

신형상 데크플레이트를 이용한 합성슬라브의 구조적인 거동에 대한 연구

A Study on the Structural Behavior of the Composite Slab with New-Shaped Deckplate

허 충¹⁾ · 문 태 섭²⁾
Huh, Choong Moon, Tae Sup

요 약 : 철골구조 또는 철골철근콘크리트구조 건물의 바닥슬라브 구조는 공사도 무비의 절감과 공기단축의 필요성에 따라 데크플레이트의 사용이 보편화되어 있다. 이러한 데크플레이트는 설치의 용이성 및 작업공간의 제공, 콘크리트 타설시에는 역성 상태의 콘크리트 사하중과 시공하중에 견디는 단일 휨부재로서 거푸집 역할을 하며, 구조용(합성용) 데크플레이트는 콘크리트가 경화한 후 합성슬라브의 주인장재 역할을 한다. 국내의 현행 법규상, 데크플레이트를 구조재로 사용하는 경우에는 반드시 내화구조로 하여야 하며 이때 내화피복재의 추가시공은 필수적이다. 데크플레이트를 거푸집으로 사용하는 경우는 내화피복은 필요 없으나 콘크리트 및 철근 추가의 사용으로 건물의 자중이 증가하게 된다. 그러나, 현재 국내에서 사용되고 있는 데크플레이트는 대부분 거푸집용으로 위의 문제점을 갖고 있는 실정이고, 합성용 데크플레이트의 경우는 실험한 결과 대부분 슬립 하중이 최대하중으로 결정되는 매우 취약적인 거동을 나타내고 있다.

따라서 본 논문에서는 근래에 행하여진 합성용 데크플레이트의 실험을 근간으로 새로운 형상의 구조용 데크플레이트를 제시하며 이를 사용한 합성슬라브의 거동을 파악하고, 신형상의 합성슬라브 실험 결과 ASCE, EC4규준과 비교하며, 이론 모멘트-곡률관계로부터 구한 하중-처짐곡선을 실험치와 비교한다.

ABSTRACT : The objective of this study is to investigate the structural behavior of the composite slabs with the new metal deckplate. The new deckplate can be used as structural member with topping concrete.

So several experiments of ths structural test and the fire resistance test were done.

From this experiments, slabs with new metal deckplate were verified as composite slabs. In this paper, this verifications were compared with the international design methods. For experiment, 49 specimens were made. the main parameters are deckplate thickness (1.2mm, 1.6mm), depth of topping concrete(85mm, 90mm).

1) 한양대학교 건축공학과 박사과정 수료
2) 한양대학교 공과대학 건축공학부 교수
포항제철 석좌교수

본 논문에 대한 토의를 1997년 12월 30일까지 학회로 보내주시면 토의회답을 게재하겠습니다.

support condition(simple, 2-span), shear reinforcement(studs), span(2.7m, 3.0m, 3.3m, 3.6m, 3.9m) and shear span(L/3, L/4, L/7).

We analyzed the structural behavior of composite slab throughout the moment-curvature relationship which is obtained with the program using the computer language, Turbo C. From this development for slab system, the reinforced concrete or steel structure building may be easy, economical for construction. And informations about the structural behavior of composite slabs will be utilized to established korea standard.

핵심어 : 합성슬래브, 데크플레이트, 모멘트-곡률관계, 전단스팬, 스티드

KEYWORDS : composite slab, deckplate, shear span, moment-curvature relationship, stud

1. 연구의 배경 및 목적

최근 도심지의 한정된 부지의 효율적인 이용을 위한 방안으로 건물들의 고층화가 일반적인 추세에 있으며, 고층 건축물의 구조시스템으로는 내구성과 내진성이 우수한 철골구조(Steel Structure) 및 철골철근콘크리트구조(Steel Concrete Composite structure)가 널리 사용되고 있으며 이들 고층건물의 바닥슬래브 구조로는 공사 노무비의 절감과 공기단축의 필요성에 따라 데크플레이트의 사용이 보편화되고 있다.

건축물의 바닥슬래브 구조를 구성하는 데크플레이트는 구조재 또는 거푸집으로 사용되는 두가지의 경우로 분류할 수 있다. 데크플레이트는 콘크리트 타설시에는 설치의 용이성 및 작업공간을 제공하며 액성상태의 콘크리트 자중과 시공하중에 견디는 단일횡재로서의 거푸집의 역할을 하는데 특히 구조용 데크플레이트(합성용 데크플레이트)는 콘크리트가 경화한 후 합성슬래브의 주인장재로서의 역할을 한다.

