

構造用 鎔接鐵網을 사용한 一方向 슬래브의 휨 舉動에 관한 實驗的 研究

An Experimental Study on Flexural Behavior of One-Way Concrete Slabs Using Structural Welded Wire-Fabric

허갑수*

윤영호**

양지수***

김석중****

정현수*****

Hur, Kab Soo Yoon, Young Ho Yang, Ji Soo Kim, Seck Jung Chung, Heon Soo

요 약

주택건설은 극심한 건축자재 부족과 인력수급등의 많은 어려움을 겪고 있는데, 이에 대한 문제의 해결방안 중 하나로 철근콘크리트 공사에서 철근의 가공조립공정을 보다 간소화하면서 그 기능의 효율성을 높이는 방법으로 구조용 용접철망과 루프형 용접철망을 이용한 공법이 제기되고 있다.

본 연구에서는 일방향 슬래브에 콘크리트 예상 압축강도가 210kg/cm²일때, 최대균열폭과 소성변형 능력에 영향을 미치는 요인인 사용철근의 종류, 최소철근비를 기준으로 한 인장철근비(ρ), 주변지지조건, 겹이음길이의 4가지 주요변수로 하여 슬래브의 구조적 특성 및 휨거동을 파악하는데 그 목적을 두었다.

연구결과, 소성변형능력은 이형철근을 사용한 슬래브가 용접철망을 사용한 슬래브보다 월등히 큰 것으로 나타났고, 겹이음된 슬래브에서는 겹이음길이 30D가 적절한 것으로 나타났다. 또한 최대균열폭은 용접철망과 루프형 용접철망을 사용한 슬래브가 이형철근을 사용한 슬래브 보다 균열폭을 억제하는 것으로 나타났다.

Abstract

Recently the construction of residential buildings faces many difficulties due to the shortage of building materials and works. Simplifying the stage of processing and assembling reinforcing rods and increasing the efficiency of them in reinforced concrete construction can be used to settle the difficulties. In the respect, structural wire-fabric and loop wire-fabric is utilized.

The purpose of this study, on condition of being 210kg/cm² concrete strength, is to analyze the structural and flexural properties of one-way concrete slabs by testing with different reinforcing type, tensile steel ratio based with minimum steel ratio, boundary condition and splice length which affect the maximum width of crack and ductility factor.

From the test results, the ductility factor is apporved that the slabs using deformed bar were much better than that using wire-fabric, and 30D of splice length was appropriate in the slabs as splice length. In the control of the maximum crack width the slabs using wire-fabric and loop wire-fabric were much better than that using deformed bar.

Keywords : tensile steel ratio, splice length, flexural strength, failure mode, yield load, maximum load, ductility factor, maximum crack width, spot welding, wire-fabric

* 한국건설 기술연구소 연구원
** 정회원, 대한주택공사 주택연구소 연구원
*** 정회원, 대한주택공사 주택연구소 과장
**** 강원대학교 건축공학과 교수, 공박
***** 정회원, 중앙대학교 건축학과 교수, 공박

• 본 논문에 대한 토의를 1994년 6월 30일까지 학회로 보내 주시면 1994년 8월호에 토의회답을 게재하겠습니다.

1. 서 론

주택건설은 극심한 건축자재 부족과 인력수급 등의 많은 어려움을 겪고 있는데 이에 대한 문제의 해결방안중 하나로 최근 철근 콘크리트 공사에서 철근의 가공 조립 공정을 보다 간소화하면서 그 기능의 효율성을 높이는 방안으로 구조용 용접철망을 이용한 공법이 제기되고 있다.

이미 구미 각국에서는 구조용 용접철망의 시공성과 경제성에서 그 장점이 충분히 입증된 바 있으며, 많은 연구성과⁽¹⁻⁴⁾들의 발표와 함께 시방서가 규정되면서 콘크리트 보강용으로써 널리 사용되고 있다. 미국⁽⁵⁻⁶⁾의 경우 용접철망의 생산이 연간 150만톤에서 200만톤으로 이중 30~50%가 건축용에 사용되고 있는 것으로 추정되고 있으며 영국, 오스트리아, 스위스 등에서도 용접철망은 전체 콘크리트 보강재 총량의 30~45%를 차지하고 있다. 또한 일본에서도 용접철망에 대한 연구⁽⁷⁻¹¹⁾가 1960년 이후 소재, 바닥판, 이음, 접합등에 관하여 많이 진행되어 왔고, 용접철망의 배근 지침⁽¹²⁾도 나와 있는 실정이다.

그러나 현재 국내에서 제정한 표준시방서⁽¹³⁾는 국내에서 생산되는 용접철망에 대해서 용접철망의 부착 및 정착, 겹이음 규정의 적용성여부와 용접철망으로 제작된 콘크리트 부재가 효과적으로 요구되는 수준의 강도 및 시공성을 발휘하는지의 여부도 정확히 알수 없는 실정이다. 따라서 이에 대한 많은 연구의 필요성이 요구된다.

그러므로 본 연구는 구조용 용접철망을 슬래브의 보강재로 이용한 실험적 연구를 통하여 슬래브에서의 적용성 및 구조적 특성에 대한 기초적 자료를 얻는 것이 연구의 목적이다.

2. 실험

2.1 시험체 계획

시험체는 실물크기의 일방향 슬래브를 대상으로 하였으며, 구조용 용접철망의 휨 거동을 파악하기 위하여 다음과 같은 변수로 시험체를 제작했

다. 부프형 용접철망과 용접철망을 슬래브에 이형 철근 대신 사용하였을 때와 이형철근을 사용하였을 때 각각의 휨 거동을 파악하기 위하여 3가지 철근을 사용하였다. 주변지 지 조건은 단순지지와 양단고정으로 하였다. 철근비는 이형철근을 사용하였을 때 현행의 최소 철근비 기준인 0.2%를 기준으로 하여 0.15%와 0.2%로 하였다. 겹이음을 하였을 때의 성능을 파악하기 위하여 동일한 철근비인 0.15%에서 겹이음길이를 이형철근 사용시 현행의 기준⁽¹⁴⁾인 30D를 기준으로 20D, 25D, 30D로 하여 총 21개의 시험체를 제작하였다. 이들에 대한 상세를 Table 1에 나타내었다.

