어 과대평가 되는 것을 알 수 있다. 거동 형태는 전 스펜에 걸쳐 Type 4, 5가 많은 차이를 나타내고 있고, Type 2의 경우는 단부 쪽에서 많은 차이를 나타내고 있다.

그림 3.4에서 Type 1과 비교했을 때 중앙부의 경우는 Type 2, 3이 4~14%의 차이를 나타냈으나, Type 4는 67%정도 크게 산출되어 과대평가 되고 있고, Type 5는 54%정도 작게 산출되어 과소평가 되는 것을 알 수 있다. 단부의 경우는 Type 3이 6%정도의 차이를 나타냈으나, Type 2는 40%, Type 4는 49%, Type 5는 113%정도 작게 산출되어 과소평가 되는 것을 알 수 있다. 거동형태는 전 스펜에 걸쳐 Type 4, 5가 많은 차이를 나타내고 있고, Type 2의 경우는 단부 쪽에서 많은 차이를 나타내고 있다.

그림 3.5에서 그림 3.7까지는 상세해석모델 Type 1에서 Type 3까지의 Case 1에 대한 수직응력분포를 나타내었다. 전체적으로 Type 1과 Type 3이 유사한 응력분포를 나타내었으며, Type 2의 경우 단부쪽에서 많은 차이를 나타내고 있다.

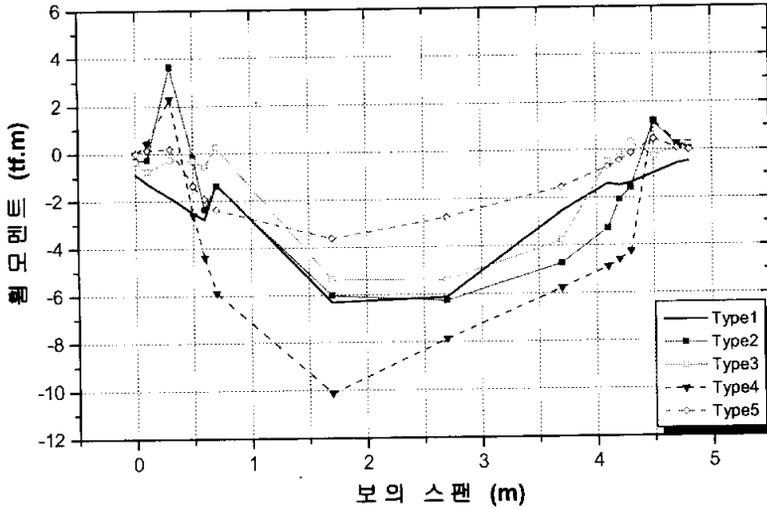


그림 3.3 장변방향 횡하중 작용시 전이보의 휨모멘트(Case1)

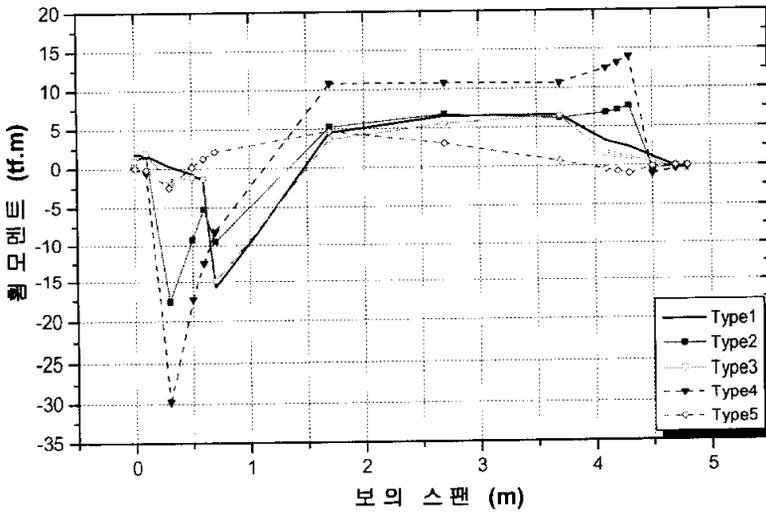
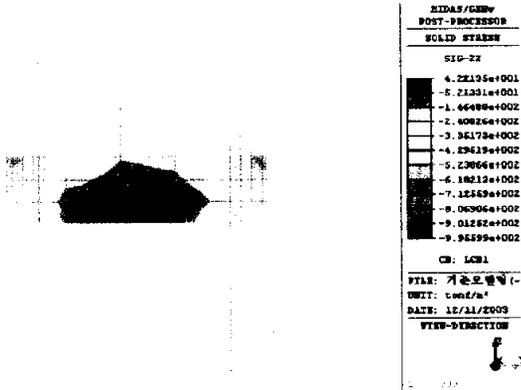
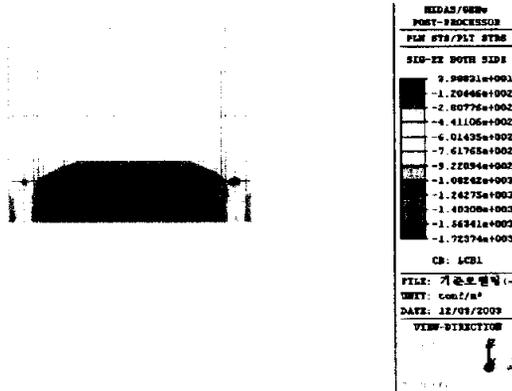


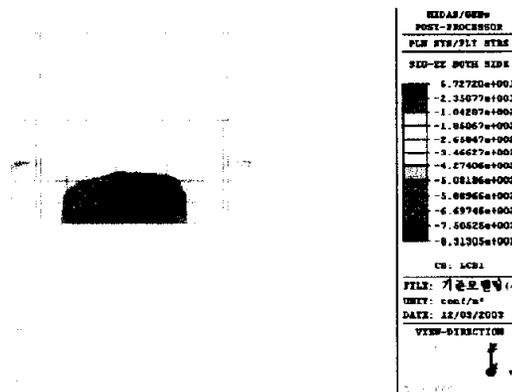
그림 3.4 단변방향 횡하중 작용시 전이보의 휨모멘트(Case1)



(a) Type 1



(b) Type 2



(c) Type 3

그림 3.5 수직하중 작용시 전이보의 응력분포도(Case 1)



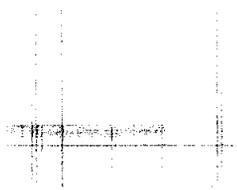
SIDAS/GENE POST-PROCESSOR	
SOLID STRESS	
SIG-ZZ	
4.70780e+002	
4.23005e+002	
3.75281e+002	
3.27456e+002	
2.79632e+002	
2.31908e+002	
1.84133e+002	
1.36359e+002	
8.85642e+001	
4.08098e+001	
-5.96462e+000	
-6.47291e+001	
ST: EK	
FILE: 기준모형1 (-	
UNIT: tonf/m <sup>2</sup>	
DATE: 12/11/2003	
VIEW-DIRECTION	

(a) Type 1



SIDAS/GENE POST-PROCESSOR	
PLM STS/PLY STES	
SIG-ZZ BOTH SIDES	
1.13046e+003	
1.07649e+003	
9.22163e+002	
7.68634e+002	
6.14706e+002	
4.60777e+002	
3.06808e+002	
1.52919e+002	
-1.00940e+000	
-1.54838e+002	
-3.06867e+002	
-4.62796e+002	
ST: EK	
FILE: 기준모형1 (-	
UNIT: tonf/m <sup>2</sup>	
DATE: 12/03/2003	
VIEW-DIRECTION	

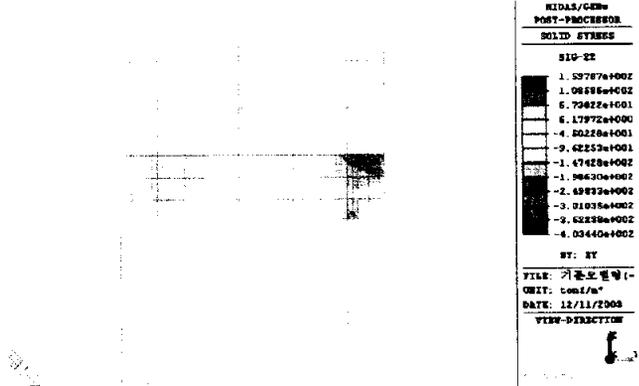
(b) Type 2



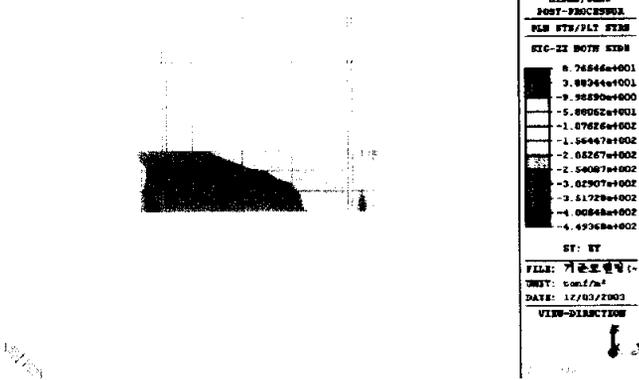
SIDAS/GENE POST-PROCESSOR	
PLM STS/PLY STES	
SIG-ZZ BOTH SIDES	
2.54419e+002	
2.07101e+002	
1.59787e+002	
1.12445e+002	
6.51471e+001	
1.78293e+001	
-2.94895e+001	
-7.68063e+001	
-1.24124e+002	
-1.71442e+002	
-2.18763e+002	
-2.66077e+002	
ST: EK	
FILE: 기준모형1 (-	
UNIT: tonf/m <sup>2</sup>	
DATE: 12/03/2003	
VIEW-DIRECTION	

(c) Type 3

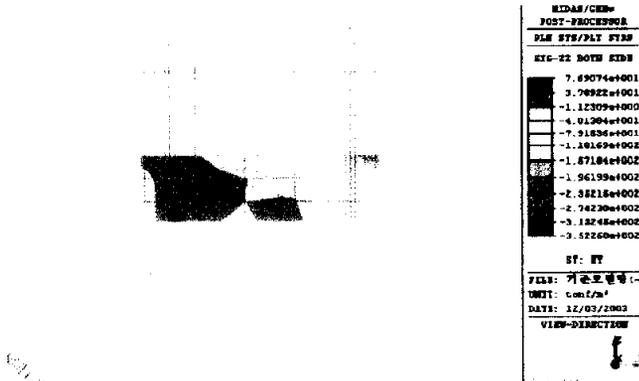
그림 3.6 장변방향 횡하중 작용시 전이부의 응력분포도(Case 1)



(a) Type 1



(b) Type 2



(c) Type 3

그림 3.7 단변방향 횡하중 작용시 전이보의 응력분포도(Case 1)

## (2) Case 2의 비교

부록 표 A.2에서 Type 1과 비교했을 때 중앙부의 경우는 Type 2, 3이 10~21%의 차이를 나타냈으나, Type 4, 5는 68%정도 크게 산출되어 과대평가 되는 것을 알 수 있다. 단부의 경우는 Type 3이 5%정도의 차이를 나타냈으나, Type 2는 51%, Type 4, 5는 113~120%정도 작게 산출되어 과소평가 되는 것을 알 수 있다. 거동형태는 전 스패에 걸쳐 Type 4, 5가 많은 차이를 나타내고 있고, Type 2의 경우는 단부 쪽에서 많은 차이를 나타내고 있다.