데크플레이트를 구조재로 사용하는 경우에는 현행법규상 내화구조로 하여야 하며, 이 경우 데크플레이트를 보호하기 위하여 내화피복재의 추가시공이 필수적이다. 데크 플레이트를 거푸집으로 사용하는 경우에는 내화피복은 필요없으나 콘크리트

및 철근이 과다하게 소요되어 건물의 자중을 증가시킬 뿐 아니라 건축 비용을 증가시키게 된다.

하지만 현재 국내에서 사용되고 있는 데크플레이트를 보면 주로 거푸집용으로 사용되고 있어 위에서 언급한 것과 같은 문제점을 안고 있는 실정이며, 기존의 합성용 데크플레이트의 경우는 실험한 결과 대부분 슬립하중이 최대하중으로 결정되는 취성적 거동을 나타내었다..

따라서 본 논문에서는 근래에 행하여진 합성용 데크 플레이트의 실험을 기준으로 새로운 형상의 구조용 데크플레이트 제시하며 이것을 사용하여 위에서 언급한 조건을 만족시키는 새로운 바닥 슬래브 시스템을 제시 하고자 한다.

먼저 데크 플레이트의 거동과 기존의 연구에 대해 개괄해 보면 다음과 같다.

2. 합성슬래브에 대한 기존의 연구

2.1 합성슬래브의 파괴형상

2.1.1 수평전단파괴 (Shear Debonding)

합성효과의 상실로 인한 것으로, 그림2.1에서 나타낸 바와 같이 합성효과의 상실은 초기엔드슬립으로 관찰된다. 대부분의 수평전단파괴가 이러

한 유형을 나타내고 있으며 데크플레이트의 거동에 가장 중요한 판단의 요소가 된다.

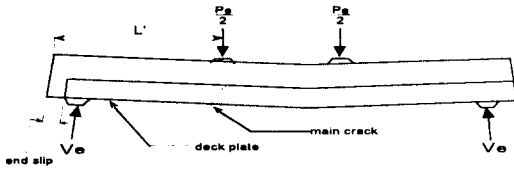


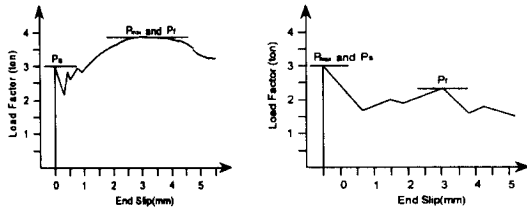
그림 2.1 전형적인 수평전단파괴 형상

2.1.2 수직전단파괴 (Punching Shear)

전단스팬(Shear Span)이 작은 경우, 집중하중시 가력점에서 주균열의 진행이 갑작스럽게 진행되며 일종의 펀칭쉬어(Punching Shear)가 발생하는 경우를 일컫는다. 스패인이 작고 층이 깊은 경우에 주로 일어난다.

2.1.3 휨파괴 (Flexure)

특히 장스팬 슬래브의 경우 합성효과가 완전히 상실되기 전후, 최대모멘트에서 부분 또는 완전소성형태를 이루며, 평형철근비 이하에서는 데크플레이트 단면이 항복하는 형식으로, 평형철근비 이상에서는 콘크리트가 압괴하는 현상으로 나타난다



(a) 연성파괴

(b) 취성파괴

그림 2.2 수평전단파괴의 종류

앞에서 언급한 대로 합성 슬래브의 파괴모드는 두 재료의 구조적인 합성효과에 따라 정해진다. 이러한 합성 효과를 판단 하는 기준은 전단 슬립의 거동(엔드슬립)을 고찰 함으로써 판단을 할수 있다.

2.2 전단슬립 거동

전단슬립의 거동을 평가하기 위하여 그림2.1과 같이 수평전단파괴에서는 다음과 같은 전단응력도 값을 3가지 하중지표로 정한다.

- ① τ_s : 초기엔드슬립하중(P_s)시의 전단응력도
- ② τ_f : 엔드슬립후 최대하중(P_f)시의 전단응력도
- ③ τ_{max} : 최대하중(P_{max})시의 전단응력도

2.2.1 전단슬립에 의한 파괴모드에 대한 고찰

가) 일부 전단보강장치가 있는 경우 일반적으로 연성파괴가 일어나며, 취성파괴된 실험체보다 초기 엔드슬립량이 작은 것을 특징으로 한다.

나) 초기엔드슬립시의 전단응력은 변화의 폭이 크게 나타난다. 이는 화학적 부착력에 대한 영향으로 판단된다. 따라서 τ_s 는 주로 화학적 부착력에 대한 효과를 나타낸다고 할 수 있다.

다) τ_f 는 엔드슬립으로 인한 화학적부착력이 상실된 후의 전단응력이므로 주로 물리적, 기계적 저항력에 대한 효과를 나타낸다고 할 수 있다.