Table 1 Design parameters of specimens

Type of Test	Type of reinforcement	Specimen	ρ (%)	Size(mm) (number of tensile steel)	Splice length
Tensile steel ratio	Wire fabric	WF-15-F	0.15	8×8-300×300 (3EA)	
		WF-15-S			
		WF-20-F	0.20		
	WF-20-S				
	Deformed bar	DB-15-F	0.15	10×10-300×300 (2EA)	
		DB-15-S			
DB-22-F		0.22	10×10-250×250 (3EA)		
Splice length	Wire fabric	WSL-20D-F	0.15	8×8-300×300 (3EA)	20D
		WSL-20D-S			25D
		WSL-25D-F			
		WSL-25D-S			
		WSL-30D-F			
	Loop wire fabric	LSL-20D-F	0.15	6×6-150×150 (5EA)	20D
		LSL-20D-S			25D
		LSL-25D-F			
		LSL-25D-S			
		LSL-30D-F			30D
		Deformed bar			DSL-20D-F
	DSL-20D-S		25D		
	DSL-25D-F				
	DSL-25D-S		25D		

WF(DB)-15(20,22)-F(S)

Fixed(Simple)

0.15%(0.2%, 0.22%)

Wire-fabric(Deformed bar)

LSL(WSL,DSL)-20D(25D,30D)-S(F)

Simple(Fixed)

Splice Length

Loop wire fabric(Wire fabric, Deformed bar)

2.2 사용재료

2.2.1 콘크리트

콘크리트는 H레미콘 회사에 주문하여 타설하였다. 시멘트는 보통 포틀랜드 시멘트를 사용하였고, 충전에 소재한 혈동지에서 채취한 굵은 골재를 사용하였으며, 잔골재는 가평 상류에서 채취하였다. 굵은골재의 최대치수는 25mm, 조립률은 7.11, 비중은 표면건조상태에서 2.65이다. 강모래의 조립률은 2.67, 비중은 표면건조 상태에서 2.6이다. 사용된 혼화제는 리그닌계 제품이며, 혼입공기량은 $4.0 \pm 1.0\%$ 이다. Table 2에 콘크리트 배합표를 나타내었다.

Table 2 Mix proportion of concrete

concrete strength (kg/cm ²)	W/C (%)	S/A (%)	C (kg/cm ³)	W (kg/cm ³)	S (kg/cm ³)	A (kg/cm ³)	agent (%)
210	55	41	342	190	725	1064	1.02

2.2.2 철근

(1) 용접점 전단강도 실험

전단강도 실험은 전기저항용접(electric resistance spot welding)으로 용접된 철망의 용접점 전단강도를 측정하기 위한 실험이다. 시험체는 KS D 7017에 의거 양 바깥쪽 선을 제외한 동일 가로선 위에서 행하였고, 실험방법은 Pull out test로 하며, 실험속도(재하율)는 ASTM A 497⁽¹⁵⁾에 의거 $1.171\text{kgf/mm}^2/\text{sec}$ ($690\text{N/mm}^2/\text{min}$)이하로 재하하였다. Fig.1은 용접점 전단강도 실험체를 나타낸 것이다. 실험에 사용된 용접철망은 30개, 루프형 용접철망은 40개를 행하였다. Table 3

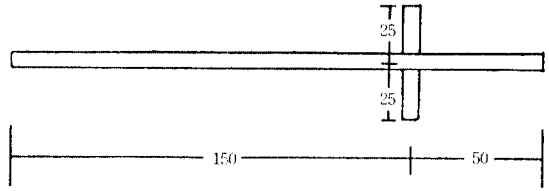


Fig. 1 Specimen of spot welding shear strength

에 용접점 전단강도 실험결과를 나타내었다.

(2) 인장강도 실험

사용된 철근으로는 D8인 용접철망(Wire-Fabric), D6인 루프형 용접철망(Loop Wire-Fabric)과 D10인 이형철근을 각각의 시험체에 사용하였

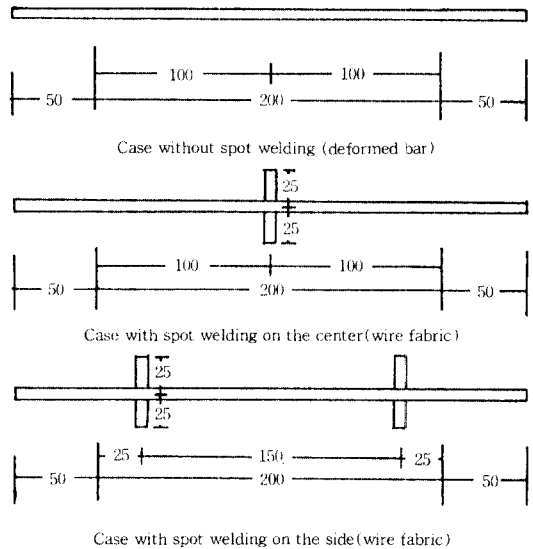


Fig. 2 Specimen of tensile strength

Table 3 Test results of spot welding

Type of reinforcement	Actual diameter (mm)		Ratio of section area	Shear strength (kg/cm ²)	Dissolved deep (mm)	Efficiency of dissolved (%)	Breaking mode
	transverse wire	longitudinal wire					
Wire fabric	8.103	8.156	1	32.02	1.33	8.2	Shear breaking of spot welded
Loop wire fabric	6.28	6.269	1	41.79	1.39	11.4	