부록 표 B.2에서 Type 1과 비교했을 때 중앙부의 경우는 Type 2, 3은 미소한 차이를 나타냈으나, Type 4는 119%정도 크게 산출되어 과대평가 되고 있고, Type 5는 59%정도 작게 산출되어 과소평가 되는 것을 알 수 있다. 단부의 경우는 Type 2, 3이 미소한 차이를 나타내고 있으나, Type 4, 5는 71~107% 정도 작게 산출되어 과소평가 되는 것을 알 수 있다. 거동형태는 전 스패에 걸쳐 Type 4, 5가 많은 차이를 나타내고 있고, Type 2의 경우는 단부 쪽에서 많은 차이를 나타내고 있다.

부록 표 C.2에서 Type 1과 비교했을 때 중앙부의 경우는 Type 2, 3이 12~23%의 차이를 나타냈으나, Type 4는 83%정도 크게 산출되어 과대평가 되고 있고, Type 5는 39%정도 작게 산출되어 과소평가 되는 것을 알 수 있다. 단부의 경우는 Type 2, 3, 5가 미소한 차이를 나타내고 있으나, Type 4는 3배 이상 크게 산출되어 과대평가 되는 것을 알 수 있다. 거동형태는 전 스패에 걸쳐 Type 4, 5가 많은 차이를 나타내고 있고, Type 2의 경우는 단부 쪽에서 많은 차이를 나타내고 있다.

### (3) Case 3의 비교

부록 표 A.3에서 Type 1과 비교했을 때 중앙부의 경우는 Type 2, 3이 5~20%의 차이를 나타냈으나, Type 4, 5는 186%정도 크게 산출되어 과대평가 되는 것을 알 수 있다. 단부의 경우는 Type 3이 9%정도의 차이를 나타냈으나, Type 2는 53%, Type 4, 5는 98~102%정도 작게 산출되어 과소평가 되는 것을 알 수 있다. 거동형태는 전 스펜에 걸쳐 Type 4, 5가 많은 차이를 나타내고 있고, Type 2의 경우는 단부 쪽에서 많은 차이를 나타내고 있다.

부록 표 B.3에서 Type 1과 비교했을 때 중앙부의 경우는 Type 2, 3는 6~16%의 차이를 나타냈으나, Type 4는 175%정도 크게 산출되어 과대평가 되고 있고, Type 5는 54%정도 작게 산출되어 과소평가 되는 것을 알 수 있다. 단부의 경우는 Type 2, 3, 5가 미소한 차이를 나타내고 있으나, Type 4는 7배 이상 크게 산출되어 과대평가 되는 것을 알 수 있다. 거동형태는 전 스펜에 걸쳐 Type 4, 5가 많은 차이를 나타내고 있다.

부록 표 C.3에서 Type 1과 비교했을 때 중앙부의 경우는 Type 2, 3이 4~14%의 차이를 나타냈으나, Type 4는 132%정도 크게 산출되어 과대평가 되고 있고, Type 5는 29%정도 작게 산출되어 약간 과소평가 되는 것을 알 수 있다. 단부의 경우는 Type 3이 9%의 차이를 나타냈으나, Type 2는 54%, Type 4, 5는 99~106%정도 작게 산출되어 과소평가 되는 것을 알 수 있다. 거동형태는 전 스펜에 걸쳐 Type 4, 5가 많은 차이를 나타내고 있고, Type 2의 경우는 단부 쪽에서 많은 차이를 나타내고 있다.

### 3.1.2 전이보와 전단벽의 상대강성에 대한 영향

#### (1) Case 1의 비교

수직하중 작용시 부재의 강성차이로 인한 거동형태는 표 3.1의 (a)에서 Type 1과 비교했을 때 단부의 경우 Type 3은 유사한 거동형태와 미소한 값의 차이를 나타냈으나, Type 2, 4는 전체적으로 50%이상 많은 값의 차이를 나타내고 있다. 중앙부의 경우 전체적으로 유사한 거동형태를 나타냈으나, 강성비 100이하부터 Type 4가 20%이상 많은 값의 차이를 나타내고 있다.

장변방향으로 횡하중 작용시 부재의 강성차이로 인한 거동형태는 표 3.1의 (b)에서 Type 1과 비교했을 때 단부의 경우 Type 2, 3은 유사한 거동형태와 미소한 값의 차이를 나타냈으나, Type 4는 강성비 1000이하부터 2배 이상 많은 값의 차이를 나타내고 있다. 중앙부의 경우 전체적으로 유사한 거동형태를 나타냈으나, 강성비 200이하부터 Type 4가 30%이상 많은 값의 차이를 나타내고 있다.

단변방향으로 횡하중 작용시 부재의 강성차이로 인한 거동형태는 표 3.1의 (c)에서 Type 1과 비교했을 때 단부의 경우 Type 3은 유사한 거동형태와 미소한 값의 차이를 나타냈으나, Type 2, 4는 전체적으로 40%이상 많은 값의 차이를 나타내고 있다. 중앙부의 경우 전체적으로 유사한 거동형태를 나타냈으나, 강성비 200이하부터 Type 4가 30%이상 많은 값의 차이를 나타내고 있다.

표 3.1 Case 1의 강성비에 따른 최대힘모멘트 비교(단위: tf·m)

(a) 수직하중 작용시

강성비	단부				중양부			
	Type1	Type2	Type3	Type4	Type1	Type2	Type3	Type4
47	-32.5	-14.8	-29.6	23.5	63.9	67.8	61.5	91.6
91	-30.1	-13.7	-27.7	11.3	51.8	53.2	49.4	62.2
216	-25.9	-11.0	-24.5	1.7	36.2	34.8	33.9	33.5
728	-20.1	-6.4	-19.1	-0.3	17.7	14.0	16.0	11.1
1258	-17.5	-4.6	-16.5	0.8	11.8	7.9	10.4	5.9
5823	-10.6	-0.7	-10.0	2.7	1.7	-0.6	1.1	0.7

(b) 장변방향 횡하중 작용시

강성비	단부				중양부			
	Type1	Type2	Type3	Type4	Type1	Type2	Type3	Type4
47	-1.3	-1.7	0.3	-8.6	-7.5	-7.3	-6.5	-13.9
91	-1.3	-1.4	0.3	-5.9	-6.3	-6.0	-5.4	-10.1
216	-0.7	-1.0	0.5	-2.8	-4.7	-4.5	-4.0	-6.0
728	0.1	-0.5	1.0	-0.8	-2.8	-2.7	-2.4	-2.7
1258	0.4	-0.3	1.2	-0.7	-2.1	-2.1	-1.9	-1.8
5823	0.9	-0.2	1.4	-0.8	-1.0	-0.9	-1.1	-0.4

(c) 단변방향 횡하중 작용시

강성비	단부				중양부			
	Type1	Type2	Type3	Type4	Type1	Type2	Type3	Type4
47	-17.5	-11.0	-16.5	-7.4	8.7	8.8	7.7	16.4
91	-15.8	-9.5	-14.9	-8.1	6.5	6.7	5.6	10.8
216	-13.6	-7.7	-13.0	-7.6	3.9	4.2	3.2	5.3
728	-10.9	-5.5	-10.4	-4.5	1.4	1.5	0.9	1.2
1258	-9.7	-4.5	-9.2	-2.8	0.7	0.8	0.3	0.4
5823	-6.7	-2.0	-6.2	0.3	-0.4	-0.2	-0.6	-0.0

## (2) Case 2의 비교

수직하중 작용시 부재의 강성차이로 인한 거동형태는 표 3.2의 (a)에서 Type 1과 비교했을 때 단부의 경우 Type 3은 유사한 거동형태와 미소한 값의 차이를 나타냈으나, Type 2, 4는 전체적으로 45%이상의 많은 값의 차이를 나타내고 있다. 중앙부의 경우 전체적으로 유사한 거동형태를 나타냈으나 강성비 1000이하부터 Type 4가 40%이상 많은 값의 차이를 나타내고 있다.

장변방향으로 횡하중 작용시 부재의 강성차이로 인한 거동형태는 표 3.2의 (b)에서 Type 1과 비교했을 때 단부의 경우 Type 3은 유사한 거동형태와 미소한 값의 차이를 나타냈으나, Type 2는 강성비 700이상부터 30%이상, Type 4는 전체적으로 70%이상 많은 값의 차이를 나타내고 있다. 중앙부의 경우 전체적으로 유사한 거동형태를 나타냈으나, 강성비 700이하부터 Type 4가 2배 이상 많은 값의 차이를 나타내고 있다.

단변방향으로 횡하중 작용시 부재의 강성차이로 인한 거동형태는 표 3.2의 (c)에서 Type 1과 비교했을 때 단부의 경우 Type 2, 3은 유사한 거동형태와 미소한 값의 차이를 나타냈으나, Type 4는 전체적으로 3배 이상 많은 값의 차이를 나타내고 있다. 중앙부의 경우 전체적으로 유사한 거동형태를 나타냈으나, 강성비 300이하부터 Type 4가 2배 이상 많은 값의 차이를 나타내고 있다.

표 3.2 Case 2의 강성비에 따른 최대휨모멘트 비교(단위: tf·m)

(a) 수직하중 작용시

강성비	단부				중양부			
	Type1	Type2	Type3	Type4	Type1	Type2	Type3	Type4
167	-83.0	-45.4	-78.3	27.9	83.6	102.0	92.6	166.3
326	-70.4	-34.5	-66.6	14.3	58.8	71.1	64.7	99.2
772	-53.0	-20.3	-51.7	5.9	32.5	39.2	35.5	45.8
2604	-35.4	-5.8	-34.5	4.5	10.4	13.1	11.9	13.2
4500	-29.4	-1.8	-28.5	5.3	5.5	7.4	6.7	7.2
20831	-35.8	-0.1	-34.3	2.4	-6.4	1.1	0.7	1.4

(b) 장변방향 횡하중 작용시

강성비	단부				중양부			
	Type1	Type2	Type3	Type4	Type1	Type2	Type3	Type4
167	4.3	4.0	5.2	0.7	-8.5	-12.0	-10.5	-21.5
326	4.1	3.4	4.9	1.2	-6.5	-9.4	-8.3	-14.2
772	3.4	2.3	4.1	1.0	-4.1	-6.2	-5.5	-7.9
2604	2.2	1.1	2.8	0.4	-1.8	-3.1	-2.8	-3.4
4500	1.8	0.7	2.3	0.2	-1.2	-2.2	-2.0	-2.3
20831	1.0	0.1	1.3	-0.3	-0.3	-0.9	-0.8	-0.6

(c) 단변방향 횡하중 작용시

강성비	단부				중양부			
	Type1	Type2	Type3	Type4	Type1	Type2	Type3	Type4
167	-2.3	-3.7	-3.6	-12.1	-14.7	-17.8	-16.4	-28.9
326	-2.9	-3.7	-3.9	-9.6	-10.1	-12.4	-11.3	-18.5
772	-3.4	-3.9	-4.2	-7.3	-5.4	-7.1	-6.2	-9.8
2604	-3.7	-3.7	-4.4	-4.6	-1.7	-2.8	-2.3	-3.4
4500	-3.6	-3.4	-4.2	-3.4	-0.9	-1.9	-1.4	-2.0
20831	-2.8	-2.0	-3.2	-0.9	-0.1	-0.5	-0.4	-0.3

### (3) Case 3의 비교

수직하중 작용시 부재의 강성차이로 인한 거동형태는 표 3.3의 (a)에서 Type 1과 비교했을 때 단부의 경우 Type 3은 유사한 거동형태와 미소한 값의 차이를 나타냈으나, Type 2, 4는 전체적으로 50%이상 많은 값의 차이를 나타내고 있다. 중앙부의 경우 전체적으로 유사한 거동형태를 나타냈으나, 강성비 200이하부터 Type 4가 35%이상 많은 값의 차이를 나타내고 있다.