라) τ_{max} 는 물리적 저항력 및 화학적 저항력에 대한 효과를 나타낸다고 할 수 있다.

마) τ_f 가 τ_s 보다 작은 것은 초기슬립량이 큰 것에 원인이 있다고 판단된다.

2.2.2 전단응력의 분포

전단응력(τ)의 계산은 합성슬래브의 데크플레이트와 콘크리트가 접하는 표면적을 대상으로 한다. 일방향 합성슬래브의 데크플레이트와 콘크리트 사이의 접촉면에서의 전단응력의 분포는 그림 2.3에서 보는 바와 같이 엔드슬립 발생 전과 엔드슬립 발생 후로 나누며, 엔드슬립후의 전단응력 분포를 전길이(l_{s1})에 대한 등분포로 가정한다.

또한 합성슬래브의 단면성능은 엔드슬립이 일어나기 전에는 비균열단면성능을, 엔드슬립이 일어난 후에는 균열단면성능을 사용한다. 최대전단응력식⁴⁾은 다음과 같다.

$$\text{엔드슬립발생전} : \tau_{\max} = \frac{VS}{I_h b_s} = \frac{P y_h A_s}{2 I_h b_s}$$

$$\text{엔드슬립발생후} : \tau_{\max} = \frac{\sigma_{\max} A_s}{b_s l_{sl}} = \frac{P l_s y_f A_s}{2 l_{sl} I_f b_s}$$

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{\max} y_f}{I_f}$$

σ_{\max} : 최대 휨 응력도

P : 2점 집중가력시 재하점에 가하는 하중

y_h : 탄성 비균열단면의 중립축 위치 (cm)

y_f : 탄성 균열단면의 중립축 위치 (cm)

l_s : 전단 스패 길이 (cm)

A_p : 데크플레이트 단면적 (cm²)

l_{sl} : 전체 스패 길이 (cm)

b_s : 데크플레이트와 콘크리트의 접촉면의 펼친 길이

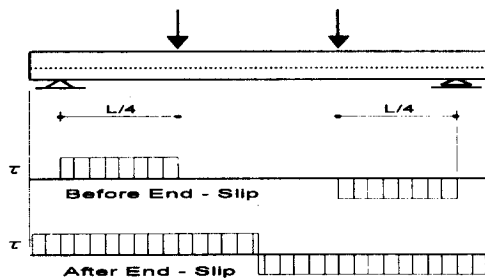


그림 2.3 가정된 전단응력의 분포

따라서 데크플레이트를 이용한 합성슬래브의 주 파괴모드인 수평전단파괴에 대하여 미국 (ASCE), 유럽 (EC4) 기준식에 의한 전단력을 평가해 보고, 프로그램을 이용한 이론해석으로 엔

드슬립량을 구하고자 한다.

3 실험

3.1 시험체 계획

본 연구에서는 데크플레이트를 이용한 합성슬래브의 내력 및 변형 등의 구조적 성능을 파악하기 위하여 SPI50, SPI75 계열을 대상으로 데크플레이트의 재료 실험과 합성슬래브의 휨 실험(단순보형식)을 실시하였다. 데크플레이트 시험체는 topping 콘크리트두께(90, 95mm), 데크플레이트 두께(1.2, 1.6mm), 전단스팬(L/7, L/3, L/4)등을 변수로 하여 총 36개의 시험체중 전단부착강도 검토용으로 12개의 시험체를 제작하였다. 그리고 CQS계열은 시험체중 연성거동을 하는 2개를 골라 필요한 자료를 얻었다. SPI계열과 CQS계열의 시험체 종류 및 단면형상은 표 3.1과 그림 3.1이다.

표 3.1 합성슬래브 시험체 일람표

(단위 : mm)

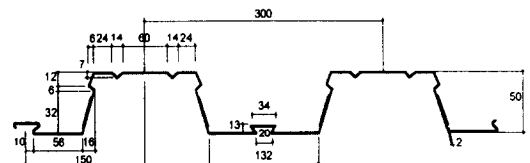
시험체 TYPE	데크층	데크두께	Topping concrete 두께	순스팬	시험체 일련NO	Stud
SPI	50	1.2	90	3600	7, 8, 9	유
			95		10, 11, 12	무
	75	1.6	80	3200	24, 25, 26	유
CQS	75	1.6	80	3200	1	무
			100		2	