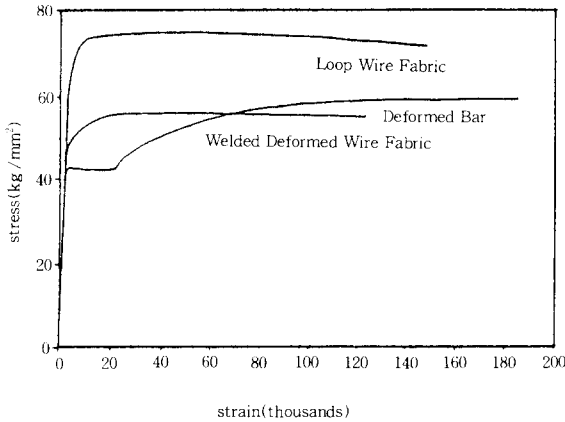


Fig. 3 Stress-strain curve of reinforcement

다. 이형철근은 KS B 0801⁽¹⁶⁾ 및 ISO 10544⁽¹⁷⁾을 참고로 하여 용접점이 없는 시험체로 하였고, 용접철망과 루프형 용접철망은 ASTM A 497⁽¹⁸⁾에 따라 용접점이 중앙에 있는 시험체와 용접점이 양옆에 있는 시험체로 하였다. 실험방법은 KS B 0802⁽¹⁹⁾를 참고로 하여 행하였다. Fig. 2는 인장강도 시험체를 나타낸 것이다. 인장실험에 사용된 용접철망은 총 60개이고, 루프형 용접철망은 34개, 이형철근은 8개를 실험하여 각각의 재료 특성을 산출하였다.

Fig. 3에 루프형 용접철망, 용접철망과 이형철근의 응력-변형도 곡선을 나타내었고, Table 4에

Table 4 Characteristics of reinforcement

Type of reinforcement	σ_y (kg/cm ²)	σ_t (kg/cm ²)	ϵ_y ($\times 10^{-6}$)	E ($\times 10^6$) (kg/cm ²)	Elongation percentage (%)
D10 (Deformed bar)	4119	5934	1952	2.11	19.74
D8 (Wire fabric)	4894	5695	2523	1.94	15.7
D6 (Loop-Wire fabric)	7021	7472	3420	2.05	9.16

주) 철근의 연신율(8d_b).

루프형 용접철망, 용접철망의 연신율(5d_b)

루프형 용접철망, 용접철망의 항복강도는 0.2%옴셋범에 의해 구한 것임.

철근의 인장강도 실험결과를 나타내었다.

2.3 시험체 형상

시험체의 크기는 단순지지 슬래브가 200×80×12cm이고, 양단고정 슬래브가 240×80×12cm로 제작되었다.

Fig. 4에 시험체의 형상 및 치수와 철근의 배근 현황을 나타내었다.

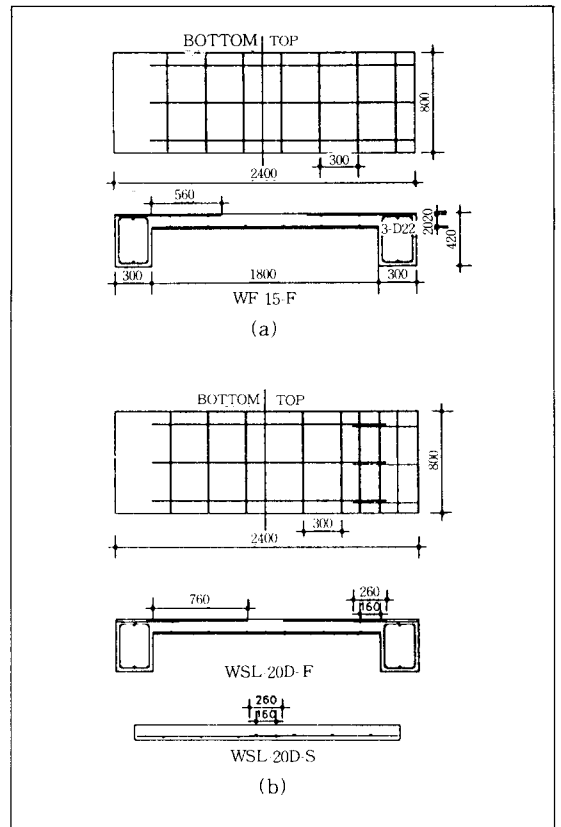


Fig. 4 Specimen detail (unit:mm)

3. 실험방법

3.1 시험체 설치

단순지지 슬래브는 양단에 롤러지지점을 사용하였으며, 양단고정 슬래브는 양단보에 설치된 보

의 회전을 억제하기 위하여 보의 중앙부에 30mm 크기의 구멍 4개를 뚫어 D25mm 강봉으로 지지판 위의 H형강과 일체가 되도록 하였으며, 보의 양옆에 단부고정용 철물을 제작하여 슬래브가 완전 고정 되도록 하였다.

3.2 측정장치

각 시험체는 Fig.5에 나타낸 것과 같이 강원대 소재의 최대용량 200ton의 U.T.M 에 50ton 용량의 로드셀을 부착하여 60cm간격으로 2점 집중하중을 하였고, 처짐은 부재의 중앙부 하부에 설치한 다이얼 게이지로 측정하였다.

또한 단순지지 슬래브는 중앙부에, 양단고정 슬래브는 양단부와 중앙부에 Wire-Strain Gage를 붙여 TDS-601A에 연결시켜 매 재하시마다 변형을 측정하였다. Fig. 5는 가력 및 측정장치를 나타내고 있다.