장변방향으로 횡하중 작용시 부재의 강성차이로 인한 거동형태는 표 3.3의 (b)에서 Type 1과 비교했을 때 단부의 경우 Type 2, 3은 유사한 거동형태와 미소한 값의 차이를 나타냈으나, Type 4는 전체적으로 2배 이상 많은 값의 차이를 나타내고 있다. 중앙부의 경우 전체적으로 유사한 거동형태를 나타냈으나, 강성비 200이하부터 Type 4가 80% 이상 많은 값의 차이를 나타내고 있다.

단변방향으로 횡하중 작용시 부재의 강성차이로 인한 거동형태는 표 3.3의 (c)에서 Type 1과 비교했을 때 단부의 경우 Type 3은 유사한 거동형태와 미소한 값의 차이를 나타냈으나, Type 2, 4는 전체적으로 50%이상 많은 값의 차이를 나타내고 있다. 중앙부의 경우 전체적으로 유사한 거동형태를 나타냈으나, 강성비 100이하부터 Type 4가 40% 이상 많은 값의 차이를 나타내고 있다.

표 3.3 Case 3의 강성비에 따른 최대휨모멘트 비교(단위: tf·m)

(a) 수직하중 작용시

강성비	단부				중양부			
	Type1	Type2	Type3	Type4	Type1	Type2	Type3	Type4
7	-30.3	-12.1	-27.3	7.11	30.0	35.5	31.0	88.4
14	-31.7	-14.8	-28.9	0.51	24.9	29.9	26.1	72.2
32	-31.3	-15.8	-29.6	-5.90	19.9	23.9	20.1	49.0
108	-28.9	-13.7	-27.5	-4.39	12.5	14.7	11.8	21.3
187	-26.7	-11.4	-25.3	-1.21	9.3	10.7	8.4	12.8
864	-18.0	-3.0	-16.9	4.65	2.7	2.5	1.9	1.1

(b) 장변방향 횡하중 작용시

강성비	단부				중양부			
	Type1	Type2	Type3	Type4	Type1	Type2	Type3	Type4
7	-1.7	2.8	2.2	40.0	29.7	34.3	31.8	87.7
14	-3.5	0.2	-0.6	26.4	25.6	29.7	27.2	70.3
32	-5.7	-2.3	-3.6	11.4	20.3	23.4	21.2	49.1
108	-7.2	-3.9	-5.9	1.3	12.8	14.4	13.2	25.6
187	-7.0	-3.7	-5.9	0.3	9.9	10.7	10.1	17.8
864	-3.6	-1.2	-2.8	0.0	3.7	3.4	3.6	4.4

(c) 단변방향 횡하중 작용시

강성비	단부				중양부			
	Type1	Type2	Type3	Type4	Type1	Type2	Type3	Type4
7	8.8	3.4	8.3	-2.5	-12.0	-11.6	-10.3	-28.6
14	10.3	4.8	9.4	0.1	-10.3	-9.9	-8.9	-23.9
32	11.0	5.5	10.1	2.6	-8.3	-8.0	-7.0	-16.5
108	10.8	5.0	9.8	2.1	-5.3	-5.0	-4.2	-7.3
187	10.1	4.2	9.1	1.0	-3.9	-3.6	-3.0	-4.4
864	6.8	1.3	6.2	-1.2	-1.2	-0.9	-0.7	-0.5

### 3.2 전이보의 전단력 비교

전이보의 전단력 비교값은 보의 전 스패에 대한 변화와 위험단면에서의 전이보와 전단벽의 상대강성 차이로 인한 부재력의 변화 양상을 각각의 Type별로 정리하였다

#### 3.2.1 모델링 방법의 영향

##### (1) Case 1의 비교

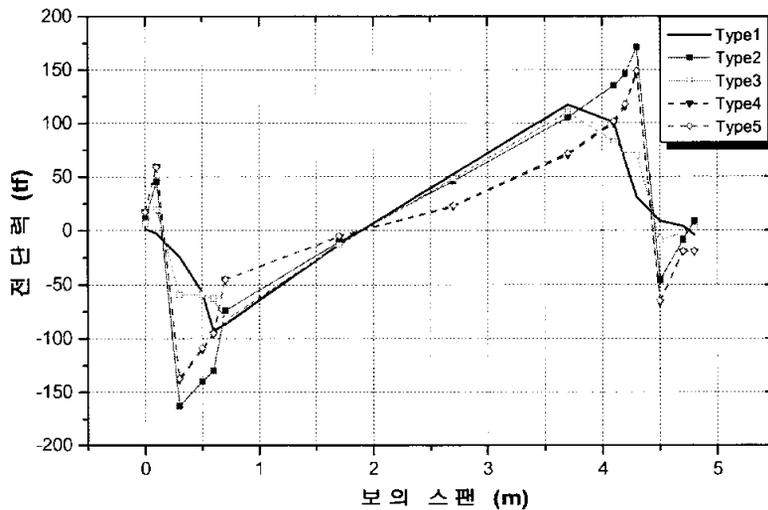


그림 3.8 수직하중 작용시 전이보의 전단력(Case1)

그림 3.5에서 Type 1과 비교했을 때 위험단면의 경우 Type 2, 3이 6~10%의 차이를 나타냈으나, Type 4, 5는 40%정도 작게 산출되어 과소평가 되는 것을 알 수 있다. 거동형태는 전 스패에 걸쳐 Type 4, 5가 많은 차

이를 나타내고 있고, Type 2의 경우는 단부 쪽에서 Type 4, 5와 거의 유사한 거동형태를 나타내고 있다.

그림 3.6에서 Type 1과 비교했을 때 위험단면의 경우 Type 2, 3이 20~40%정도 작게 산출되어 약간 과소평가 되는 것을 알 수 있고, Type 4, 5는 70%정도 작게 산출되어 Type 2, 3보다는 더 많이 과소평가되는 것을 알 수 있다. 거동형태는 전 스펬에 걸쳐 Type 4, 5가 많은 차이를 나타내고 있고, Type 2의 경우는 단부 쪽에서 Type 4와 거의 유사한 거동형태를 나타내고 있다.

그림 3.7에서 Type 1과 비교했을 때 위험단면의 경우 Type 2, 3이 미소한 차이를 나타내고 있으나, Type 4는 10배 정도 크게 산출되어 과대평가되고 있고, Type 5는 8배 정도 작게 산출되어 과소평가 되는 것을 알 수 있다. 거동형태는 전 스펬에 걸쳐 Type 4, 5가 많은 차이를 나타내고 있고, Type 2의 경우는 단부 쪽에서 Type 4와 거의 유사한 거동형태를 나타내고 있다.

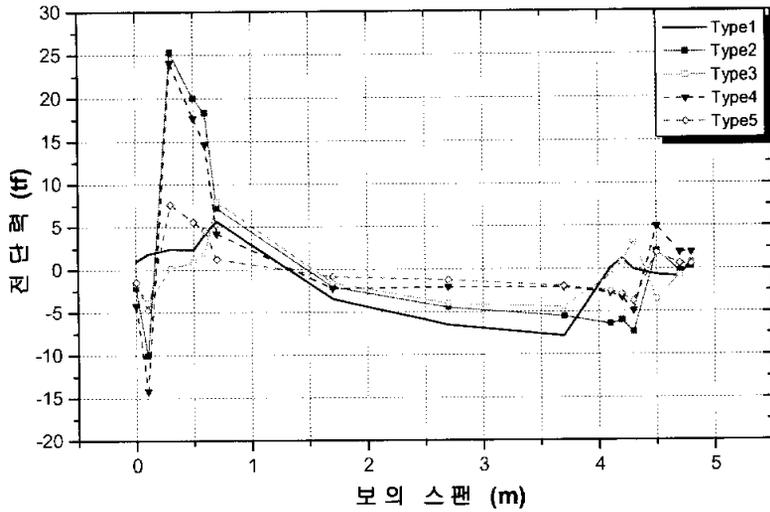


그림 3.9 장변방향 횡하중 작용시 전이보의 전단력(Case1)

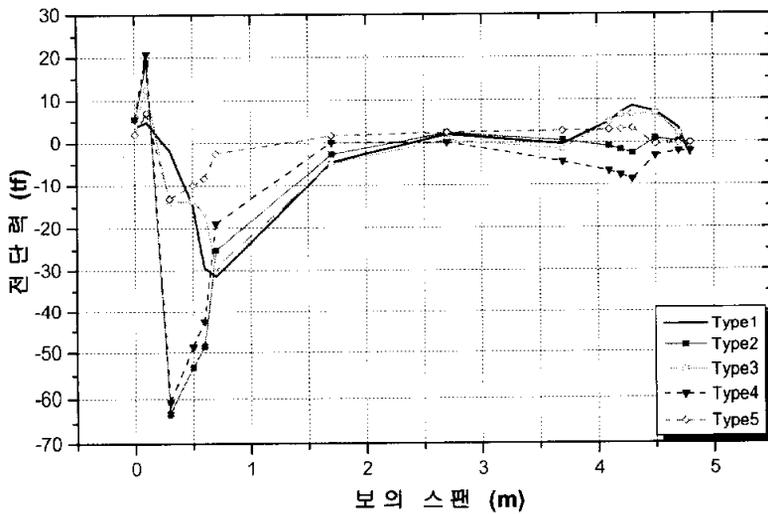


그림 3.10 단변방향 횡하중 작용시 전이보의 전단력(Case1)

## (2) Case 2의 비교

부록 표 A.2에서 Type 1과 비교했을 때 위험단면의 경우 Type 2, 3이 3~16%의 차이를 나타냈으나, Type 4, 5는 60%정도 작게 산출되어 과소평가 되는 것을 알 수 있다. 거동형태는 전 스패에 걸쳐 Type 4, 5가 많은 차이를 나타내고 있고, Type 2의 경우는 단부 쪽에서 Type 4, 5와 거의 유사한 거동형태를 나타내고 있다.

부록 표 B.2에서 Type 1과 비교했을 때 위험단면의 경우 Type 2, 3이 12~19%의 차이를 나타냈으나, Type 4는 63%, Type 5는 91%정도 작게 산출되어 과소평가되는 것을 알 수 있다. 거동형태는 전 스패에 걸쳐 Type 4, 5가 많은 차이를 나타내고 있고, Type 2의 경우는 단부 쪽에서 Type 4와 거의 유사한 거동형태를 나타내고 있다.

부록 표 C.2에서 Type 1과 비교했을 때 위험단면의 경우 Type 2, 3이 6~18%의 차이를 나타냈으나, Type 4는 47%, Type 5는 91%정도 작게 산출되어 과소평가되는 것을 알 수 있다. 거동형태는 전 스패에 걸쳐 Type 4, 5가 많은 차이를 나타내고 있고, Type 2의 경우는 단부 쪽에서 Type 4와 거의 유사한 거동형태를 나타내고 있다.