전단스팬 L/3인 시험체 : SPI-7, 10, 30

전단스팬 L/7인 시험체 : SPI-8, 11, 24, 31

전단스팬 L/4인 시험체 : SPI-9, 12, 25, 26, 32, CQS-1, 2

· SPI 50 시험체



· SPI 75 시험체

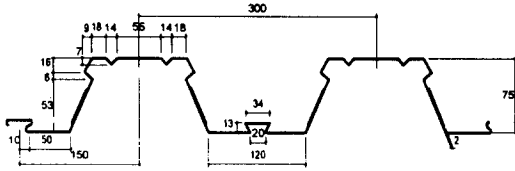


그림 3.1 데크플레이트 단면형상

3.2 가력 및 측정방법

SPI계열 시험체의 가력은 양단 단순지지 조건의 Strong Frame (삼성 PC공장, 충북 음성소재)을 이용하고, 시험체에 2점 가력하였다. 측정방법은 D.G(Dial Gauge)와 W.S.G (Wire Strain Gauge)를 이용하여 중앙부 및 가력점의 처짐, 양쪽 단부의 슬럼프 양, 데크플레이트의 상·하부 플랜지의 변형도, 그리고 콘크리트 슬래브 측면·상부표면의 변형도를 측정하였다. CQS계열 시험체는 1996년 6월에 발표된 논문(참고문헌 2)과 같다.

가력방법 및 변위와 변형의 측정상황은 그림 3.2와 같다.

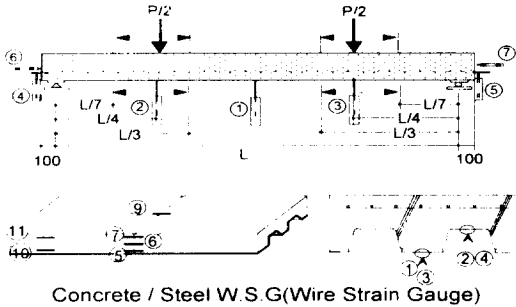


그림 3.2 가력장치 및 측정상황

3.3 실험 결과

3.3.1 강재의 인장강도 시험

데크플레이트 강재의 기계적 성질을 파악하기 위해 SPI계열의 데크플레이트를 대상으로 1.2mm,

1.6mm 각 두께별로 절곡부위를 제외한 평판부에서 인장시험편을 채취하여 KS B 0802 금속재료 인장시험방법에 따라 강재의 인장강도시험을 실시하였다.

데크플레이트 강재의 종류는 SPHT 2급(강관용 열간압연 탄소강)이며, 각 시험편 양쪽면 중앙부에 W.S.G를 부착하여 변형도를 측정하고, 이들의 평균값으로 인장강도 시험결과는 표 3.2과 같다.

표 3.2 강재 인장강도 시험결과

시험체명	σ_y (t/cm ²)	σ_u (t/cm ²)	σ_y/σ_u	ϵ_y ($\times 10^{-6}$)	Elo (%)
SPI 1.2	2.54	3.84	0.66	2031	28.2
SPI 1.6	2.99	3.89	0.77	2374	25.4
CQS 1.6	2.90	3.84	0.76	2374	25.4

3.3.2 콘크리트의 압축강도 시험

합성슬래브 실험체 제작에 사용된 콘크리트의 기계적 성질을 파악하기 위해 콘크리트 공시체 압축강도 시험을 실시하였다. 콘크리트는 설계기준 강도 210kg/cm², 슬럼프는 15cm, 골재 최대치수는 25mm로 계획하여 삼성 PC공장 소재 만능 시험기(U.T.M)를 사용하여 재령이 7일(F_{c-7}), 28일(F_{c-28})인 각 시험체별로 Load Cell로 측정된 하중값을 기준으로 평균 압축강도를 구하였다. 공시체의 압축강도 시험결과는 표 3.3과 같이 설계기준강도보다 다소 높게 나타났다.

표 3.3 콘크리트 압축강도 시험결과(자연 양생)

시험체명	F_{c-7} (kg/cm ²)	F_{c-28} (kg/cm ²)
SPI	171	241
CQS	161	238

3.3.3 본 실험 결과

표 3.4에서와 같이 전단스팬이 짧을수록 최대 내력이 높게 나타났으며, 전단스팬 L/3을 기준으로 L/4는 1.27~1.35배, L/7은 1.96~2.47배

높게 나타났다. 전단스팬이 L/3인 경우 대부분의 시험체는 스패중앙에서 초기균열이 발생하였고, 전단스팬이 L/7인 시험체는 가력점에서 초기균열이 발생하여 스패중앙으로 진전되어갔다.

