

1. まえがき 鉄筋コンクリート床版の曲げ破壊荷重は降伏線理論によって求められるが、この理論の主な問題点は破壊時における降伏線の位置と方向を仮定しなければならないことである。一方材料面で軽量化のために人工軽量骨材を用いた鉄筋コンクリート床版とすることが要望されているが普通コンクリートに比較し押抜きせん断破壊と生じやすい等といわれている。これらのことを考慮して本研究は標準設計実橋床版に対し、表1に示すような縮小率3/5の比較的大型の模型床版と縮小率1/5の比較的小型の模型床版とを製作し載荷実験を行ない、次に示す事項について検討し若干の考察を加えたものである。

大型床版について ①耐力および破壊型式、②降伏線理論の適合性、③軽量コンクリートと普通コンクリートとの比較。

小型床版について ①ハンチ形状の相違による降伏線の位置および耐力の影響、②降伏線理論の解算に用いる降伏主-メント値の吟味。

2. 実験方法 各床版の配筋図は図1,2に示し、それぞれの供試体の種別は表3.4に示すとおりである。

このうち小型床版は図3に示すようなハンチの形状A,B,Cの3種を考へた。載荷は集中荷重とし、単純版がスパン中央に、連続版が図3に示すように載荷型式1および2とした。コンクリートの配合は表2に示すとおりである。供試体は試験材料まで湿潤養生とした。

TABLE 1. COMPARISON OF PROTOTYPE AND MODEL

Item	Slab of Prototype	Slab of 3/5 Scale Model	Slab of 1/5 Scale Model
Ratio of Small Scale	1	3/5	1/5
Span (m)	2.50	1.50	0.50
Thickness (cm)	18	11	4
Max. Size of Aggregate (mm)	25	25 or 15*	10
Diameter of Reinforcement	D16***	D10***	4**

\*Coarse aggregate of lightweight used 15mm  
 \*\*Round Bar  $\sigma_{sy} = 2153 \text{ Kg/cm}^2$   
 \*\*\*Deformed Bar  $\sigma_{sy} = 4100 \text{ Kg/cm}^2$   
 Steel Ratio  $\rho = 1.26\%$

TABLE 2 MIX PROPORTION AND STRENGTH OF CONCRETE

Test Series	Classification of Concrete	Max. Size (mm)	W/C (%)	S/A (%)	Slump (cm)	Air (%)	Remarks
3/5 Scale Model	Lightweight 1)	15	43.7	43	8.5	4.6	W.R.A.
	Normal 2)	25			8.0	5.0	
1/5 Scale Model	Normal 3)	10		42	9.0	-	Non

\* Used pelletized type

Results of test of concrete (strength)

- 1)  $\sigma_{cu} = 436 \sim 473 \text{ Kg/cm}^2$ ,  $\sigma_t = 20.1 \sim 22.4 \text{ Kg/cm}^2$
- 2)  $\sigma_{cu} = 414 \text{ Kg/cm}^2$ ,  $\sigma_t = 26.2 \text{ Kg/cm}^2$
- 3)  $\sigma_{cu} = 420 \text{ Kg/cm}^2$ ,  $\sigma_t = 31.2 \text{ Kg/cm}^2$

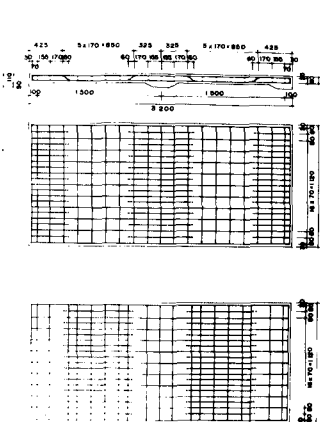


Fig. 1 Arrangement of bar of 3/5 scale model slab

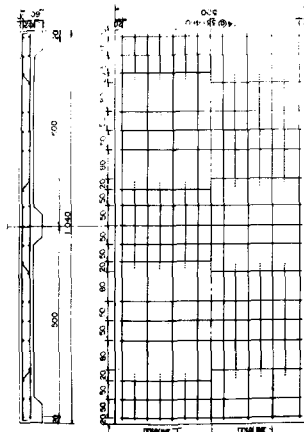


Fig. 2 Arrangement of bar of 1/5 scale model slab

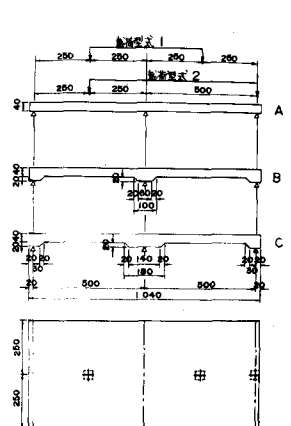


Fig. 3 Haunch shape and Loading type

3, 降伏線理論による破壊荷重の算定  $P$ : 破壊荷重,  $m$ : スパン方向の単位中当り降伏モーメント,  $im$ : スパン方向の頁の単位中当り降伏モーメント。  
 単線版の場合 スパン中央の載荷点からスパン直角に自由辺方向へ降伏線を考えたと次のようになる。

$$P_u = 4m \quad \text{--- ①}$$

連続版載荷型式1の場合 図4の(1)および(2)のように2つのパターンを仮定する。(1)のパターンの  $P_{u1}$  と(2)のパターンの  $P_{u2}$  はそれぞれ次のようになる。

$$P_{u1} = 2(2+l)m \quad \text{--- ②} \quad P_{u2} = 2\{1+2/(1-2l_h/l)\}m \quad \text{--- ③}$$