### (3) Case 3의 비교

부록 표 A.3에서 Type 1과 비교했을 때 위험단면의 경우 Type 2, 3, 4, 5 모두 20% 이내의 오차범위를 나타내고 있다. 거동형태는 전 스펠에 걸쳐 Type 4, 5가 많은 차이를 나타내고 있고, Type 2의 경우는 단부 쪽에서 Type 4, 5와 거의 유사한 거동형태를 나타내고 있다.

부록 표 B.3에서 Type 1과 비교했을 때 위험단면의 경우 Type 2, 3, 4는 10% 이내의 오차범위를 나타냈으나, Type 5는 86%정도 작게 산출되어 과소평가되는 것을 알 수 있다. 거동형태는 전 스펠에 걸쳐 Type 5가 많은 차이를 나타내고 있다.

부록 표 C.3에서 Type 1과 비교했을 때 위험단면의 경우 Type 2, 3이 16%의 차이를 나타냈으나, Type 4는 39%, Type 5는 81%정도 작게 산출되어 과소평가되는 것을 알 수 있다. 거동형태는 전 스펠에 걸쳐 Type 4, 5가 많은 차이를 나타내고 있고, Type 2의 경우는 단부 쪽에서 Type 4와 거의 유사한 거동형태를 나타내고 있다.

### 3.2.2 전이보와 전단벽의 상대강성에 대한 영향

#### (1) Case 1의 비교

수직하중 작용시 부재의 강성차이로 인한 거동형태는 표 3.4의 (a)에서 Type 1과 비교했을 때 Type 3은 유사한 거동형태를 나타내고 있다. Type 2는 강성비 100이하에서 10%이하의 오차를 나타내고 있으나, 강성비가 증가할수록 오차 역시 점점 증가하는 것으로 나타나고 있다. Type 4는 강성비 100이하에서 30%이상의 오차를 나타내면서 강성비가 증가할수록 오차 역시 증가하는 것으로 나타나고 있다.

장변방향으로 횡하중 작용시 부재의 강성차이로 인한 거동형태는 표 3.4의 (b)에서 Type 1과 비교했을 때 Type 2, 3은 강성비 100이하에서 25%이상 오차를 나타내고 있고 강성비가 증가할수록 오차 역시 증가하는 것으로 나타났다. Type 4 역시 Type 2, 3과 비슷한 거동을 보였으나 강성비 100이하에서 70%이상에서부터 오차가 점점 증가하는 것으로 나타났다.

단변방향으로 횡하중 작용시 부재의 강성차이로 인한 거동형태는 표 3.4의 (c)에서 Type 1과 비교했을 때 Type 3은 유사한 거동형태를 나타내고 있다. Type 2는 강성비 200이상부터 오차가 점점 증가하는 것으로 나타나고 있고, Type 4는 전체적으로 오차의 범위가 큰 것으로 나타나고 있다.

표 3.4 Case 1의 강성비에 따른 최대전단력의 비교(단위: tf)

(a) 수직하중 작용시

강성비	Type1	Type2	Type3	Type4
47	128.1	119.8	121.2	86.9
91	116.6	104.8	109.5	70.2
216	98.1	81.2	91.5	51.4
728	72.0	49.1	66.7	30.0
1258	62.2	37.9	57.6	21.5
5823	42.0	16.2	39.6	2.4

(b) 장변방향 횡하중 작용시

강성비	Type1	Type2	Type3	Type4
47	-9.0	-6.7	-5.7	-3.0
91	-7.9	-5.6	-4.4	-2.2
216	-6.5	-3.7	-2.8	-1.7
728	-4.9	-1.6	-1.4	-1.4
1258	-4.6	-1.1	-1.2	-1.1
5823	-3.9	-0.6	-1.5	-0.2

(c) 단변방향 횡하중 작용시

강성비	Type1	Type2	Type3	Type4
47	1.1	1.8	-0.1	-2.5
91	-0.4	0.4	-1.6	-4.6
216	-2.7	-2.1	-3.9	-6.5
728	-5.6	-4.9	-6.7	-6.9
1258	-6.5	-5.4	-7.5	-6.2
5823	-7.0	-4.3	-7.7	-2.5

## (2) Case 2의 비교

수직하중 작용시 부재의 강성차이로 인한 거동형태는 표 3.5의 (a)에서 Type 1과 비교했을 때 Type 3은 유사한 거동형태를 나타내고 있다. Type 2는 강성비 300이하에서 15%이하의 오차를 나타내고 있으나 강성비가 증가할수록 오차 역시 점점 증가하는 것으로 나타나고 있다. Type 4는 강성비 100에서 50%이상의 오차를 나타내면서 강성비가 증가할수록 오차 역시 증가하는 것으로 나타나고 있다.

장변방향으로 횡하중 작용시 부재의 강성차이로 인한 거동형태는 표 3.5의 (b)에서 Type 1과 비교했을 때 Type 2, 3은 유사한 거동형태를 나타내고 있으나, Type 2의 경우 Type 3보다는 다소 오차의 범위가 크게 나타나고 있다. Type 4는 강성비에 따라 50~80% 사이에서 오차의 범위가 나타나고 있다.

단변방향으로 횡하중 작용시 부재의 강성차이로 인한 거동형태는 표 3.5의 (c)에서 Type 1과 비교했을 때 Type 3은 유사한 거동형태를 나타내고 있다. Type 2는 강성비 300이하에서 18%이하의 오차를 나타내고 있으나 강성비가 증가할수록 오차 역시 점점 증가하는 것으로 나타나고 있다. Type 4는 강성비 100에서 40%이상의 오차를 나타내면서 강성비가 증가할수록 오차 역시 증가하는 것으로 나타나고 있다.

표 3.5 Case 2의 강성비에 따른 최대전단력의 비교(단위: tf)

(a) 수직하중 작용시

강성비	Type1	Type2	Type3	Type4
167	221.0	198.0	216.0	107.5
326	183.0	154.0	178.0	75.6
772	135.0	98.4	131.0	46.6
2604	83.7	40.2	80.7	19.8
4500	67.7	23.1	65.1	10.9
20831	38.4	-3.6	36.2	-3.1

(b) 장변방향 횡하중 작용시

강성비	Type1	Type2	Type3	Type4
167	-18.2	-15.9	-16.3	-8.9
326	-15.1	-12.2	-13.3	-5.6
772	-10.8	-7.3	-9.2	-2.8
2604	-5.9	-2.4	-4.4	-1.0
4500	-4.4	-1.4	-3.0	-0.8
20831	-1.9	-0.6	-0.8	-0.6

(c) 단변방향 횡하중 작용시

강성비	Type1	Type2	Type3	Type4
167	-51.5	-44.6	-48.5	-28.9
326	-44.5	-36.5	-41.7	-23.6
772	-35.9	-26.6	-33.7	-18.1
2604	-26.4	-15.5	-24.9	-10.9
4500	-23.0	-11.7	-21.7	-7.8
20831	-15.2	-3.9	-14.5	-1.3

### (3) Case 3의 비교

수직하중 작용시 부재의 강성차이로 인한 거동형태는 표 3.6의 (a)에서 Type 1과 비교했을 때 Type 3은 유사한 거동형태를 나타내고 있다. Type 2는 강성비 100이하에서 10%이하의 오차를 나타내고 있으나 강성비가 증가할수록 오차 역시 점점 증가하는 것으로 나타나고 있다. Type 4는 강성비 30에서 30%이상의 오차를 나타내면서 강성비가 증가할수록 오차 역시 증가하는 것으로 나타나고 있다.

장변방향으로 횡하중 작용시 부재의 강성차이로 인한 거동형태는 표 3.6의 (b)에서 Type 1과 비교했을 때 Type 2, 3은 유사한 거동형태를 나타내고 있다. Type 4는 강성비 100이하에서 30%이하의 오차를 나타내고 있으나, 강성비가 증가할수록 오차가 점점 증가하는 것으로 나타나고 있다.

단변방향으로 횡하중 작용시 부재의 강성차이로 인한 거동형태는 표 3.6의 (c)에서 Type 1과 비교했을 때 Type 3은 유사한 거동형태를 나타내고 있다. Type 2는 강성비 100이하에서 25%이하의 오차를 나타내고 있으나 강성비가 증가할수록 오차 역시 점점 증가하는 것으로 나타나고 있다. Type 4는 30%이상 오차범위를 나타내기 시작하여 강성비가 증가할수록 오차 역시 증가하는 것으로 나타나고 있다.

표 3.6 Case 3의 강성비에 따른 최대전단력의 비교(단위: tf)

(a) 수직하중 작용시

강성비	Type1	Type2	Type3	Type4
7	61.9	64.9	62.1	56.4
14	61.6	63.9	61.1	49.5
32	58.1	58.1	56.9	36.5
108	45.4	39.8	43.7	18.5
187	37.8	29.5	36.1	12.3
864	18.7	6.0	17.0	0.9

(b) 장변방향 횡하중 작용시

강성비	Type1	Type2	Type3	Type4
7	73.6	77.7	81.0	74.2
14	72.3	75.8	79.3	67.8
32	68.1	70.1	74.6	57.2
108	57.7	55.9	63.3	40.5
187	51.9	48.3	57.1	33.0
864	34.9	28.2	38.9	14.7

(c) 단변방향 횡하중 작용시

강성비	Type1	Type2	Type3	Type4
7	-38.3	-32.5	-32.2	-26.4
14	-35.9	-30.1	-30.0	-22.0
32	-31.4	-25.7	-26.2	-15.5
108	-23.1	-16.9	-18.8	-7.6
187	-19.0	-12.6	-15.2	-5.0
864	-9.4	-3.5	-6.8	-0.8

### 3.3 기둥지지부의 지압응력 비교

전이보와 기둥이 만나는 접합면에서 지압응력의 비교값은 보의 전 스패에 대한 변화 양상으로 정리하였다.

#### (1) Case 1의 비교

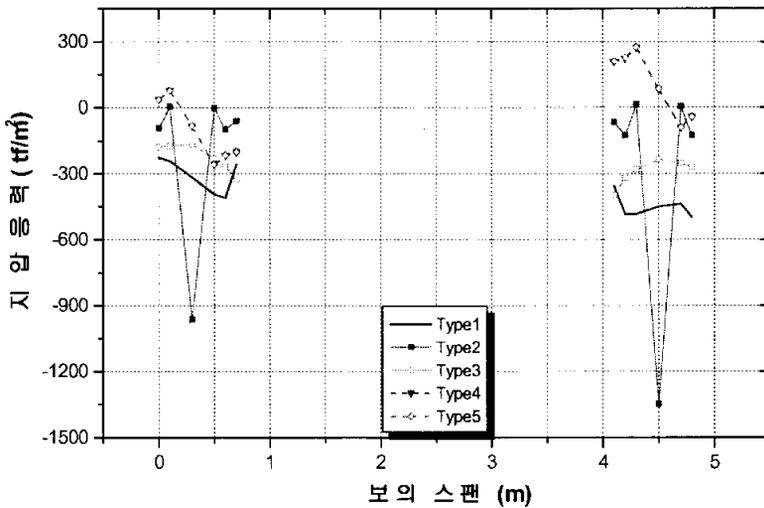


그림 3.11 수직하중 작용시 기둥지지부의 지압응력(Case1)

그림 3.8에서 Type 1과 비교했을 때 Type 3, 4, 5의 전체적인 거동형태는 유사하게 나타나고 있으나, Type 4, 5의 경우 Type 3과는 수치상 반대방향의 거동형태를 나타내고 있다. Type 2의 경우 전체적인 거동형태가 많이 차이가 나고 있고, 특히 기둥지지부 중앙 부분에서 많은 값의 차이를 나타내고 있다.