표 3.4 합성슬래브 본 실험결과

계열	시험체명	전단스팬	Pmax (TON)	데크플레이트 두께	비고
SPI50	SPI-7	L/3	5.64	1.2mm	무보강
	SPI-8	L/7	13.93		
	SPI-9	L/4	7.36		
	SPI-10	L/3	5.68	1.2mm	
	SPI-11	L/7	11.11		
	SPI-12	L/4	7.40		
SPI75	SPI-24	L/7	10.76	1.2mm	무보강
	SPI-25	L/4	7.06		
	SPI-26	L/4	6.95		
	SPI-30	L/3	9.32	1.6mm	
	SPI-31	L/7	20.36		
	SPI-32	L/4	11.88		
CQS	CQS 1	L/4	4.86	1.2mm	무보강
	CQS 2	L/4	4.82		

4. ASCE와 EC4의 전단부착강도 비교

4.1 ASCE 기준의 적용³⁾

$$V_u \leq \phi V_n \quad (\phi = 0.75)$$

집중하중시

$$\phi V_n = \phi \left[bd \left(\frac{m \rho d}{l_i'} + k \sqrt{f_c} \right) + \frac{\gamma W_s l_f}{2} \right]$$

등분포하중시

$$\phi V_n = \phi \left[bd \left(\frac{4m \rho d}{l_i'} + k \sqrt{f_c} \right) + \frac{\gamma W_s l_f}{2} \right]$$

본 실험에서는 SPI 50계열과 SPI 75계열 시험체에 대하여 데크플레이트 두께가 1.2mm이고 topping 콘크리트 두께가 90mm, 95mm인 경우에만 한하여 전단스팬 길이를 L/3, L/7로 변화시켜 휨실험을 수행하였다. 그 실험결과를 ASCE기준

에 적용, 전단 부착선을 플로팅하여 그림 4.1과 같이 m, k 값을 결정하였다.(원내의 점들은 실험치)

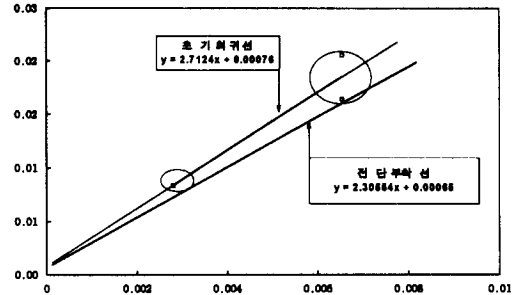


그림 4.1 전단 부착선의 플로팅(SPI-50계열시험체)

우선 전단부착선을 플로팅하기 위한 X축, Y축 성분을 구하였고, 설계식을 이용하여 설계전단 부착강도 ϕV_n 을 구한다. 이를 바탕으로 구한 설계 전단 부착강도를 표 4.1에 나타내었다.

표 4.1 설계전단 부착강도(ASCE)

계열	시험체명	Vmax (ton)	Y 축	X 축	m	k	ϕV (ton)
SPI 50	SPI 7	2.82	0.00833	0.00280	2.306	0.00065	1.93
	SPI 8	6.96	0.20582	0.00654			4.04
	SPI 10	2.84	0.00839	0.00280			1.93
	SPI 11	5.56	0.16415	0.00654			4.04
SPI 75	SPI 22	4.55	0.01166	0.00406	2.089	0.00031	2.68
	SPI 21	8.55	0.02190	0.00711			4.50
	SPI 25	3.53	0.00904	0.00406			2.68
	SPI 24	5.38	0.01378	0.00711			4.50

4.2 EUROCODE 4 의 적용⁶⁾

ASCE와 같은 방법으로 실험 데이터를 적용하여 전단부착선을 플로팅하여 m, k 값 회귀하고 $V_{l,Rd}$ 를 구한다.

ASCE와의 방법적인 차이는 X, Y축의 변수에서 콘크리트 압축강도를 무시하고 계산하며 m, k

값에 의한 전단부착선을 플로팅하는 감소비율이 다르다는 점을 들 수 있다.

$$V \leq V_{l.Rd}$$

$$V_{l.Rd} = bd_p [(mA_p / bL_s) + k] / \gamma_{vs} (\gamma_{vs} = 1.25)$$

실험결과를 EC4에 적용하여 설계전단 부착강도를 구하였다.

4.3 표준식의 비교

본 실험의 실험결과를 이용하여 ASCE와 EC4의 전단부착강도설계식에 적용한 결과를 비교하여 표 4.2에 나타내었다.

앞에서 언급한 X축, Y축의 변수값에서 ASCE는 콘크리트의 압축강도에 대한 고려를 하였기 때문에 차이가 생기며, 그 변수를 바탕으로 전단부착선을 플로팅한 결과 전단부착강도에서 ASCE에 의한 V_u 와 EC 4의 V 값은 거의 비슷하게 나타났지만, ϕV_n 과 $V_{l.Rd}$ 의 퍼센트 상대오차는 SPI50 계열에서 5.2 ~ 10.3%, SPI 75 계열에서 7.9 ~ 10.3%로 나타났다. 이는 강도저감계수, 안전계수와 전단부착선 플로팅시 감소율(ASCE:15%, EC4:10%)에 의한 차이로 사료된다.