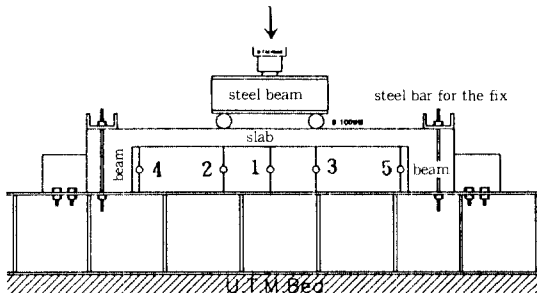


Fig. 5 Test set up

4. 실험결과 및 고찰

4.1 슬래브의 파괴 현황

4.1.1 단순지지 슬래브의 파괴현황

Fig.6에 단순지지 슬래브의 대표적인 슬래브의 균열현황을 나타내었다. 각 슬래브에서의 균열상황을 살펴보면, 중앙부에서 초기균열이 발생한 후에 점차 양단으로 가로철근이 위치한 곳을 따라 균열이 발생하였다. 또한 겹이음을 한 슬래브에서도 같은 형상의 균열이 발생하였고, 겹이음이 된

중앙부의 가로철근의 위치에도 균열의 발생이 보여졌다.

초기 휨균열이 발생한 후 중앙부와 가력점 위치에서 발생한 균열에서 균열폭이 크게 확대한 후에 최종 파괴에 도달하였다. 또한 용접철망과 이형철근을 사용한 슬래브에서 균열의 진행과정은 차이가 없었으며 최대내력 이후 용접철망을 사용한 슬래브에서 인장철근의 파단이 나타났다.

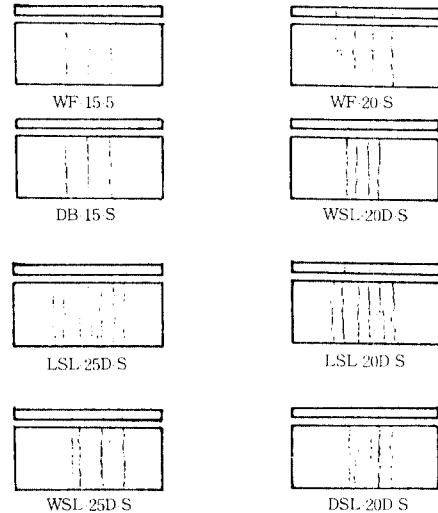


Fig. 6 Crack mode of simple slabs

4.1.2 양단고정 슬래브의 파괴현황

Fig. 7에 양단고정 슬래브의 대표적인 슬래브의 균열현황을 나타내었다. 양단고정 슬래브의 파괴현황은 단부 상부에서 초기 휨균열이 발생하였으며, 이후 초기균열 발생하중의 거의 2배의 하중에서 중앙부 하부에 균열이 발생하였다. 계속적인 하중가력에 의하여 양단부와 중앙부에서 균열이 증가되었다. 특히, 전체적으로 균열은 가로 철근의 위치에서가 아닌 평균 약 20cm 정도로 균열간격이 발생하여 전체적으로 균일한 균열간격을 보여주었다. 그러나 겹이음을 한 시험체에서는 겹이음된 가로철근의 위치에서 균열이 발생하였다.

각 슬래브는 처짐이 증가되면서 중앙 상부에서 콘크리트가 압괴하였고, 양단부 상부에서 균열폭이 확대되어 인장파괴하였다. 또한 용접철망과 루

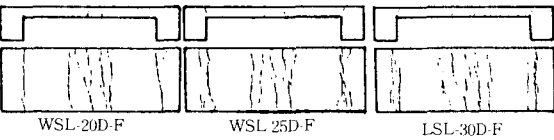
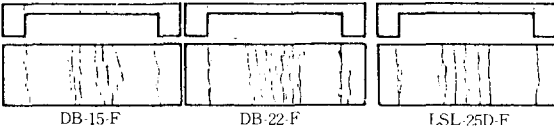
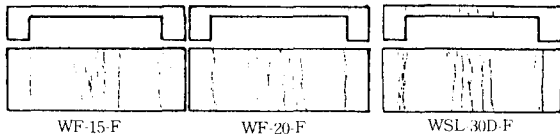


Fig. 7 Crack mode of fixed slabs

프형 용접철망을 사용한 슬래브에서는 최대하중 이후 인장철근이 파단하여 최종파괴에 이르렀고 이형철근을 사용한 슬래브에서는 계속적인 처침이 발생하면서 균열폭만 증가하였다.

4.2 계산치와 실험치의 비교

Table 5는 실험결과 일람표를 나타낸 것이다. 각 슬래브의 휨 균열하중, 항복하중과 최대하중의 계산치와 실험치를 비교해 보면, 휨 균열하중시는 0.73~1.3배로 다소 분산되었다. 그러나 항복하중시는 0.89~1.3배로, 최대하중시는 0.93~1.22배로 각각 그 값들이 잘 일치하였다.

Fig. 8은 항복하중과 최대하중의 계산치와 실험치를 비교한 것이다.