그림 3.9에서 Type 1과 비교했을 때 Type 3, 4, 5의 전체적인 거동형태는 유사하게 나타나고 있으나, Type 4, 5의 경우 Type 3보다는 수치상으로 최대 2배 정도의 값의 차이를 나타내고 있다. Type 2의 경우 전체적인 거동형태가 많이 차이가 나고 있고, 특히 기둥지지부 중앙에서 많은 값의 차이를 나타내고 있다.

그림 3.10에서 Type 1과 비교했을 때 Type 3, 4, 5의 전체적인 거동형태는 유사하게 나타나고 있으나, Type 5는 수치상 Type 3, 4 보다는 다소 오차의 범위가 크게 나타났다. Type 2의 경우 전체적인 거동형태가 많이 차이가 나고 있고, 특히 기둥지지부 중앙에서 많은 값의 차이를 나타내고 있다. 전체적으로 횡하중 작용 반대쪽의 오차 범위가 크게 나타나고 있다.

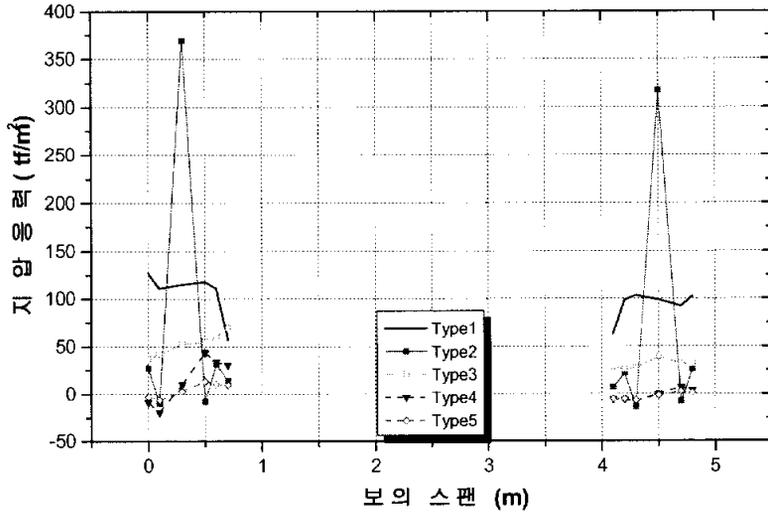


그림 3.12 장변방향 횡하중 작용시 기둥지지부의 지압응력(Case1)

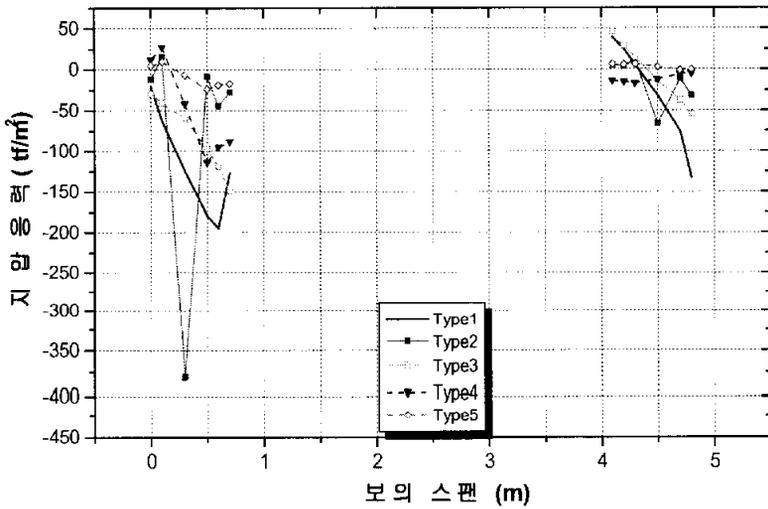


그림 3.13 단변방향 횡하중 작용시 기둥지지부의 지압응력(Case1)

## (2) Case 2의 비교

부록 표 D.2에서 Type 1과 비교했을 때 Type 3, 4, 5의 전체적인 거동 형태는 유사하게 나타나고 있으나, Type 4, 5의 경우 Type 3과는 수치상 반대방향의 거동형태를 나타내고 있다. Type 2의 경우 전체적인 거동형태가 많이 차이가 나고 있고, 특히 기둥지지부 중앙에서 많은 값의 차이를 나타내고 있다.

부록 표 E.2에서 Type 1과 비교했을 때 Type 3, 4, 5의 전체적인 거동 형태는 유사하게 나타나고 있다. Type 2의 경우 전체적인 거동형태가 많이 차이가 나고 있고, 특히 기둥지지부 중앙에서 많은 값의 차이를 나타내고 있다. 또한 외단부 쪽으로 갈수록 좀 더 많은 값의 차이를 나타내고 있다.

부록 표 F.2에서 Type 1과 비교했을 때 Type 3, 4, 5의 전체적인 거동 형태는 유사하게 나타나고 있다. Type 2의 경우 전체적인 거동형태가 많이 차이가 나고 있고, 특히 기둥지지부 중앙에서 많은 값의 차이를 나타내고 있다. 전체적으로 횡하중 작용 반대쪽의 오차 범위가 크게 나타나고 있다.

### (3) Case 3의 비교

부록 표 D.3에서 Type 1과 비교했을 때 Type 3, 4, 5의 전체적인 거동 형태는 유사하게 나타나고 있으나, Type 4, 5의 경우 Type 3과는 수치상 반대방향의 거동형태를 나타내고 있다. Type 2의 경우 전체적인 거동형태가 많이 차이가 나고 있고, 특히 기둥지지부 중앙에서 많은 값의 차이를 나타내고 있다.

부록 표 E.3에서 Type 1과 비교했을 때 Type 3, 4, 5의 전체적인 거동 형태는 유사하게 나타나고 있다. Type 2의 경우 전체적인 거동형태가 많이 차이가 나고 있고, 특히 기둥지지부 중앙에서 많은 값의 차이를 나타내고 있다. 또한 외단부 쪽으로 갈수록 좀 더 많은 값의 차이를 나타내고 있다.

부록 표 F.3에서 Type 1과 비교했을 때 Type 3, 4, 5의 전체적인 거동 형태는 유사하게 나타나고 있으나, Type 4, 5의 경우 Type 3보다는 수치상으로 최대 2배 정도의 값의 차이를 나타내고 있다. Type 2의 경우 전체적인 거동형태도 많이 차이가 나타나고 있고, 특히 기둥지지부 중앙에서 많은 값의 차이를 나타내고 있다.

## IV. 결 론

본 연구에서는 구조체의 모델링 방법과 전이보-전단벽의 상대강성 차이에 대한 부재력의 수치를 이용하여 실제 거동과 가장 근접하면서 간단한 해석방법을 찾고자 하였다. 그 결과, 다음과 같은 결론을 얻었다.

(1) Type 3이 모델링 방법과 상대강성 차이에 대해서 Type 1과 가장 유사한 부재력의 분포를 나타내었다.

(2) Type 2의 경우 전체적으로 부재력의 분포는 유사하게 나타나고 있으나, 단부 쪽의 경우 지지기둥과 전이보 요소간의 연결성 문제 때문에 부재력의 결과가 상이하게 나타났다.

(3) 실무에서 많이 사용하고 있는 Type 4, 5의 경우는 부재력이 서로 유사하게 나타났으나 Type 1과 비교했을 때에는 50% 이상 많은 오차를 나타내고 있으므로 Type 4, 5와 같은 형태로 모델링을 해서는 안된다. 특히, 횡하중의 작용시 Type 5의 경우 부재력이 2배 이상 작게 산출되고 있는데 이것은 실질적인 보 춤을 고려해서 중립축의 위치를 변화시키는 모델링 방법이 수직하중 입력 때와는 달리 높이에 따라서 변화하는 횡하중으로 인해서 그 만큼 하중입력값이 틀려지게 되므로 적정하지가 않다.

(4) 전이보와 전단벽의 상대강성에서 높은 강성차이를 보이는 곳의 오차가 과다하게 나타나고 있으나 실질적으로 부재력 수치에서는 그 차이가 적기 때문에 문제가 되지 않는다.

(5) 상세해석방법으로 사용할 수 있는 판요소와 입체요소간의 선택에 있어서는 요소간의 적절한 연결성 문제만 해결된다면 좀 더 간단한 판요소의 선택이 적절할 것이다.

## 참고문헌

1. Coull, A., "Stress Analysis of Shear Walls.", Civil Engineering and Public Works Review, July, 1965.
2. Coull, A., "Composite Action of Walls Supported on Beams.", Building Science. Vol.1, Pergamon Press, 1966, pp.259-270.
3. Green, D. R., "The Interaction of Solid Shear Walls and their Supporting Structures.", Building Science, Vol.7, Pergamon Press, pp.239-248, 1972.
4. 김현아, 정성진, 신경재, 송진규, 정혜교, 정하선, "연직하중을 받는 하부 골조 상부벽식 구조의 모형화 방법에 관한 연구", 대한건축학회논문집, 구조계, Vol.14, No.8, pp.37-44, 1998. 8.
5. 정성진, 신경재, 광순섭, 황재호, 조석희, "전이보-벽체의 상대강성에 따른 전이보 응력변화에 관한 연구", 대한건축학회논문집, 구조계, Vol.14, No.11, pp.55-62, 1998. 11.
6. 최기선, 신경재, "전이보-벽체의 상대강성에 따른 기둥지지벽의 해석 및 실험", 대한건축학회논문집, 구조계, Vol.16, No.6, pp.45-50, 2000. 6.
7. 송진규, 김진상, 윤정배, "연직하중을 받는 하부골조 상부벽식 구조의 3차원 해석 기법에 관한 연구", 대한건축학회연합논문집, Vol.3, No.3, pp.157-163, 2001. 8.
8. 장극관, 안태상, "상부전단벽과 하부골조로 구성된 복합구조 시스템의 효율적 해석", 한국전산구조공학회 논문집, Vol.15, No.3, pp.441-451, 2002. 9.
9. 이대현, 김호수, "상부벽식-하부골조시스템의 전이보 해석기법에 관한 연구", 대한건축학회논문집, 구조계, Vol.19, No.6, pp.37-44, 2003. 6.

10. 이대현, 김호수, “전이보 시스템의 수직응력분포 및 트러스 거동에 관한 연구”, 대한건축학회논문집, 구조계, Vol.19, No.9, pp.43-50, 2003. 9.
11. 현대건설(주)기술연구소, “하부골조 상부벽식 주상복합 건물의 구조해석 및 설계기법에 관한 연구”, 1999. 2.
12. Posdata, MIDAS GEN User's Manual, 2000.
13. 대한건축학회, “건축물 하중기준 및 해설”, 태림문화사, 2000.
14. 대한건축학회, “통합설계법에 의한 콘크리트 구조설계기준 건축구조물 설계예제집”, 기문당, 2000.