표 4.2 ASCE 와 Eurocode 4의 차이

계열	시험체명	m		k		ϕV_n , $V_{l.Rd}$	
		ASCE	EC 4	ASCE	EC 4	ϕV_n	$V_{l.Rd}$
SPI 50	SPI 7	2.306	2.437	0.00068	0.00036	1.93	2.051
	SPI 8					4.04	4.520
	SPI 10					1.93	2.051
	SPI 11					4.04	4.520
SPI 75	SPI 22	2.089	2.213	0.00034	0.00018	2.68	2.923
	SPI 21					4.50	5.029
	SPI 25					2.68	2.923
	SPI 24					4.50	5.029

5. 이론해석

5.1 합성거동시 콘크리트와성용 데크플레이트를 이용한 합성슬래브의 거동을 규명하기 위하여 강재와 콘크리트의 응력 - 변형도 곡선을 그림 5.1과 같이 이상화 하였다.

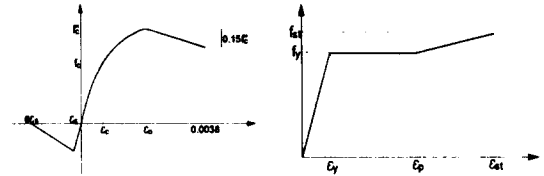


그림 5.1 강재와 콘크리트의 응력 - 변형도 곡선

강재의 인장영역에서는 탄성역, 소성역, 변형경화역으로 나누었으며, 압축영역은 탄소성거동을 하는 것으로 가정하였다. 콘크리트의 경우에는 인장력이 없는 것으로 하였으며, 압축역은 최대응력 이전과 이후로 구분하여 아래 식을 이용하여 응력 - 변형도 관계를 구하였다.

$$\text{최대응력이전} \quad f_c = f_c' [2 \frac{\epsilon}{\epsilon_o} - (\frac{\epsilon}{\epsilon_o})^2]$$

최대응력이후

$$f_c = f_c' + \frac{0.15 \times f_c'}{0.0038 - \epsilon_o} \times \epsilon_o - \frac{0.15 \times f_c'}{0.0038 - \epsilon_o} \times \epsilon$$

f_c : 응력 - 변형도 곡선상의 임의의 응력

f_c' : 콘크리트의 최대응력

ϵ : 응력 - 변형도 곡선상의 임의의 변형도

ϵ_o : 콘크리트 최대응력시의 변형도

위와 같은 소재의 응력 - 변형도 관계를 이용하여 그림 5.2와 같은 flow chart로 turbo C를 이용하여 모멘트 - 곡률관계 프로그램을 작성하였다.

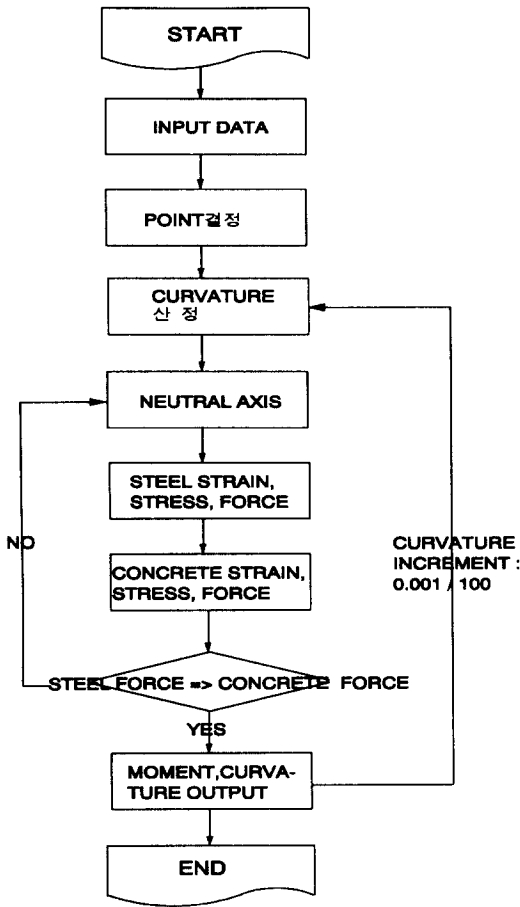


그림 5.2 모멘트-곡률관계 프로그램을 위한 flow chart

5.2 합성거동으로 가정한 시험체의 거동

우선 단면을 단위 높이(1mm)에 따라 폭이 일정 치 않은 layer들로 나누어 모델링하였다. 그리고 실험체와의 비교를 위하여 3장에서 언급한 소재 실험을 통하여 얻은 강재와 콘크리트의 재료특성치를 대입하였다.

