

九州大学 工学部 正員 石川達夫
 “ “ 正員 文 済吉
 “ 大学院 学生員 ○ 太田 正彦

I. まえがき

本論では4辺固定のコンクリート床版に集中荷重が加わった場合の版のせん断破壊の問題を、実験を中心にして取り上げてみた。これはある意味でフーキング等の押し抜き等の問題につながる点もあるかと思う。筆者らは一辺 30 cm の正方形の模型床版を作製し、 4×4 cm の載荷面積を持つ集中荷重を加えてせん断破壊を行なった。以下、試験方法及び試験結果について記することにする。

II. 実験概要

(1) 実験に使用する材料

1. 砂 ; 唐津松浦川産 (比重 2.55, 粗粒率 2.78)
2. セメント; 小野田早強ポルトランドセメント
3. モルタルの配合 ; 表-1 に示す。

(2) 実験装置

1. 型枠

型枠は一辺 40 cm の正方形で厚さが 2 cm から 4 cm までの版を打設できる様に底の高さが自由に換えられるものを作製し使用した。

2. 載荷時の版固定装置

版の固定装置としては、内側を 1 辺 30 cm の正方形にくりぬいた 2 枚の肉厚 12 mm の鋼板を用いた。間に版を置き、アルミナセメントペーストを鋼板と版との間に流し込んで版の固定を行なった。(図-1 参照)

3. ひずみリング、油圧ジャッキ

油圧ジャッキは載荷に使用し、その際の荷重キエックは 5 トンのひずみリングを用いた。(図-2 参照)

(3) 実験方法

版厚は 2 cm から 4 cm まで 5 段階に変化させている。版の中心部に断面が 4×4 cm で高さ 5 cm の突起部を版と一体に打設した。

実験に用いた版はすべて標準養生とし、実験時の材令は 1 週とした。

なお、版内には対角線に直交する方向に 6 mm 鉄筋を、鉄筋間の距離を 5 mm に保った複鉄筋の形で配置した。鉄筋の位置は図-1 に破線で示している。図-2 は実験装置の全景である。

表-1 モルタルの配合

単位セメント量 C (Kg)	単位水量 W (Kg)	水セメント比 W/C (%)	単位細骨材量 S (Kg)	単位塩化カルシウム量 (Kg)
500	260	52	1484	5

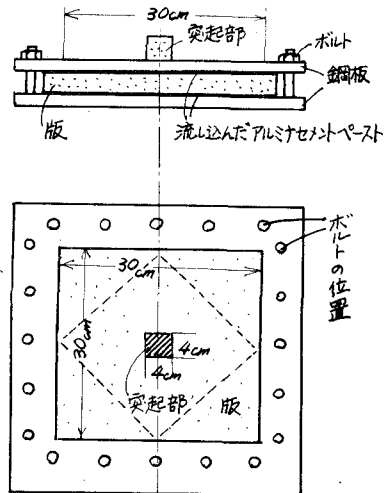


図-1. 版の固定装置

Ⅲ. 実験結果 及び 考察

(1) 破壊荷重と版厚との関係

破壊荷重 P (kg/cm^2) と版厚 d (cm) との関係を表-2

及び図-3に示す。版厚と破壊荷重とは大体において直線関係を示している様である。

(2) 破壊の状況

4辺固定の版では図-4の様な形で押し抜けて破壊した。

観察の結果、中立軸付近で破壊角度が最大であり 30° 前後、底部で $10^\circ \sim 15^\circ$ であった。各版の破壊角度の測定結果は表-3に示すことにする。

なお、比較のため版の支持条件を単純支持(4隅のはね上がりを許す)にした場合はすべての版が曲げで破壊した。

一般に中立軸では水平方向の直応力 σ_x が零になって破壊面は 45° を示すはずであるのに、これが 30° 前後になった理由は次の様であると思われる。すなわち、これは周辺を固定としているために、版のたわみによって σ_x がある程度の値を持つためであると考えられる。中立軸以下の部分には4辺固定の場合圧縮応力が働くから、モールの応力円から考えても下側に行くにしたがって角度がねてくる理由がわかる。

先に述べたごとく、4辺固定の版はすべて斜引張応力によって破壊したが、裏面には必ず曲げモーメントによるクラックが入っている。このクラックがどのくらいの荷重で入ってくるかを調べるために版の裏面にワイヤーストレインゲージを張ってひずみを計ってみた。その結果、斜引張応力により破壊する前に曲げモーメントによるクラックが生じていることが判明した。その測定の一例を図-5に示す。この場合すでに荷重が 1200 kg までにゲージがクラックをひらいている。

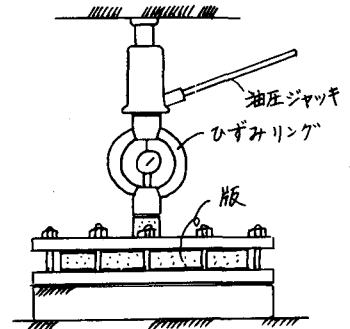


図-2. 実験装置全景

表-2. 版厚と破壊荷重

$d(\text{cm})$	NO.	$P(\text{kg})$	P 平均
2.0	1	1990	1990
2.5	1	2540	2787
	2	3090	
	3	2697	
3.0	1	3461	3461
3.5	1	4298	4073
	2	4037	
	3	3885	
4.0	1	4745	4745