부록 A. 수직하중 작용시 전이보의 부재력

표 A.1 Case 1의 부재력

스팬	휨모멘트 (tf·m)					전단력 (tf)				
	Type1	Type2	Type3	Type4	Type5	Type1	Type2	Type3	Type4	Type5
0	3.0	2.1	1.4	0.0	0.0	1.5	11.1	6.3	17.5	17.2
0.1	2.8	3.2	3.3	-1.8	-1.8	-2.9	45.4	19.2	59.6	58.7
0.3	0.8	-26.4	-5.4	-37.8	-37.7	-23.9	-163.3	-60.0	-138.3	-136.9
0.5	1.1	-6.2	-2.0	-9.8	-9.9	-56.9	-140.1	-59.3	-110.0	-109.0
0.6	0.5	2.8	-1.3	1.5	1.3	-92.8	-129.8	-63.3	-95.8	-95.0
0.7	-30.0	-13.7	-27.7	11.3	11.0	-87.0	-74.2	-83.1	-45.5	-45.2
1.7	25.8	28.9	24.7	56.8	56.2	-12.8	-10.2	-12.9	-5.5	-5.1
2.7	51.8	53.2	49.4	62.2	61.3	52.0	45.4	48.0	22.1	23.2
3.7	31.2	40.9	31.1	40.0	38.0	116.6	104.8	109.5	70.2	72.0
4.1	11.0	15.9	6.4	11.7	8.9	100.6	135.4	82.5	99.7	101.7
4.2	8.2	6.9	4.5	1.4	-1.5	63.8	145.7	74.4	115.4	117.4
4.3	7.3	5.1	7.2	-10.5	-13.7	30.7	171.1	70.0	146.9	148.8
4.5	4.1	-7.4	-0.3	-15.6	-15.3	8.7	-46.2	-8.9	-66.5	-65.4
4.7	2.7	0.5	0.3	-2.2	-2.1	4.1	-8.7	-2.1	-19.3	-18.8
4.8	2.3	1.4	0.5	-0.2	-0.2	-4.1	8.7	2.1	-19.3	-18.8

표 A.2 Case 2의 부재력

스팬	휨모멘트 (tf·m)					전단력 (tf)				
	Type1	Type2	Type3	Type4	Type5	Type1	Type2	Type3	Type4	Type5
0.0	0.8	-0.6	-1.1	-0.5	-0.5	-0.3	1.1	-4.7	5.1	4.9
0.1	-1.4	-4.4	-3.2	-1.1	-1.0	-22.7	6.8	-23.9	6.2	6.0
0.3	-4.7	-62.5	-13.9	-90.1	-96.5	-33.8	-318.7	-122.0	-302.3	-304.2
0.5	-4.0	-23.7	-8.2	-27.8	-33.7	-106.0	-273.7	-117.0	-217.3	-220.0
0.6	-6.5	-6.4	-7.2	-4.7	-10.4	-171.0	-250.9	-124.0	-181.8	-184.8
0.7	-70.4	-34.5	-66.6	14.3	8.9	-173.0	-144.7	-166.0	-72.5	-75.5
1.7	21.1	34.5	22.1	84.4	82.0	-66.9	-50.9	-62.8	-1.2	-2.8
2.6	45.2	52.1	44.3	85.5	84.6	-25.5	-22.7	-23.7	-8.0	-8.3
3.6	57.1	66.0	57.7	93.3	92.6	-2.6	-14.6	-9.9	-19.0	-18.7
3.7	57.2	67.2	59.6	95.3	94.6	5.5	-13.1	-7.4	-22.2	-21.7
3.9	58.8	71.1	64.7	99.2	98.5	14.5	25.0	33.4	-2.2	-1.7
4.1	60.9	68.3	62.4	99.9	99.0	27.1	28.0	38.6	-3.8	-3.2
4.2	90.1	87.8	86.6	100.4	99.5	71.9	52.9	69.0	-0.5	0.6
5.1	96.5	107.8	94.4	100.7	99.0	183.0	154.0	178.0	75.6	76.9
5.9	14.8	26.7	7.4	35.7	32.8	178.0	263.7	132.0	186.6	187.3
6.0	9.3	10.4	4.7	15.8	12.8	112.0	290.1	125.0	226.9	227.3
6.1	8.1	8.1	11.8	-8.7	-11.8	62.5	343.4	132.0	325.9	325.4
6.3	4.9	-6.3	1.7	0.0	0.0	36.7	0.0	31.0	0.0	0.0
6.5	1.0	-1.0	-1.1	0.0	0.0	4.0	0.0	8.7	0.0	0.0
6.6	0.6	-1.0	-2.0	0.0	0.0	-4.0	0.0	-8.7	0.0	0.0

표 A.3 Case 3의 부재력

스편	휨모멘트 (tf·m)					전단력 (tf)				
	Type1	Type2	Type3	Type4	Type5	Type1	Type2	Type3	Type4	Type5
0	-2.3	-0.5	-4.5	0.0	0.0	-23.3	0.0	-20.4	0.0	0.0
0.1	1.4	0.4	-3.5	-0.2	-0.2	14.3	66.5	-2.9	90.4	89.6
0.3	1.2	-42.0	-7.3	-72.0	-73.3	-13.2	-211.0	-65.2	-207.0	-207.1
0.5	1.2	-13.9	-3.9	-30.4	-31.6	-58.3	-176.0	-72.3	-163.6	-163.9
0.6	0.3	-0.6	-3.2	-13.8	-15.1	-103.0	-162.0	-80.9	-142.2	-142.5
0.7	-31.7	-14.8	-28.9	0.5	-0.7	-104.0	-93.5	-99.2	-76.4	-76.7
1.5	19.5	26.2	20.3	61.7	60.8	-22.7	-17.6	-21.8	-17.4	-17.5
2.1	24.9	29.9	26.1	72.2	71.2	12.5	14.3	11.4	3.2	3.3
2.2	24.2	29.3	25.2	71.9	70.9	23.0	23.8	21.5	10.1	10.2
2.3	25.8	30.7	26.5	70.8	69.9	40.7	42.2	39.7	27.8	27.8
2.5	26.5	30.7	26.8	65.2	64.3	59.2	60.5	57.8	47.0	46.9
2.7	23.2	26.7	23.0	55.7	54.8	60.9	61.2	58.6	47.2	47.0
2.8	22.6	26.2	21.7	51.0	50.1	60.0	61.0	58.3	47.3	47.2
2.9	30.3	42.1	31.3	46.2	45.3	61.6	63.9	61.1	49.5	49.3
3.8	2.0	2.7	-0.9	1.6	0.9	7.6	73.3	-2.3	53.2	53.0
3.9	-1.3	-9.6	-4.6	-3.7	-4.5	-2.8	79.3	20.9	55.1	54.9
4	5.7	-10.7	-0.9	-9.4	-10.1	75.8	160.0	25.8	155.0	153.8
4.2	4.1	-28.2	4.1	-57.9	-56.3	58.2	-20.5	55.9	-25.1	-24.5
4.4	-1.3	-19.7	-1.3	-52.9	-51.4	37.5	-16.8	32.7	-22.7	-22.2
4.5	-3.1	-13.0	-2.8	-50.7	-49.2	18.4	-18.0	13.1	-22.3	-21.7
4.6	-4.9	-11.2	-4.1	-48.4	-47.0	-18.4	18.0	-13.1	-22.3	-21.7

부록 B. 상변방향 횡하중 작용시 전이보의 부재력

표 B.1 Case 1의 부재력

스편	휨모멘트 (tf·m)					전단력 (tf)				
	Type1	Type2	Type3	Type4	Type5	Type1	Type2	Type3	Type4	Type5
0	-0.9	-0.3	-0.4	0.0	0.0	1.0	-2.1	-1.6	-4.2	-1.4
0.1	-1.2	-0.3	-0.8	0.4	0.1	1.8	-10.1	-3.9	-14.2	-4.7
0.3	-1.8	3.6	-0.3	2.3	0.2	2.4	25.3	0.2	24.1	7.6
0.5	-2.5	-0.2	-0.3	-2.6	-1.3	2.3	20.0	0.9	17.7	5.6
0.6	-2.8	-2.4	-0.6	-4.4	-1.9	4.2	18.3	2.0	14.6	4.6
0.7	-1.3	-1.4	0.3	-3.9	-2.4	5.6	7.2	7.9	4.2	1.3
1.7	-6.3	-6.0	-5.4	-10.1	-3.6	-3.4	-2.0	-1.6	-2.2	-0.9
2.7	-6.1	-6.3	-5.4	-7.9	-2.8	-6.5	-4.5	-4.0	-2.1	-1.2
3.7	-2.6	-4.7	-3.8	-5.8	-1.5	-7.9	-5.6	-4.4	-2.2	-2.0
4.1	-1.4	-3.3	-0.5	-4.9	-0.7	0.1	-6.5	-0.8	-2.8	-2.6
4.2	-1.5	-2.1	-0.1	-4.6	-0.4	1.2	-6.1	0.7	-3.4	-3.0
4.3	-1.4	-1.6	0.3	-4.3	-0.1	-0.1	-7.4	3.3	-4.9	-3.8
4.5	-1.0	1.2	-0.3	1.2	0.4	-0.7	2.1	-3.5	4.9	1.9
4.7	-0.6	0.2	0.1	0.2	0.1	-0.9	-0.3	-0.8	1.9	0.6
4.8	-0.5	0.2	0.2	0.0	0.0	0.9	0.3	0.8	1.9	0.6

표 B.2 Case 2의 부재력

스팬	힘모멘트 (tf·m)					전단력 (tf)				
	Type1	Type2	Type3	Type4	Type5	Type1	Type2	Type3	Type4	Type5
0.0	-0.3	-0.2	-0.1	0.2	0.0	-0.6	-1.2	-0.6	-1.3	-0.2
0.1	-0.1	0.0	0.0	0.3	0.1	2.2	-1.4	1.4	-1.3	-0.3
0.3	0.1	5.1	0.9	8.9	1.9	5.0	22.7	8.5	22.0	6.3
0.5	0.0	2.4	0.6	4.4	0.6	8.1	19.6	8.2	16.3	4.5
0.6	0.2	1.1	0.6	2.6	0.1	12.0	18.0	8.6	13.9	3.8
0.7	4.1	3.4	4.9	1.2	-0.3	11.1	11.0	11.5	5.9	1.4
1.7	-0.8	-0.9	-0.5	-4.5	-1.7	5.8	5.9	5.8	1.1	-0.1
2.6	-1.6	-1.5	-1.2	-5.6	-1.6	6.9	7.8	6.8	4.9	0.5
3.6	-5.7	-6.2	-5.3	-10.4	-2.1	4.2	10.8	9.1	9.1	1.3
3.7	-6.0	-6.3	-5.4	-11.3	-2.2	-0.3	11.9	10.2	10.8	1.6
3.9	-6.5	-9.4	-8.3	-14.2	-2.7	-5.5	-15.2	-15.1	-11.5	-2.1
4.1	-6.5	-7.8	-6.7	-11.9	-2.3	-10.2	-14.2	-14.3	-9.8	-1.8
4.2	-10.3	-10.3	-9.5	-10.8	-2.1	-13.6	-11.9	-12.5	-6.5	-1.3
5.1	-6.4	-7.1	-5.9	-5.3	-1.0	-15.1	-12.2	-13.3	-5.6	1.4
5.9	0.1	-0.9	-0.3	-0.5	0.2	-13.3	-15.4	-9.1	-9.1	-2.4
6.0	0.4	-0.8	-0.3	0.5	0.5	-7.9	-17.0	-8.8	-10.2	-2.7
6.1	0.2	-1.2	-1.0	1.8	0.8	-2.4	-17.8	-9.8	-11.4	-3.3
6.3	0.1	-0.4	0.2	0.0	0.0	0.4	0.0	3.2	0.0	0.0
6.5	-0.1	-0.1	-0.1	0.0	0.0	1.8	0.0	1.0	0.0	0.0
6.6	-0.3	-0.1	-0.2	0.0	0.0	-1.8	0.0	-1.0	0.0	0.0