그리고 단면은 탄성 비균열단면, 탄성 균열단면, 소성단면의 거동으로 구분할 수 있고, 그림 5.3에서와 같이 콘크리트의 인장강도를 고려 하였다.

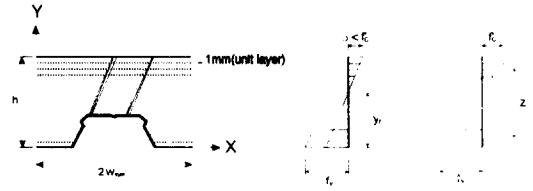


그림 5.3 단면의 응력 분포도

이상과 같은 모델링을 통하여 SPI50계열의 topping 콘크리트 두께 85mm, 데크플레이트 두께 1.2mm인 단면에 적용한 결과를 모멘트 - 곡률 관계를 무차원하여 그림 5.4에서 표시하였으며, 단면응력분포상태도 함께 표시하였다.

그림 5.4에서 보는 바와 같이 이론해석을 통하여 얻은 모멘트 - 곡률관계 곡선은 콘크리트의 인장강도를 무시함으로써 비균열 탄성거동시 보다 초기강성이 낮게 나타났으며, ϕ/ϕ_u 값이 0.22 정도에서 데크플레이트의 항복이 시작되었다. 또한 ϕ/ϕ_u 값이 0.55에서는 데크플레이트의 전단면이 소성상태가 되어 소성거동(plastic behavior)과 거의 같게 되었다.

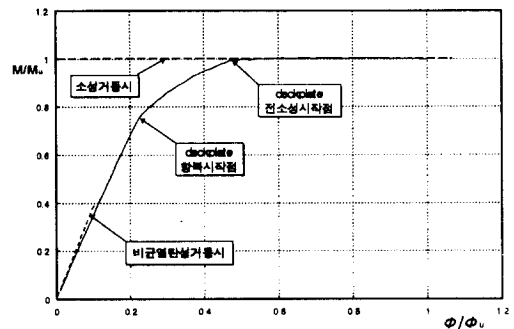


그림 5.4 무차원화한 모멘트 - 곡률관계

그리고 모멘트 - 곡률관계를 그림 5.5와 아래 식들을 이용하여 하중 - 처짐관계로 나타내었다.

이상의 분석을 통하여 그림 5.6과 표 5.1은 모멘트 - 곡률관계를 이용한 이론해석으로 각 단면 (시험체 계열, topping 콘크리트 두께, 데크 플레이트 두께)에 따른 결과를 얻었다.

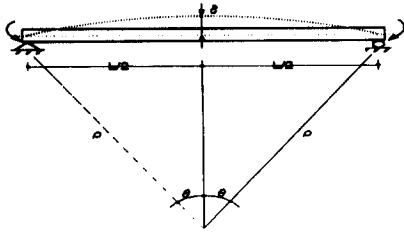


그림 5.5 곡률과 처짐관계

$$\sin \theta = \frac{L}{2\rho} = \frac{L \times \phi}{2} \quad \delta = \frac{1 - \cos \theta}{\phi}$$

θ : 보의 처짐각

ρ : 곡률반경 L : 보의스팬 δ : 보의 처짐

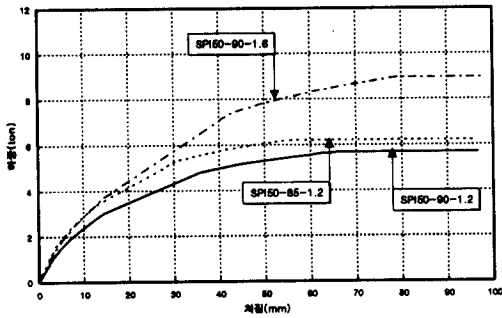


그림 5.6 모멘트-곡률관계를 이용한 이론해석의 결과

표 5.1 모멘트-곡률관계를 이용한 이론해석의 결과

시험체 계열	단면형상		δ_{5y} (mm)	P_{th} (ton)	P_n (tpn)
	topping콘크리트 두께(mm)	데크플레이트 두께(mm)			
SPI50	85	1.2	57.06	6.21	6.08
	90	1.2	66.26	5.68	5.86
		1.6	79.12	8.95	8.66
SPI75	90	1.2	52.99	7.99	7.72
	95	1.2	58.22	7.61	7.38
		1.6	66.27	9.91	9.52

δ_e : 이론해석에 의한 최대 하중시의 처짐

P_{th} : 이론해석에 의한 최대 하중

P_n : ASCE규준에 의한 이론 하중

5.3 실험결과와의 비교

이상의 이론해석을 통하여 얻은 결과와 실험결과와의 비교는 표 5.2와 그림 5.7과 같다.