Table 5 Test Results

	Specimen	$P_{cr}(t)$			$P_y(t)$			$P_u(t)$			δ_y (mm)	δ_u (mm)	μ (δ_u/δ_y)
		cal.	exp.	exp./cal.	cal.	exp.	exp./cal.	cal.	exp.	exp./cal.			
Tiesle steel ratio	WF-15-F	2.4	2.7	1.13	6.2	5.85	0.94	7.2	8.46	1.17	5.9	28.5	4.83
	WF-15-S	1.63	1.19	0.73	2.07	2.02	0.98	2.4	2.22	0.93	8.1	36.0	4.5
	DB-15-F	2.4	2.0	0.83	4.96	5.9	1.19	7.15	8.33	1.16	4.9	34.5	7.04
	DB-15-S	1.63	1.29	0.79	1.65	1.6	0.97	2.24	2.1	0.94	6.22	81.0	13.02
	WF-20-F	2.4	2.2	0.92	8.27	8.00	0.97	9.65	10.7	1.11	7.58	37.5	4.95
	WF-20-S	1.63	1.43	0.88	2.76	2.75	1.00	3.2	3.026	0.95	9.3	42.0	4.516
Splice length	DB-22-F	2.4	2.0	0.83	7.45	7.3	0.98	10.5	10.16	0.97	5.06	40.0	7.91
	WSL-20D-F	2.4	2.1	0.88	6.2	6.5	1.05	7.2	8.8	1.22	5.78	26.0	4.5
	WSL-20D-S	1.63	1.3	0.80	2.07	2.01	0.97	2.4	2.29	0.95	7.6	32.7	4.3
	WSL-25D-F	2.4	1.9	0.79	6.2	6.3	1.02	7.2	8.36	1.16	5.4	25.1	4.65
	WSL-25D-S	1.63	1.4	0.86	2.07	2.01	0.97	2.4	2.29	0.95	6.56	31.0	4.73
	WSL-30D-F	2.4	2.0	0.84	6.2	6.01	0.97	7.2	7.0	0.97	6.66	32.5	4.87
	LSL-20D-F	2.65	3.2	1.2	8.9	8.3	0.93	9.52	10.3	1.08	8.3	22.0	2.65
	LSL-20D-S	1.31	1.4	1.07	2.98	2.75	0.92	3.17	2.95	0.93	11.3	21.0	1.86
	LSL-25D-F	2.65	3.45	1.3	8.9	8.3	0.93	9.52	10.45	1.1	6.2	18.0	2.9
	LSL-25D-S	1.31	1.56	1.2	2.98	2.75	0.92	3.17	3.05	0.96	10.3	19.5	1.89
	LSL-30D-F	2.65	2.7	1.02	8.9	7.95	0.89	9.52	10.8	1.13	6.8	21.06	3.1
	DSL-20D-F	2.4	1.9	0.77	4.96	6.5	1.3	7.15	8.13	1.14	4.7	27.1	5.77
	DSL-20D-S	1.63	1.52	0.93	1.65	2.05	1.24	2.24	2.58	1.15	8.02	52.08	10.08
	DSL-25D-F	2.4	2.1	0.88	4.96	5.8	1.17	7.15	7.26	1.02	5.5	32.1	5.84
	DSL-25D-S	1.63	1.54	0.95	1.65	2.0	1.21	2.24	2.53	1.13	9.06	93.13	10.11

* 管野式⁽²⁰⁾: $M_{cr} = 1.8\sqrt{F_c} \cdot Z$

* 슬래브의 實用計算法⁽²¹⁾: $M_y = a_f y_j(d-a/2)$
 $M_u = a_f u_j(d-a/2)$

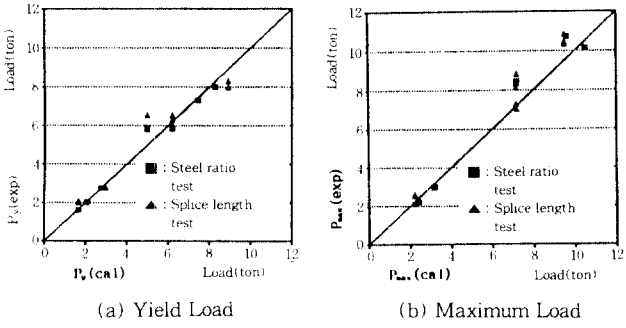


Fig. 8 Comparison of yield load and maximum load

4.3 하중-처짐 곡선

4.3.1 단순지지 슬래브

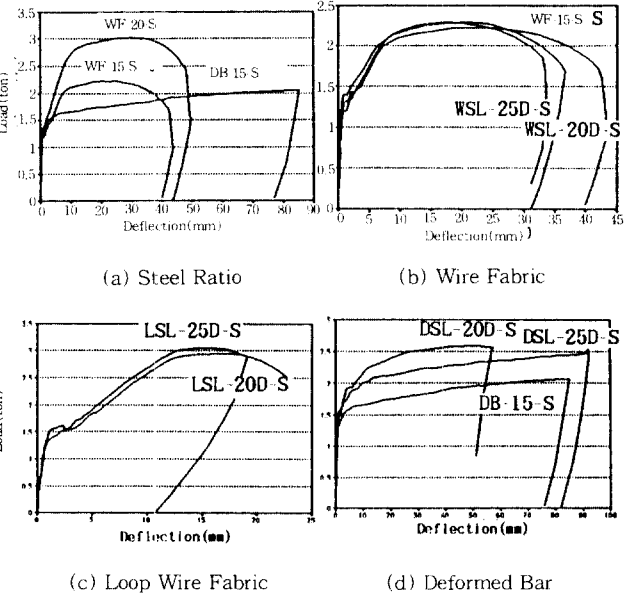


Fig. 9 Load-deflection curve of simple slabs

(1) 철근비의 영향

Fig. 9-(a)는 단순지지일 때 용접철망과 이형철근의 철근비가 0.15%와 0.2%인 슬래브의 하중-처짐 관계를 나타낸 것이다. 0.15%일 때 이형철근을 사용한 슬래브는 항복하중이 용접철망을 사용한 슬래브보다 작으나 항복이후 하중은 계속 증가하여 최대하중은 거의 차이가 없다.

(2) 겹이음길이의 영향

Fig. 9-(b), (c), (d)는 용접철망, 루프형 용접철망과 이형철근을 사용한 슬래브의 겹이음길이에 따른 하중-처짐 관계를 나타낸 것이다. Fig. 9-(b), (c)는 겹이음길이에 관계없이 초기강성과 최대하중은 거의 비슷하게 나타났고, Fig. 9-(d)는 겹침이 있는 슬래브가 겹침이 없는 슬래브보다 최대하중이 약간 크게 나타났다.