표 B.3 Case 3의 부재력

스팬	힘모멘트 (tf·m)					전단력 (tf)				
	Type1	Type2	Type3	Type4	Type5	Type1	Type2	Type3	Type4	Type5
0	-0.1	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.2	0.0	0.0
0.1	-2.5	-2.0	-1.5	0.0	0.0	-24.8	-17.2	-16.5	-13.8	-4.4
0.3	-2.9	7.8	-3.6	18.5	-0.7	-35.6	-36.4	-40.2	-15.4	-4.3
0.5	-0.1	10.1	-0.5	21.6	0.2	-42.1	-42.2	-43.1	-21.8	-5.8
0.6	1.1	10.4	0.6	23.8	0.8	-47.1	-44.7	-44.5	-25.3	-6.6
0.7	-3.5	0.2	-0.6	26.4	1.4	-46.0	-46.8	-45.6	-34.5	-8.2
1.5	17.3	20.4	19.5	54.0	8.0	-20.1	-22.7	-19.0	-27.2	-6.3
2.1	25.6	29.7	27.2	70.3	11.8	10.0	7.9	12.1	-4.2	-1.9
2.2	25.7	29.6	27.2	70.7	11.9	22.1	20.8	24.9	7.4	0.2
2.3	27.6	31.6	29.5	69.9	11.9	44.7	46.5	50.4	35.4	4.9
2.5	28.0	31.9	30.0	62.7	10.9	71.1	75.1	78.5	67.6	10.3
2.7	22.4	25.9	23.9	49.1	8.9	73.3	76.1	79.5	67.5	10.3
2.8	20.2	23.8	21.3	42.3	7.8	72.8	76.1	79.4	67.6	10.3
2.9	33.5	40.2	35.3	35.5	6.8	72.3	75.8	79.3	67.8	10.3
3.8	-1.1	-4.5	-0.7	-25.7	-2.5	41.3	74.3	32.3	65.7	10.0
3.9	-1.8	-8.2	0.8	-32.3	-3.5	21.9	72.7	22.2	64.7	9.8
4	-2.4	-10.4	-0.5	-38.7	-4.5	-0.7	65.6	9.3	55.8	8.0
4.2	-2.2	4.1	-1.2	-0.4	-2.4	-9.6	7.1	-8.3	5.5	-0.3
4.4	-0.8	3.3	-0.2	-1.5	-2.4	-8.7	7.2	-6.2	5.4	-0.3
4.5	-0.3	3.1	0.1	-2.0	-2.3	-3.8	7.0	-1.5	5.4	-0.3
4.6	0.1	2.4	0.3	-2.6	-2.3	3.8	-7.0	1.5	5.4	-0.3

부록 C. 단변방향 횡하중 작용시 전이보의 부재력

표 C.1 Case 1의 부재력

스팬	휨모멘트 (tf · m)					전단력 (tf)				
	Type1	Type2	Type3	Type4	Type5	Type1	Type2	Type3	Type4	Type5
0	1.8	0.9	0.9	0.0	0.0	3.5	4.7	4.2	5.5	2.0
0.1	1.7	1.7	1.9	-0.6	-0.2	4.8	18.7	12.4	20.8	6.9
0.3	0.3	-17.7	-1.5	-29.8	2.5	-1.8	-63.0	-14.0	-60.8	-13.2
0.5	-0.7	-9.2	-1.2	-17.5	0.2	-14.7	-53.2	-13.8	-48.8	-10.0
0.6	-1.7	-5.3	-1.4	-12.5	1.2	-29.3	-48.7	-16.2	-42.5	-8.4
0.7	-15.8	-9.5	-14.9	-8.1	2.1	-31.4	-25.2	-29.1	-18.9	-2.6
1.7	4.5	5.2	3.6	10.8	4.7	-4.7	-2.8	-5.1	0.0	1.7
2.7	6.5	6.7	5.6	10.7	3.0	1.9	2.3	0.6	0.1	2.4
3.7	6.5	6.1	6.4	10.6	0.6	-0.4	0.4	-1.6	-4.6	2.7
4.1	3.2	6.8	1.5	12.5	-0.4	4.7	-1.0	4.6	-6.8	2.8
4.2	2.7	7.1	1.2	13.2	-0.7	6.8	-1.8	6.3	-7.6	2.9
4.3	2.4	7.6	1.1	14.0	-1.0	8.5	-2.7	6.4	-8.7	3.2
4.5	1.1	-0.4	0.5	-1.1	-0.1	7.1	0.9	6.7	-3.3	-0.5
4.7	-0.1	-0.1	-0.2	-0.4	0.0	3.3	0.2	2.0	-2.2	-0.2
4.8	-0.4	-0.1	-0.4	-0.2	0.0	-3.3	-0.2	-2.0	-2.2	-0.2

표 C.2 Case 2의 부재력

스팬	휨모멘트 (tf · m)					전단력 (tf)				
	Type1	Type2	Type3	Type4	Type5	Type1	Type2	Type3	Type4	Type5
0.0	0.0	-0.2	0.0	0.2	0.0	0.6	-1.1	0.0	-1.8	-0.2
0.1	-0.1	0.1	0.1	0.4	0.0	2.3	-1.1	2.4	-1.8	-0.2
0.3	-0.6	-7.7	-0.1	-14.3	3.0	3.1	-6.5	2.1	-11.6	3.4
0.5	-1.2	-6.3	-0.5	-11.9	2.3	2.2	-5.5	2.6	-11.0	2.8
0.6	-1.5	-5.7	-0.7	-10.7	2.0	0.8	-4.5	2.3	-10.2	2.6
0.7	-2.9	-3.7	-3.9	-9.6	1.7	1.2	0.9	0.1	-5.8	1.9
1.7	1.3	0.0	0.6	-4.0	-0.1	10.3	9.5	8.8	2.6	1.9
2.6	-0.5	-1.1	-0.8	-6.5	-2.0	14.4	14.7	13.0	9.1	3.1
3.6	-9.0	-10.0	-8.8	-15.3	-5.0	11.6	15.7	13.3	11.6	3.8
3.7	-9.1	-10.2	-9.0	-16.6	-5.4	8.2	15.7	13.0	12.1	4.1
3.9	-10.1	-12.4	-11.3	-18.5	-6.1	3.6	-5.0	-7.0	-0.3	0.7
4.1	-11.2	-11.8	-10.9	-18.5	-6.3	-2.0	-5.4	-7.9	-0.4	0.8
4.2	-17.4	-16.1	-16.2	-18.5	-6.4	-15.4	-11.2	-14.8	-2.6	0.8
5.1	-18.7	-20.8	-17.4	-16.3	-7.1	-44.5	-36.5	-41.7	-23.6	-3.9
5.9	-1.5	-0.6	-0.3	3.9	-3.8	-36.0	-63.4	-23.4	-50.3	-11.1
6.0	-0.7	4.1	0.1	9.3	-2.6	-19.5	-69.5	-20.1	-59.6	-13.8
6.1	-0.7	5.4	-1.4	15.6	-1.1	-8.4	-82.5	-20.6	-81.6	-20.4
6.3	-0.7	1.4	-0.2	0.0	0.0	-4.0	0.0	-4.3	0.0	0.0
6.5	-0.5	0.3	0.1	0.0	0.0	1.2	0.0	-0.8	0.0	0.0
6.6	-0.6	0.3	0.2	0.0	0.0	-1.2	0.0	0.8	0.0	0.0

표 C.3 Case 3의 부재력

스핀	힘모멘트 (tf·m)					전단력 (tf)				
	Type1	Type2	Type3	Type4	Type5	Type1	Type2	Type3	Type4	Type5
0	0.9	0.2	1.6	0.0	0.0	10.1	0.0	7.0	0.0	0.0
0.1	-0.4	0.0	1.2	0.1	0.0	-1.7	-22.0	0.9	-27.3	-8.4
0.3	-0.5	14.7	2.6	24.6	6.4	9.7	73.2	24.5	69.5	20.1
0.5	-0.9	5.0	1.3	10.6	2.4	26.2	61.0	26.4	55.5	16.0
0.6	-0.7	0.3	1.0	5.0	0.7	41.8	55.9	29.0	48.5	13.9
0.7	10.3	4.8	9.4	0.1	-0.7	38.9	31.3	33.4	26.3	7.4
1.5	-9.6	-9.8	-8.2	-21.0	-6.6	4.1	2.5	3.6	4.9	1.1
2.1	-10.3	-9.9	-8.9	-23.9	-7.3	-12.3	-10.4	-10.0	-3.8	-1.4
2.2	-9.8	-9.6	-8.4	-23.5	-7.1	-17.5	-14.4	-14.2	-6.8	-2.3
2.3	-10.6	-10.2	-9.0	-22.8	-6.9	-26.2	-22.0	-21.9	-14.1	-4.4
2.5	-10.3	-9.8	-8.7	-20.0	-6.0	-35.6	-29.6	-29.5	-21.8	-6.7
2.7	-7.7	-7.6	-6.4	-15.6	-4.7	-36.3	-29.8	-29.7	-21.7	-6.7
2.8	-6.9	-7.0	-5.5	-13.4	-4.0	-35.9	-29.7	-29.6	-21.7	-6.7
2.9	-12.8	-14.5	-10.6	-11.2	-3.3	-35.9	-30.1	-30.0	-22.0	-6.8
3.8	1.8	3.2	1.0	8.6	2.8	-16.7	-31.9	-10.8	-22.4	-6.8
3.9	2.5	6.9	1.6	10.9	3.5	-8.3	-33.0	-5.2	-22.6	-6.9
4	0.7	7.6	0.3	13.2	4.2	-21.5	-50.7	-13.8	-42.4	-13.0
4.2	1.5	13.9	0.0	24.8	6.4	-12.4	13.3	-11.6	11.1	2.8
4.4	2.9	10.6	1.5	22.5	5.8	-4.8	12.4	-4.2	10.6	2.6
4.5	3.6	8.4	2.2	21.5	5.6	1.9	12.8	2.6	10.5	2.6
4.6	3.4	7.1	2.0	20.4	5.3	-1.9	-12.8	-2.6	10.5	2.6

부록 D. 수직하중 작용시 기둥지지부의 지압응력

표 D.1 Case 1의 지압응력

스팬	지압응력 (tf/m <sup>2</sup> )				
	Type1	Type2	Type3	Type4	Type5
0	-224.4	-93.2	-178.3	36.5	35.9
0.1	-240.1	3.6	-172.6	80.3	79.1
0.3	314.6	-963.8	-166.6	-82.0	-81.5
0.5	-391.0	-2.7	-227.8	-258.6	-256.2
0.6	-408.1	-97.9	-265.8	-214.3	-212.5
0.7	-254.3	-59.1	-325.2	-199.5	-197.9
4.1	-353.8	-65.6	-397.2	207.7	211.8
4.2	-486.2	-126.4	-320.1	224.1	228.2
4.3	-486.2	13.2	-279.9	273.2	277.3
4.5	-451.4	-1350.0	-233.0	83.7	86.9
4.7	-437.0	5.0	-249.8	-89.5	-87.8
4.8	-500.6	-124.2	-268.1	-40.3	-39.3

