

スラブの曲げ耐力に関する 2, 3 の実験

京都大学工学部 正員 小柳 治
 京都大学工学部 学生員 〇平 沢 征夫
 京都大学工学部 学生員 米田 俊一

1 まぎき

近年、コンクリート床版の終局強度設計法に関する研究が盛んに進められているが、スラブの曲げ破壊に対する降伏線理論の発展理論のうち、とくに降伏線上の鉄筋の partial kinking (部分的ねじれ) 理論の適用性を検討する目的で行なった実験結果について報告する。

2. 実験計画

実験は鉄筋コンクリート床版の模型として鉄線を埋め込んだモルタル正方形版を作成し、これについて載荷実験を行なうこととし、表-1 に示す実験計画を立てた。2種の支持条件、4種の配筋傾斜角度、2種の鉄筋比の合計16種、各種2枚づつで統計32枚について実験を行なった。供試体の大きさ、載荷方法はすべての床版について同じとした。

3. 供試体作成と実験方法

材料 セメントは普通ポルトランドセメントを使用し、細骨材には野洲川産川砂を用いた。混和剤としてポリリス No.10 を用いた。鉄筋には普通鉄線 No.14 (公称径 2mm) および No.8 (公称径 4mm) を機械伸線したものを使用した。

供試体作成 供試体の大きさはすべて $45\text{cm} \times 45\text{cm} \times 3\text{cm}$ とし、鉄筋はすべて直交等方性となるように配筋した。床版はすべて複鉄筋で、圧縮鉄筋比が引張鉄筋比と等しいもの (A型) および引張鉄筋比の $1/2$ であるもの (B型) の2種とした。配筋の1例を写真-1 に示す。モルタルの配合はセメントと細骨材の重量比を $1:2$ 、水セメント比を 45% とした。供試体とシリンドーは翌日脱型後試験時材令 (14日) まで実験室内で空中養生を行った。試験時材令でのモルタル強度は、 $\phi 7\text{cm} \times 15\text{cm}$ シリンドー12本の圧縮強度の平均で 37.4kg/cm^2 (変動係数約 6%) であり、弾性係数は $2.4 \times 10^5\text{kg/cm}^2$ (変動係数約 6%) であった。

実験方法 支持方法を2辺自由・2辺単純、2辺自由・2辺固定の2種とし、載荷方法はスパン中央線荷重載荷の1種とした。試験機はREH型電子管自動平衡式万能試験機を用いて、載荷速度は全試験を約 50kg/min で行なった。測定はダイヤルゲージ ($1/100\text{mm}$ 目盛) により、スパン中央のたわみ (3ヶ所)、スパンの $1/4$ 点のたわみ および支査況下を各荷重段階ごとに測定した。また たわみ荷重、終局荷重を

表-1 実験計画

支持条件	配筋傾斜角度	鉄筋比	
		0.6%	1.2%
2辺単純	0°	A1	B1
	15°	A2	B2
	30°	A3	B3
2辺自由	45°	A4	B4
2辺固定	0°	A5	B5
	15°	A6	B6
	30°	A7	B7
2辺自由	45°	A8	B8

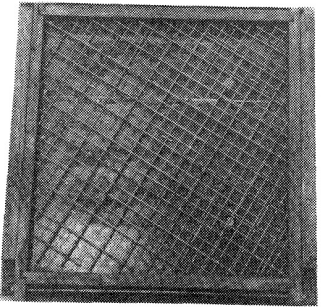
写真-1 配筋の1例
配筋傾斜角度 30°

表-2 終局荷重の低下率 (%) 実験結果

支持条件	配筋傾斜角度	鉄筋比	
		0.6%	1.2%
2辺単純	0°	A1 0	B1 0
	15°	A2 14	B2 16
	30°	A3 14	B3 18
2辺自由	45°	A4 2	B4 36
2辺固定	0°	A5 0	B5 0
	15°	A6 10	B6 6
	30°	A7 14	B7 22
2辺自由	45°	A8 7	B8 17