4.3.2 양단고정 슬래브

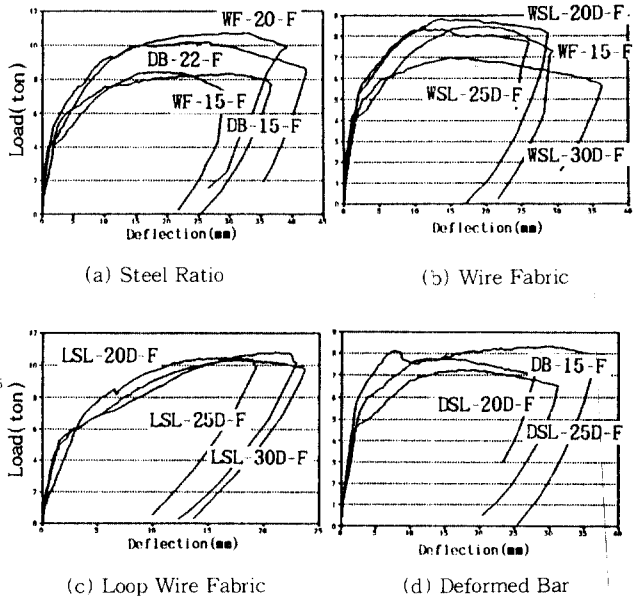


Fig. 10 Load-deflection curve of fixed slabs

(1) 철근비의 영향

Fig. 10-(a)는 양단고정일 때 용접철망과 이형철근의 철근비가 0.15%와 0.2%인 슬래브의 하중-처짐 관계를 나타낸 것이다. 0.15%에서는 용접철망을 사용한 슬래브는 이형철근을 사용한 슬래브보다 균열발생 이후 강성이 약간 떨어졌지만 최대하중은 거의 비슷하게 나타났고, 0.2%에서는 용접철망을 사용한 슬래브가 이형철근을 사용한 슬래브보다 최대하중이 1.05배로 약간 크게 나타나 거의 차이 없었다.

(2) 겹이음길이의 영향

Fig. 10-(b), (c), (d)는 용접철망, 루프형 용접

철망과 이형철근을 사용한 슬래브에서의 겹이음 길이가 차이에 따른 하중-처짐 관계를 나타낸 것이다. Fig. 10-(b)에서 초기강성과 최대하중은 겹이음길이에 관계없이 거의 비슷하게 나타났고, 겹이음길이가 25D, 30D인 슬래브는 균열발생 이후 강성이 떨어지는 것이 나타났다. Fig. 10-(c)에서 겹이음길이가 20D인 슬래브가 초기강성이 약간 떨어지는 것이 보이지만, 최대하중은 거의 비슷하게 나타났다. Fig. 10-(d)에서 초기강성은 거의 같게 나타났고, 겹이음에 있는 슬래브는 균열발생 이후 강성이 떨어지는 것이 나타났다.

4.3.3 단순지지 슬래브와 양단고정 슬래브의 비교

최대하중은 양단고정 슬래브가 단순지지 슬래브보다 3.55~3.95배로 크게 나타났다. 따라서 실험값이 탄성이론값인 3배보다 1.18~1.31배로 탄성이론값보다 약간 크게 나타났음을 알 수 있다.

4.4 하중-변형도 곡선

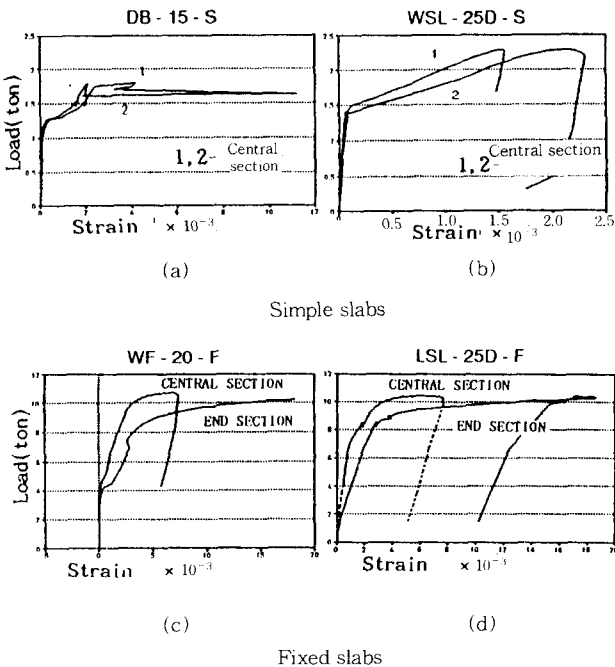


Fig. 11 Load-strain curve

Fig. 11-(a)와 (b)는 단순지지 슬래브의 중앙부에 위치한 인장철근의 하중-변형도 곡선을 나타낸 것이다. 겹이음이 없는 슬래브에서는 철근의 변형이 크게 나타났지만, 겹이음이 있는 슬래브는 철근의 변형이 작게 나타나 겹이음이 있는 철근에서의 용력이 분배됨을 알 수 있다. Fig. 11-(c), (d)는 양단고정 슬래브의 단부 상부에 위치한 인장철근의 하중-변형도 곡선을 나타낸 것이다. 초기균열이 단부에서 발생 이후 단부철근의 변형이 증가되면서 중앙부의 철근변형량과 약 2배를 이루며 변형이 진전되어지는 것이 보여 단부와 중앙부의 모멘트 분배가 약 2배가 되는 것을 알 수 있다.

4.5 최대 균열폭의 검토

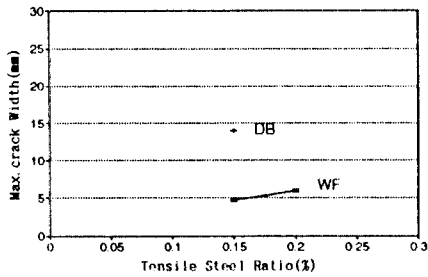
각 슬래브에서 초기균열이 발생한 후 점차 균열들이 발생하였다. 발생한 균열들을 크랙계이지로 균열폭을 측정하였을때 양단고정 슬래브는 양단부 상부에서, 단순지지 슬래브는 중앙부 하부에서 최대하중시에 최대균열폭을 보였다. 여기서 최대 균열폭은 최대하중시에 측정된 것이다.