표 D.2 Case 2의 지압응력

스팬	지압응력 (tf/m <sup>2</sup> )				
	Type1	Type2	Type3	Type4	Type5
0.0	-219.1	-113.1	-216.0	10.6	10.1
0.1	-295.1	33.6	-220.0	11.8	11.3
0.3	-476.1	-1625.0	-253.2	-308.4	-310.7
0.5	-656.1	-28.6	-413.7	-541.2	-546.1
0.6	-717.2	-161.2	-495.9	-415.8	-421.7
0.7	-460.4	-112.8	-627.5	-378.9	-385.0
5.9	-533.2	-123.9	-714.9	388.8	390.3
6.0	-797.9	-180.2	-560.0	430.8	431.9
6.1	-729.2	-29.6	-467.7	575.8	575.7
6.3	-541.1	-1850.0	-287.6	339.5	338.9
6.5	-354.6	41.5	-250.7	0.0	0.0
6.6	-297.3	-138.3	-235.6	0.0	0.0

표 D.3 Case 3의 지압응력

스팬	지압응력 (tf/m <sup>2</sup> )				
	Type1	Type2	Type3	Type4	Type5
0	-860.4	-120.7	-495.8	0.0	0.0
0.1	-818.9	-53.9	-483.8	94.1	93.4
0.3	-716.7	-1882.4	-399.2	-121.4	-122.4
0.5	-724.9	6.8	-397.9	-386.0	-386.4
0.6	-684.7	-172.1	-401.5	-318.6	-319.2
0.7	-412.1	88.6	-432.1	-296.3	-296.9
3.8	-372.5	-82.8	-356.5	110.7	110.4
3.9	-550.0	-93.5	-294.4	112.8	112.4
4	-659.9	-9.0	-315.1	218.9	217.4
4.2	-541.1	-1887.2	-291.6	135.4	134.7
4.4	-530.7	34.1	-273.5	-49.8	-48.6
4.5	-480.5	-151.0	-264.3	-46.9	-45.7
4.6	-365.5	-45.7	-286.8	-46.4	-45.2

부록 E. 장변방향 횡하중 작용시 기둥지지부의 지압응력

표 E.1 Case 1의 지압응력

스팬	지압응력 (tf/m <sup>2</sup> )				
	Type1	Type2	Type3	Type4	Type5
0	127.0	26.7	36.9	-8.8	-3.0
0.1	110.9	10.0	41.8	-19.2	-6.4
0.3	115.2	368.6	53.0	10.3	3.0
0.5	117.9	-8.3	54.5	43.5	13.7
0.6	110.8	31.2	59.3	33.6	10.6
0.7	57.1	13.9	69.3	30.4	9.5
4.1	62.7	7.1	28.1	-5.9	-5.5
4.2	98.3	21.8	25.4	-6.5	-5.8
4.3	102.8	-13.9	26.7	-8.6	-7.0
4.5	98.7	317.0	39.0	0.1	-2.0
4.7	92.1	-8.0	31.5	7.2	2.6
4.8	101.8	25.8	31.3	4.0	1.2

표 E.2 Case 2의 지압응력

스팬	지압응력 (tf/m <sup>2</sup> )				
	Type1	Type2	Type3	Type4	Type5
0.0	42.3	10.7	18.7	-2.8	-0.5
0.1	33.0	-5.8	16.6	-2.8	-0.5
0.3	39.1	119.0	20.1	21.5	6.3
0.5	43.0	1.8	29.0	40.0	11.3
0.6	43.4	11.8	33.8	31.6	8.6
0.7	26.1	8.1	42.1	29.1	7.8
5.9	19.9	2.1	31.7	-19.0	-5.0
6.0	8.9	-5.2	17.8	-20.1	-5.3
6.1	-8.3	11.1	6.8	-22.4	-6.3
6.3	-40.5	-100.0	16.4	-11.8	-3.5
6.5	-75.7	6.5	22.0	0.0	0.0
6.6	-119.2	-13.1	-28.5	0.0	0.0

표 E.3 Case 3의 지압응력

스팬	지압응력 (tf/m <sup>2</sup> )				
	Type1	Type2	Type3	Type4	Type5
0	40.6	-44.8	-29.5	0.0	0.0
0.1	74.6	-0.1	0.4	-14.4	-4.5
0.3	48.8	139.0	20.9	-30.5	-9.0
0.5	41.6	9.1	12.5	-38.8	-10.6
0.6	28.5	18.0	2.8	-49.1	-12.9
0.7	4.1	5.9	-14.8	-52.8	-13.7
3.8	-124.4	-22.7	-194.7	136.9	20.8
3.9	-158.6	-32.1	131.7	135.9	20.6
4	-117.9	-8.9	-84.6	125.5	18.6
4.2	-40.5	-148.4	-17.1	63.8	8.0
4.4	41.7	19.7	28.5	11.3	-0.7
4.5	75.8	0.0	55.5	11.2	-0.7
4.6	98.9	5.5	98.1	11.2	-0.7

부록 F. 단변방향 횡하중 작용시 기둥지지부의 지압응력

표 F.1 Case 1의 지압응력

스팬	지압응력 (tf/m <sup>2</sup> )				
	Type1	Type2	Type3	Type4	Type5
0	-20.0	-11.9	-29.8	11.5	4.2
0.1	-62.1	15.1	-40.5	27.4	9.3
0.3	-124.0	-380.8	-59.4	-41.7	-6.6
0.5	-178.8	-8.2	-97.1	-114.2	-24.2
0.6	-195.4	-44.6	-119.2	-95.1	-19.1
0.7	-126.9	-28.0	-149.4	-88.5	-17.4
4.1	39.4	5.2	46.1	-14.1	5.9
4.2	25.0	3.7	28.8	-15.0	6.0
4.3	5.9	12.1	14.3	-17.0	6.4
4.5	-31.9	-66.3	-13.2	-12.5	2.8
4.7	-75.7	-11.1	-37.6	-5.7	-0.7
4.8	-132.6	31.9	-55.1	-4.6	-0.4

표 F.2 Case 2의 지압응력

스팬	지압응력 (tf/m <sup>2</sup> )				
	Type1	Type2	Type3	Type4	Type5
0.0	75.5	29.2	35.1	-3.8	-0.4
0.1	38.9	9.9	22.8	-3.8	-0.4
0.3	13.0	18.3	7.3	-13.9	3.4
0.5	-11.3	-9.5	-11.9	-23.5	6.5
0.6	-22.2	-6.1	-21.0	-22.1	5.6
0.7	-21.7	-6.0	-30.9	-21.3	5.3
5.9	166.8	35.8	201.4	-104.7	-23.2
6.0	247.0	53.8	155.3	-114.4	-26.0
6.1	221.9	10.6	125.4	-147.0	-35.6
6.3	151.8	515.5	70.4	-83.0	-21.3
6.5	74.4	-27.7	36.5	0.0	0.0
6.6	27.5	12.8	18.5	0.0	0.0

표 F.3 Case 3의 지압응력

스팬	지압응력 (tf/m <sup>2</sup> )				
	Type1	Type2	Type3	Type4	Type5
0	341.1	41.3	170.6	0.0	0.0
0.1	316.6	15.8	165.7	-28.4	-8.8
0.3	270.5	656.6	135.3	44.0	12.2
0.5	268.1	-2.7	136.2	130.2	37.6
0.6	250.4	60.0	137.8	108.3	31.2
0.7	148.8	30.9	148.6	101.0	29.0
3.8	114.1	23.2	99.0	-46.6	-14.2
3.9	165.1	29.7	81.8	-46.9	-14.2
4	188.0	-1.2	83.3	-67.7	-20.7
4.2	151.8	508.7	73.4	-32.5	-10.7
4.4	146.8	-9.1	79.8	22.6	5.7
4.5	135.1	44.0	85.0	21.9	5.5
4.6	107.1	14.4	101.4	21.8	5.5

**The Influence of Analysis Modeling Methods  
on Member Force Computation  
in Column-Supported Wall Structure**

by Jae-Jun Lee

*Department of Architectural Engineering, Graduate School  
Pukyong National University*

**Abstract**

Recently, column-supported wall structural system is frequently adopted in mixed-use high-rise buildings. Due to the sudden change of stiffness at the transfer floor proper load transfer and avoiding stress concentration are very important in column-supported wall structural system. It is revealed by many investigators that 2-dimensional analysis is not reliable and inappropriate selection of element for modeling may lead to erroneous result for gravitational loading.

In this study, structural behavior of column-supported wall structure at transfer floor subject to lateral loading is compared by changing modeling methods.

The results of this study can be summarized as follows :

- (1) Type 3 is similar to Type 1 on member force distribution.

(2) Type 2 is similar to Type 1 on member force distribution, but member force differs from end of transfer girder because of link of element.

(3) Type 4, 5 differ more than 50% from Type 1, therefore using beam element should be avoided in this structural system.

(4) Result of vertical loading is similar to that of lateral loading.

(5) Choice of plate element will be appropriate, if linking between elements is considered.

## 감사의 글

이 논문이 시작될 때부터 끝날 때까지 아낌없는 조언과 바른 길로 이끌어 주신 많은 분들에게 진심으로 감사드립니다.

먼저 이 논문이 맺어질 때까지 학문의 길에서 자상하고 깊은 이해로 이끌어 주신 지도 교수님이신 김영찬 교수님과 많은 배려와 아낌없는 조언을 해주신 박천석 교수님, 이재용 교수님, 항상 밝은 미소로 학문의 길을 인도 해주신 이수용 교수님, 임영빈 교수님에게 깊은 감사의 마음을 드립니다.

아울러 많은 가르침을 주셨던 류종우 교수님, 조홍정 교수님, 신용재 교수님, 김기환 교수님, 조영행 교수님, 오장환 교수님, 홍성민 교수님께 진심으로 감사드립니다.

2년 동안의 대학원 생활동안 항상 곁에서 많은 도움과 조언을 아끼지 않은 안재혁 선배님께 고마움의 마음을 전합니다. 그리고 대학원 생활에 적응하도록 많은 도움을 주신 문상훈 선배님, 김이성 선배님께도 감사드립니다. 논문을 쓸 때 물신양면으로 도와주신 이영근 선배님, 권기상 선배님, 김동건 선배님, 이정현 선배님께도 감사드립니다. 또한 부족한 나를 믿고 따라준 후배 동료, 명교에게 고마움을 전합니다.

석사과정 동안 우정어린 충고를 아끼지 않은 태영, 경민과 대학원 동기들, 그리고 여러 친구들에게도 고맙다는 말을 전합니다.

끝으로 지금까지 부족한 저를 뒤에서 묵묵히 사랑으로 보살펴 주신 부모님과 하나밖에 없는 동생 재천, 그리고 불만 없이 지켜봐준 화선이에게 고마움을 전하며 이 작은 결실을 바칩니다.

앞으로 지금까지 저를 뒤에서 지켜봐 준 많은 분들의 기대에 부흥하도록 항상 최선을 다하는 모습을 보여 드리겠습니다.

2004년 2월

이 재 준