求め、破壊の様子を観察した。

4. 実験結果の概要

1) 直交等方性配筋をもつ正方形床版を2辺支持、スパン中央線荷重載荷で曲げ破壊させた場合の終局耐力は、配筋方向により異なり、一般にスパン方向から傾いた配筋を有する床版では低下する。その低下率は配筋傾斜角度によって異なり、表-2 に示すように本実験の結果では、スパン方向からの傾斜角度が $15^\circ, 30^\circ, 45^\circ$ のものは、 0° のものより約 $10 \sim 20\%$ 低下した。一般にこの程度は低下するものと考えられる。

2) 従来の曲げ理論—Johansenの階段状降伏線理論—によって求めた計算値は、図-1 に示すように、配筋方向がスパン方向に平行な場合(0°) にはよく適合する(ただし単純支持の場合。固定支持の場合には固定の程度の違いによりこのように計算値よりも下がる場合があり(すなわち)にはいえない)が、等方性配筋であつても斜め方向に配筋された床版に対してこの理論をそのまま適用することは危険である。

3) 斜め方向に配筋された床版では、自由辺で切断される鉄筋が存在し、この鉄筋が降伏に達する以前に鉄筋とコンクリートの間の付着が切れるために終局耐力は低下するものと考えられる。この理由により、斜め方向に配筋された床版の終局耐力の算定には有効幅を考慮する必要がある。この有効幅の算定には、はり試験による付着強度を基準とする方法が適当であろう。

4) 付着強度にもとづいた有効幅を考慮して求めた終局耐力について、鉄筋の partial kinking 理論の適合性を検討した結果、図-2 に示すように本実験の場合には鉄筋の partial kinking はほとんど生じなかったと考えられる。すなわち付着強度を $35 \sim 40 \text{ kg/cm}^2$ と仮定すれば、Johansenの階段状降伏線理論に適合した結果を示す。この結果は破壊時のひなわけの形状から推定された。

5) 本実験に用いられた方法で鉄筋の partial kinking の存在を証明することは、鉄筋の kinking の影響にくらべて、有効幅の影響が大きいために必ずしもよい方法とはいへない。

参考文献: KWIECINSKI, M.W. "Yield criterion for initially isotropic reinforced slab" M.C.R. Vol 17 No. 51 June 1965 および "Some tests on the yield criterion for a reinforced concrete slab" No. 52 September 1965

図-1 耐力の計算値と実験値との比

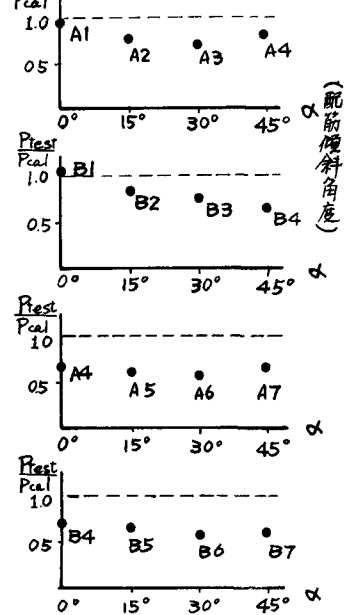
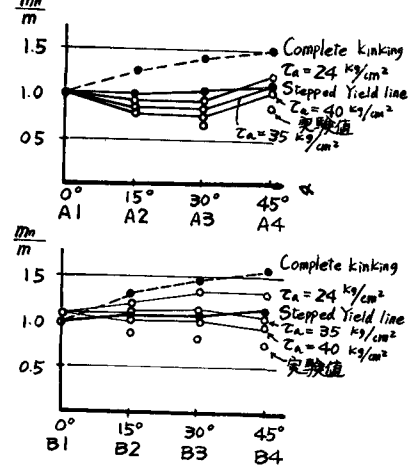


図-2. partial kinking 理論の適用性 $\frac{m_n}{m}$ の比較による検討



● Stepped Yield-line 理論による計算値 (階段状降伏線理論)
 ○ Complete kinking 理論による計算値
 ○ T_a (平均付着強度) を仮定して求めた計算値
 ○ 実験値
 m_n : 降伏線に垂直方向の降伏線単位長さ当りの終局モーメント
 m : 鉄筋方向(主モーメント方向)の終局モーメント