ここで,  $P_{u1}$  と  $P_{u2}$  とを比較し,  $P_{u2}$  の生ずる条件を求めると次のようになる。

$$P_{u1} \leq P_{u2}, \quad l_h/l \geq 1/2 - \{1/(1+l)\} \quad \text{--- ④}$$

④式が満足するときには破壊荷重は③式によって求め, その他のときは②式によって求める。

連続版載荷型式2の場合 図5の(1)および(2)のように2つのパターンを仮定する。(1)のパターンの  $P_{u1}$  は②式と同様となり, (2)のパターンの  $P_{u2}$  は次のようになる。

$$P_{u2} = 2\{3 + \{(l_h/l)/(1-l_h/l)\}\}m \quad \text{--- ⑤}$$

$P_{u1}$  と  $P_{u2}$  とを比較し,  $P_{u2}$  の生ずる条件を求めると次のようになる。

$$P_{u1} \leq P_{u2}, \quad (l_h/l)/\{1-(l_h/l)\} \geq l-1 \quad \text{--- ⑥}$$

⑥式が満足するときには⑤式によって求め, その他のときは②式を用いる。

本研究に用いた供試体の場合, 載荷型式1は③式を, 載荷型式2は⑤式とそれぞれ適用する。

4, 実験結果 コンクリートの強度試験結果は表2に示し, 模型床版載荷実験結果は表3,4に示し, 連続版の各供試体のひびわれ様相は図6~9, および写真1~5に示すとおりである。これから次の結果を得た。  
 (1) 降伏線理論による破壊荷重は曲げ破壊した供試体において実験値と2~32%の誤差であり, このうち単線版を除いた連続版では2~14%となりかなりの精度で合うことを示した。また降伏線理論の解法に用いるはりの降伏モーメントの値は終局強度式によって求めた計算値よりも, はりの曲げ試験による実験値を用いた方が実験値とよく合った。

(2) 連続版における頁の曲げモーメントが生ずる支持付近のハッチは降伏線および耐力に相当影響を与え, ハッチ断面が薄くなるほど耐力も大なる傾向を示し, 降伏線の位置は仮定したように, 載荷型式1の場合はハッチ頂点上に, 載荷型式2の場合は支承上にそれぞれ生じており, その妥当性が認められる。

(3) 連続版は単線版に比較して押指せせん断破壊を生じやすいことを示し, とくに軽量コンクリートはこの傾向を示した。押指せせん断破壊した供試体に対して, Hognestadの式はよい適合を示した。

(4) 実験値に対して設計荷重は2.78~4.60となり, その安全性が確認された。

本研究と実施するに当たり, 終局指導をいただいた 都立大学村田二郎先生に深謝致します。また, 実験に協力された同大学コンクリート研究室の皆様にお礼申し上げます。

TABLE 3 TEST RESULTS OF 3/5 SCALE MODEL SLAB

Specimen of Slab	Design Load Pd (t)	Ultimate Load (t)			Load Ratio			Observed Mode of Failure
		Measured Pu	Calculated		Pu/Puc	Pu/Vuc	Pu/Pd	
NO. Type			** Puc	*** Vuc				
LS Simple	4.1	16.5	12.7	13.9	1.30	1.19	4.02	Bending
LC-1 Continuous	5.4	15.0	23.6	17.1	0.64	0.88	2.78	Punching
LC-2 Continuous	5.0	18.8	21.4	18.4	0.88	1.02	3.76	Punching
Ns Simple	4.1	16.8	12.7	16.0	1.32	1.05	4.10	Bending
NC-1 Continuous	5.4	21.8	23.6	20.3	0.92	1.07	4.04	Bending
NC-2 Continuous	5.0	23.0	21.4	20.3	1.07	1.13	4.60	Bending

\* Pd calculated by working stress design.  
 \*\* Puc calculated by yield line theory.  
 \*\*\* Vuc calculated by Hognestad's equation.