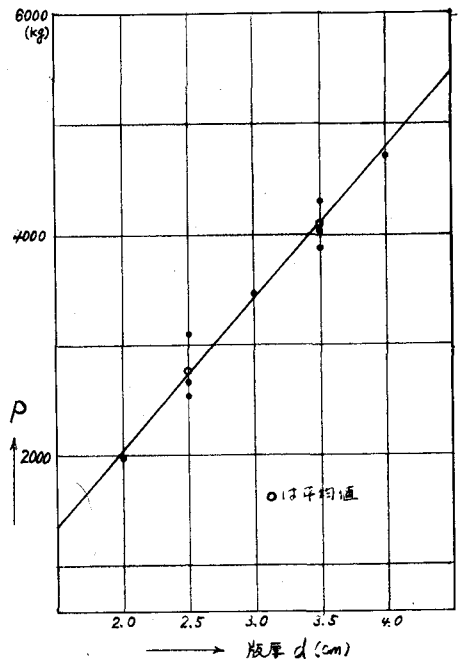


図-3 版厚と破壊荷重との関係

一応無筋コンクリート構造物ではフラックが入るとその部分から破壊すると考えられるが、本実験においてはすべての版が曲げクラックから破壊せずに斜引張応力による破壊している。その理由としては次の様なことが考えられよう。

前述の様に中立軸で考えているにもかかわらず σ_x がかなりの値を示している。(図-6, 図-7に示す。) この曲げによる軸力 σ_x が集中荷重 P によって生じるモーメントに抵抗することになる。そのうちに斜引張応力の限界に達して破壊することになるのであろう。

表-3. 破壊角度

$d(\text{cm})$	NO.	破壊角度 γ°	破壊角度 α°
2.0	1	12	25
2.5	1	11	23
	2	13	23
	3	14	24
3.0	1	15	25
3.5	1	15	25
	2	15	25
	3	16	26
4.0	1	15	25

- (3) 鉄筋コンクリート標準示方書 120 条の押抜きせん断応力度 $\tau_p(\text{kg}/\text{cm}^2)$ を求めてこの τ_p の値を平均せん断応力度とし、その $\frac{3}{2}$ 倍を最大せん断応力度とする。そしてこの最大せん断応力度と中立軸付近の破壊角度(表-3参照)とからモールの応力円により斜引張応力度 $\sigma_{ed}(\text{kg}/\text{cm}^2)$ を計算した。その結果を表-4に示す。一方、同配合の円筒供試体の割裂強度より求めた引張強度 $\sigma_t(\text{kg}/\text{cm}^2)$ も表-4に示す。

この様な方法で計算した斜引張応力度と引張強度とは大体において一致している様である。

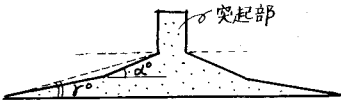


図-4. 破壊角

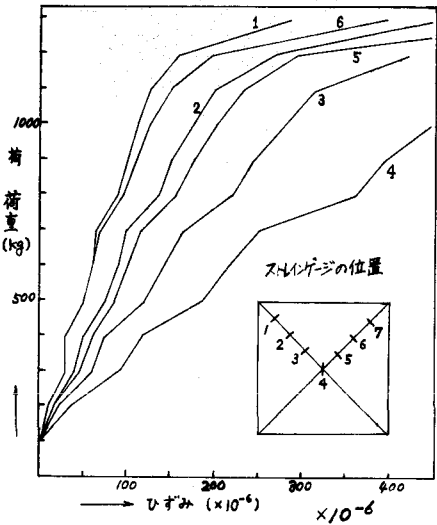


図-5 荷重-ひずみ図



図-6

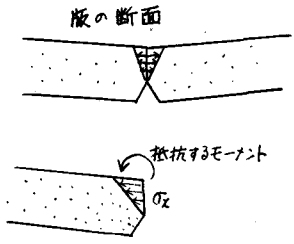


図-7

IV. むすび

床版の押抜きせん断の問題については今後も続けていくつもりである。実験上、例えばいかにすれば理想的な固定条件に近づけることができるかということなどが今後の問題として残ることになるが、今後はより固定条件を良くするために、版とサポートを一体のコンクリートで作製する様な試みも考えている。そしてこの種の版の挙動をとらえて行きたいと思っている。

最後に 本実験を行なうにあたり労をわすらわしました矢原寿一氏(神戸製鋼所勤務)をはじめ、土木工学実験室の皆様に対し感謝の意を表するしだいであります。

$d(\text{cm})$	NO.	$T_p(\text{kg/cm}^2)$	$\sigma_{td}(\text{kg/cm}^2)$	$\sigma_t(\text{kg/cm}^2)$
2.0	1	41.5	28.8	30.6
2.5	1	39.1	27.3	29.8
	2	47.5	33.0	33.0
	3	41.5	28.8	31.5
3.0	1	41.2	28.6	29.2
3.5	1	40.9	28.5	27.9
	2	38.5	27.0	29.9
	3	37.0	27.0	30.1
4.0	1	37.1	29.0	27.4

表-4 $T_p, \sigma_{td}, \sigma_t$

参考文献

- | | |
|-----------|---------------------------------------|
| 水野高明 著 | 鉄筋コンクリート工学 |
| Nadai | Theory of Flow and Fracture of Solids |
| Timosenko | Theory of Plates and Shells |