4.5.1 철근비의 차이에 따른 최대 균열폭

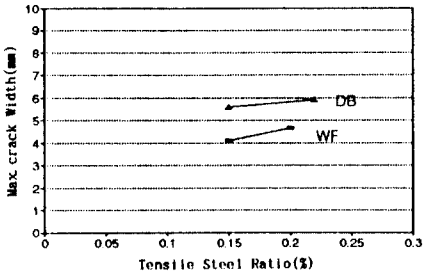
Fig. 12는 단순지지 슬래브와 양단고정 슬래브의 철근비의 차이에 따른 최대하중시의 최대균열폭을 나타낸 것이다. Fig. 12-(a)에서, 용접철망을 사용한 슬래브는 철근비 0.15%에서 0.2%로 증가함에 따라 최대균열폭은 약간 증가하였고, 이형철근을 사용한 슬래브가 용접철망을 사용한 슬래브보다 최대균열폭이 3배정도 크게 나타났다. Fig. 12-(b)에서, 철근비가 0.15%에서 0.2%로 증가할수록 최대균열폭은 증가하였고, 이형철근을 사용한 슬래브가 용접철망을 사용한 슬래브보다 1.3배정도 크게 나타났다.

4.5.2 겹이음길이가 차이에 따른 최대균열폭

Fig. 13은 단순지지 슬래브와 양단고정 슬래브의 겹이음길이가 차이에 따른 최대하중시의 최대균열폭을 나타낸 것이다. Fig. 13-(a)에서, 겹이음길이가 증가할수록 최대균열폭은 증가하였고, 이형철근을 사용한 슬래브가 용접철망, 루프형 용접철

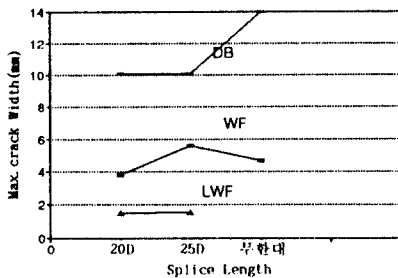


(a) Simple slabs

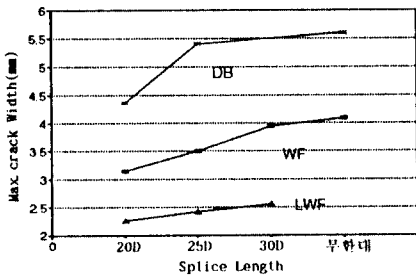


(b) Fixed slabs

Fig. 12 Maximum crack width of slabs with different steel ratio



(a) Simple slabs



(b) Fixed slabs

Fig. 13 Maximum crack width of slabs with different splice length

망을 사용한 슬래브보다 최대균열폭은 2.2배, 6.3 배정도 크게 나타났다.

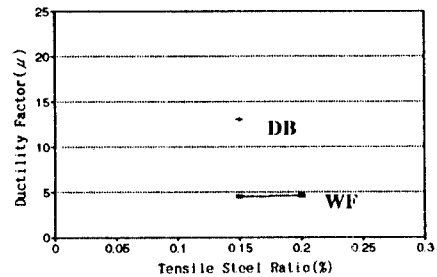
Fig. 13-(b)에서, 단순지지 슬래브와 마찬가지로 겹이음길이가 증가할수록 최대균열폭은 증가하였고, 이형철근을 사용한 슬래브가 용접철망, 루프형 용접철망을 사용한 슬래브보다 1.4배, 2.4 배정도 크게 나타났다. 따라서 용접철망과 루프형 용접철망은 균열폭 억제에 기여하고 있음을 알 수 있다.

4.6 소성변형능력의 검토

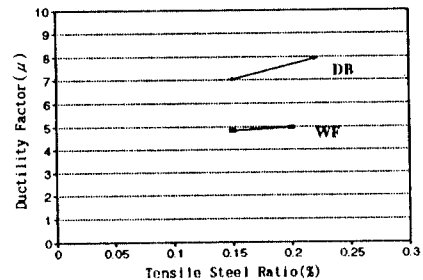
여기서 소성변형능력(μ)은 최대하중 이후 내력이 80%에 해당하는 때의 처짐(δ_u)을 부재항복시의 처짐(δ_y)으로 나눈 값이다.

4.6.1 철근비의 차이에 따른 소성변형능력

Fig. 14는 단순지지 슬래브와 양단고정 슬래브의 철근비의 차이에 따른 소성변형능력을 나타낸 것이다. Fig. 14-(a)에서, 용접철망을 사용한 슬래브에서 철근비가 0.15%에서 0.2%로 증가함에 따



(a) Simple slabs



(b) Fixed slabs

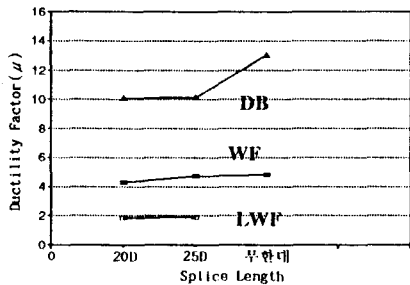
Fig. 14 Ductile capacity of slabs with different steel ratio

라 약간 증가하였고, 이형철근을 사용한 슬래브는 용접철망을 사용한 슬래브보다 소성변형능력은 2.6배정도 크다. Fig. 14-(b)에서도 철근비가 증가할수록 소성변형능력은 증가하였고, 이형철근을 사용한 슬래브가 용접철망을 사용한 슬래브보다 1.5배정도 크다. 이는 용접철망의 연신율이 작기 때문인 것으로 사료된다.