Haunch Shape  $l_h/L = 0.13$

TABLE 4 TEST RESULTS OF 1/5 SCALE MODEL SLAB

NO.	Specimen Launch Shape $L_n/L$	Loading Type	Ultimate Load (t)				Load Ratio			Observed Mode of Failure
			Measured $P_u$	Calculated		$P_u/P_{u1}$	$P_u/P_{u2}$	$P_u/V_{uc}$		
				* $P_{u1}$	** $P_{u2}$				$V_{uc}$	
A-1	Non	Both	1.91(1.00)	1.76	1.41	1.98	1.09	1.35	0.96	Bending
A-2		One-side	2.01(1.00)	1.76	1.41	1.98	1.14	1.42	1.02	
B-1	0.10	Both	2.33(1.22)	2.06	1.64	2.10	1.13	1.42	1.11	
B-2		One-side	2.22(1.10)	2.14	1.50	2.01	1.04	1.48	1.10	
C-1	0.18	Both	2.48(1.30)	2.42	1.94	2.22	1.02	1.28	1.12	

\*  $P_{u1}$  calculated by yielding moment used the values of bending test of beam.

\*\*  $P_{u2}$  calculated by yielding moment used the ultimate strength's equation.

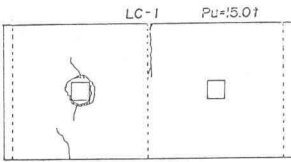


Fig.6 (LC-1)

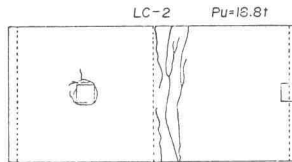


Fig.7 (LC-2)

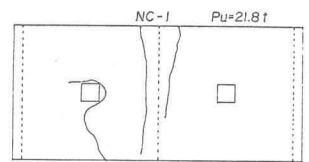


Fig.8 (NC-1)

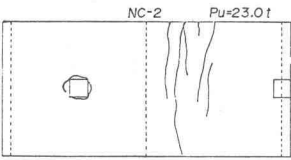
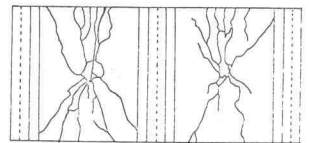
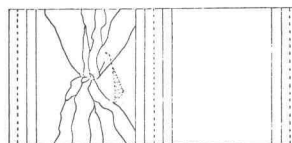
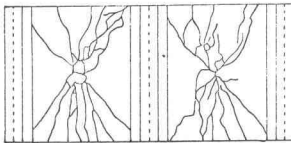


Fig.9 (NC-2)

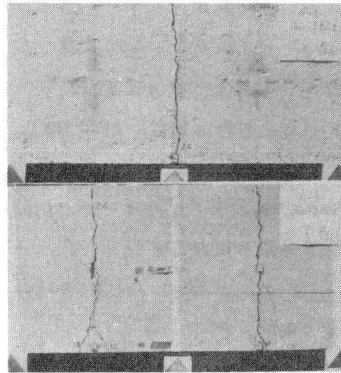


Photo.1 (A-1)

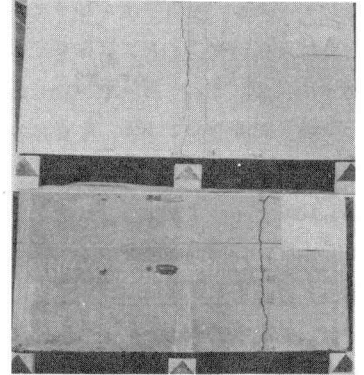


Photo.2 (A-2)

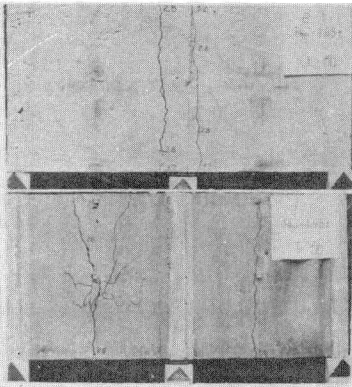


Photo.3 (B-1)

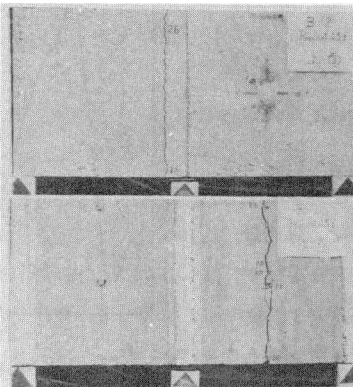


Photo.4 (B-2)

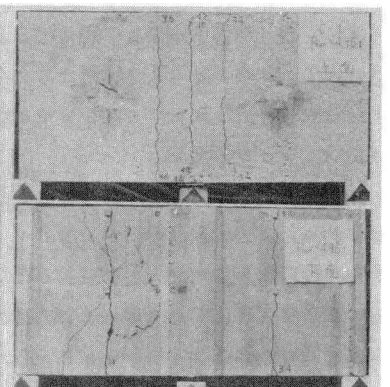


Photo.5 (C-1)