표 5.2 실험결과와의 비교

시험체명	단면형상		P_{th} (ton)	P_{max} (ton)	P_{max} P_{th}
	topping콘크리트 두께(mm)	데크플레이트 두께(mm)			
SPI-5	85	1.2	6.21	8.21	1.32
SPI-9	90	1.2	5.68	7.36	1.30
SPI-16		1.6	8.95	9.75	1.09
SPI-19	90	1.2	7.99	9.59	1.20
SPI-25	95	1.2	7.61	7.06	0.93
SPI-32		1.6	9.91	11.88	1.20

P_{max} : 실험 최대하중

모멘트-곡률관계를 이용한 하중-처짐관계 비교(SPI-32)

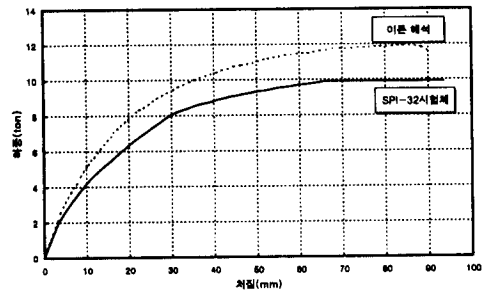


그림 5.7 실험결과와의 비교

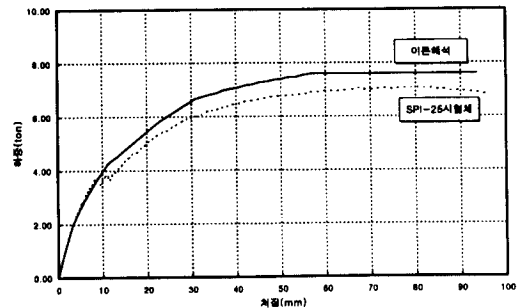


그림 5.8 엔드슬립이 발생한 실험결과와의 비교

이론해석을 통한 최대하중에 대한 실험 최대하중의 비가 0.93 ~ 1.32로 나타났다. SPI-25시험체의 경우 실험 최대하중이 이론해석을 통한 최대하중보다 낮게 나타난 것은 그림 5.8과 같이 엔드슬립에 의한 영향으로 사료된다.

6. 결 론

이상과 같은 실험과 이론분석을 통하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

- ▶ 전단스팬을 변수로 한 합성슬래브 실험의 결과치를 ASCE와 Eurocode4의 설계전단 부착강도식에 적용한 결과 전단부착강도에서 ASCE에 의한 V_u 와 EC 4의 V 값은 거의 비슷하게 나타났으나, ψV_u 과 $V_{l,Rd}$ 의 퍼센트 상대오차는 SPI50 계열에서 5.2 ~ 10.3%, SPI 75 계열에서 7.9~10.3%로 나타났다.
- ▶ SPI-25를 제외하면 이론해석을 통한 최대하중에 대한 실험 최대하중의 비가 1.09 ~ 1.32로 나타나, 이론에 의한 하중이 하한치로 적용 가능하다고 사료된다. 향후 엔드슬립이 발생한 시험체의 경우에 손실된 에너지 양을 고려하여 하중-처짐곡선을 구하고자 한다.

참 고 문 헌

- (1) 서울시립대 산업기술연구소, "Composite Metal Deck Slab System 연구 최종보고서", 1996.
- (2) 김 규 동 외 8, "합성용 데크플레이트를 이용한 합성슬래브의 구조적 거동에 관한 연구", 한국강구조학회 학술발표대회 논문집, 1996. 6.
- (3) ASCE STANDARD, ANSI/ASCE3-91 Standard for the structural design of composite slab,
- (4) Helmut Bode "Partial Shear Connection Design of Composite Slabs", Report EC4, 1988
- (5) Xin Lie Wang " The Longitudinal Shear Capacity of the Composite Slab in the Steel Deck Composite Floor System", Industrial Buildings, 1985. Structural Design of Composite Slabs", 1992.
- (6) EUROCODE No.4 Design of Composite Steel and Concrete Structures, 1992.
- (7) BS5950 Part4 "Structural Use of Steel-work in Building", 1982.
- (8) Carl E. Ekberg, "Recomendations for Steel Deck Floor Slabs", Journal of the Structural Division, ASCE vol 102, 1976.

(접수일자 : 1997. 10. 8)