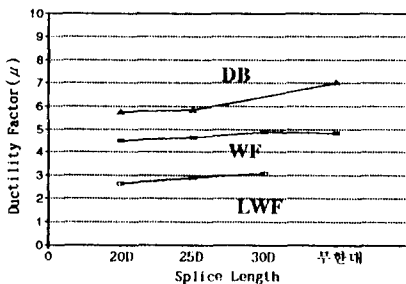
4.7.2 겹이음길이 차이에 따른 소성변형능력

Fig. 15는 겹이음길이 차이에 따른 단순지지 슬래브와 양단고정 슬래브의 소성변형능력을 나타내었다. Fig. 15-(a)에서, 겹이음길이가 증가할수록 소성변형능력은 증가하였고, 이형철근을 사용한 슬래브에서의 소성변형능력은 용접철망을 사용한 슬래브의 소성변형능력 보다 2.14~2.9배 정도로, 루프형 용접철망을 사용한 슬래브의 소성변형능력보다 5.35~5.42배 정도로 크게 나타났다. 이는 소재의 응력은 크나, 연신율이 작기 때문인 것으로 사료된다.

Fig. 15-(b)에서, 단순지지 슬래브와 마찬가지로



(a) Simple slabs



(b) Fixed slabs

Fig. 15 Ductile capacity of slabs with different splice length

로 겹이음길이가 증가할수록 이형철근을 사용한 슬래브의 경우는 소성변형능력이 증가하였고, 용접철망을 사용한 슬래브보다 소성변형능력이 1.26~1.46배 정도로, 루프형 용접철망을 사용한 슬래브 보다 소성변형능력이 2.0~2.2배 정도로 크게 나타났다.

5. 결 론

본 연구에서는 콘크리트 예상강도가 210kg/cm² 일때, 최대균열폭과 소성변형능력에 영향을 미치는 요인인 사용철근의 종류, 최소철근률 기준으로 한 인장철근비(ρ_t), 주변지지조건, 겹이음길이의 4가지를 주요변수로 하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 단순지지 슬래브에서는 모두 가로철근을 따라 균열이 발생하였고, 양단고정 슬래브에서는 전체적으로 평균 20cm 간격으로 균열이 발생하였다.

2. 철근비 0.2%인 슬래브의 소성변형능력은 0.15%인 슬래브와 거의 차이가 없는 것으로 나타났다. 이것은 슬래브의 유효층이 작고, 과소철근으로 배근되었기 때문인 것으로 사료된다.

3. 겹이음길이가 20D, 25D이음했을때 허용응력 설계법의 최고이음길이 30D의 경우와 비교 해보면, 최대내력은 차이가 없는 것으로 나타났으나 소성변형능력은 겹이음 길이가 증가할수록 약 1.06배, 1.25배로 증가하였다. 따라서 겹이음 길이는 30D가 적절한 것으로 사료된다.

4. 소성변형능력은 이형철근을 사용한 슬래브가 용접철망과 루프형 용접철망을 사용한 슬래브에 비해 1.44배, 3.74배정도 큰 것으로 나타났으며 루프형 용접철망의 사용시 소성변형능력을 고려하여야 할 것이다.

5. 최대균열폭은 용접철망과 루프형 용접철망을 사용한 슬래브에 비해 이형철근을 사용한 슬래브에서 약 2.5배~5.5배로 큰 균열 폭을 보여 용접철망과 루프형 용접철망이 균열폭 억제에 기여함을 알 수 있다.

참 고 문 헌

1. Walter Podoliny, JR, "Structural Fabric Reinforcement in Concrete Slabs" ACI Journal, 1968, Vol. 165, pp.877~884.
2. Michael A. Taylor, "Cracking Behavior of Beams Using Welded Wire Fabric as Reinforcement" ACI Journal, 1980, Vol. 77, pp. 12~17.
3. James G. MacGregor, "Strength and ductility of concrete slabs reinforced with welded wire fabric" ACI Journal, 1981, Vol. 78, pp. 374~381.
4. Tewes, "Design of lapped splices of welded wire fabric" ACI Journal, 1982
5. ACI 318-89, "Building Code Requirements for Reinforced Concrete", 1989
6. ASTM A 496-78, "Standard Specification for Deformed Steel Wire for Concrete Reinforcement"
7. "용접철망 설계 및 시방 지침서" 대한건축학회, 1992.4
8. 冰井,伊藤, "異形용접철망의 설계 및 시방 지침서" 대한건축학회, 1992.4
9. 越本,冰井, "異形鐵筋格子的建築への利用", 日本建築學會學術講演便概集, 1975
10. 中野,冰井, "異形용접철망의適用性的關する實驗的研究"(その9,一方向床版の長期變形性狀-1), 日本建築學會學術講演便概集, 1976
11. 中野,冰井, "異形용접철망의適用性的關する實驗的研究"(その10,一方向床版の長期變形性狀-2), 日本建築學會學術講演便概集, 1976
12. "용접철망 설계 및 시방 지침서" 대한건축학회, 1992.4
13. "철근 콘크리트 구조재산규준 및 해설" 대한건축학회, 1982
14. KS B 0801 "금속재료 인장 시험방법", 1983
15. ISO 10544 "Cold-Reduced steel wire for the Reinforcement of Concrete and the many facture of welded Fabric", 1991
16. ASTM A 497-90b, "Standard Specification for Deformed steel wire Fabric for Concrete Reinforcement"
17. KS D 7017, "용접철망", 1993
18. KS B 0802, "금속재료 인장 시험방법", 1983
19. 田中伸幸 外 5名, "超強度鐵筋콘크리트造短スハン梁の曲げせん斷耐力實驗(その1)曲げ特性", 日本建築學會學術講演便概集, 1987
20. 小阪義夫 外 1名, "鐵筋콘크리트構造", 丸善株式會社, 1975.10

(접수일자 : 1994. 3. 2)