

1. はじめに

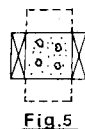
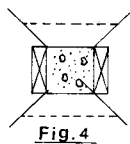
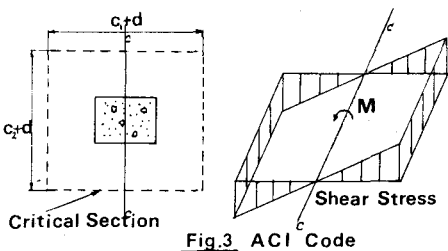
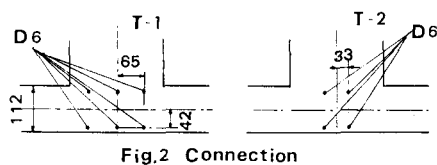
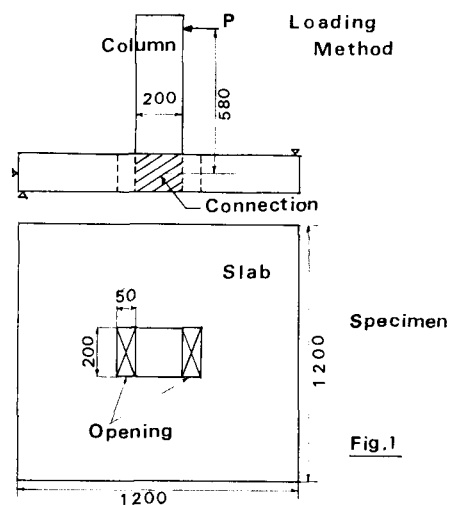
フラットプレート構造は、スラブと柱で直接支持する構造形式である。この場合、地震、風等の水平力により生じるモーメントは、スラブ-柱接合部を通して、柱からスラブへ伝達される。そのとき、モーメントの一部はねじりにより伝達されるのだが、その貢獻度については、あまり研究されていないのが現状である。本研究は、スラブ-柱接合部で、ねじりのみを伝達させる目的で、特殊な供試体を使用し、いくつかの破壊モードを仮定して、耐力を推定した。そして、実験により得られた耐力との比較を行なった。

2. 実験方法及び結果

供試体及び載荷方法を図-1に示す。接合部のうち、加力方向の二面のまわりには、開口部と設けてある。残りの接合部の寸法、配筋は図-2に示す。使用した鉄筋はD6、 $f_y=3400$ ($\frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$)で、モルタルは $f'_c=470$ ($\frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$)であった。載荷により、ねじり及び曲げによると思われるひびわれが発生し、最終的に、面外せん断破壊した。耐力は表-1に示す。

3. 面外せん断破壊と耐力

破壊モードとして、面外せん断破壊を仮定した場合、耐力はACI規準⁽¹⁾により計算することができ、すなわち、スラブ-柱接合部のまわりにスラブ厚の $\frac{1}{4}$ だけ離れた危険断面を仮定し、そこに作用する面外せん断応力の最大値を制限することにより耐力を求めるものである(図-3)。破壊の起こった位置から考えると危険断面の設定位置は、適切であると思われる。本実験の供試体の特徴から図-4のような危険断面を考え、ACI規準による面外せん断応力の上限値 $4\sqrt{f'_c}$ (psi)を用い、モーメントが全てねじりによって抵抗されるとして耐力を計算した。結果は表-1, Aに示してある。次に、ひびわれの状況から考えて、曲げによる抵抗も考慮して、図-5のような危険断面を仮定して耐力を計算した。この場合も、上限値として $4\sqrt{f'_c}$ を用いている。結果は表-1, Bとなる。これらは、いずれも、かなり安全側に耐力を評価していると言えよう。ACI規準(図-3)では危険断面における面外せん断応力の最大値が、隣り合う面と等しいとし、それを全て $4\sqrt{f'_c}$ で制限している。実験数が少ないので、確定的なことは言えないのであるが、危険断面では、その周囲の連続的なスラブ部分と一体となっているため、強度が増加すると考えられる。したがって、ねじりによる抵抗に対して応力の上限値を $4\sqrt{f'_c}$ とすることは、安全側にすぎるとは思われない。試みに、上限値を $8\sqrt{f'_c}$ とし、図-4の危険断面



を用いて耐力を計算したところ表-1, Cのようになった。

4. 接合部でのせん断伝達能力

面外せん断破壊の場合は、接合部からさだけ離れた危険断面での破壊を考えたが、それとは別の破壊モードとして、接合部断面での破壊の可能性が考えられる。この場合、実際のひびわれの状況からみれば、接合部断面をせん断面として、Mattock⁽²⁾によるせん断伝達の理論が適用できると考えた。この場合、せん断面は図-6のように仮定したものであるが、これは、接合部断面に作用している面内及び面外のせん断応力からそれぞれ求めたトルクを T_x , T_y としたとき、せん断面に作用するせん断力が $V_x = T_x / b_c$, $V_y = T_y / b_y$ を満たすこと、各せん断面で、せん断応力が一定となること、また、水平方向のせん断面の幅 b_x とかぶり j の2倍とすることにより定めたものである。Mattockの研究によれば、せん断面にひびわれのない場合、せん断伝達能力は、せん断面と交差するコンクリート圧縮ストラット中の微小要素に作用する応力状態が、予め求められている破壊条件に達したときに最大となるとされている。ここでは、破壊条件としてKupfer⁽³⁾による二軸応力下のコンクリートの破壊条件と σ - τ 座標に変換したものをを用いた。なお、コンクリート圧縮ストラットの応力状態には、せん断面を横切る補強筋比も影響するので、前述のせん断面の設定も問題となるのであるが、 b_x として、かぶり j の2倍を用いたこの場合の補強筋比($p=0.0125$)に対し、 p の $\pm 20\%$ の変化で耐力は 7% 程度しか変化せず(図-7)、耐力に関しては、大きな影響はないと言えそうである。破壊条件が得られた要素上の応力状態を、せん断面に対して直交する座標系に変換すれば、せん断耐力が得られる。この結果は、表-1, Dに示してある。但し計算においては、コンクリート圧縮ストラット中で、せん断応力が一様に分布していないと考える、補正係数 $K=0.84$ を用いた。

5. まとめ

ねじりを受けるスラブ-柱接合部の破壊モードとして、スラブリ面外せん断破壊、接合部でのせん断伝達破壊を考えた。面外せん断破壊について予想した耐力は、実験値をかなり下回った。この理由としては、ねじりによる抵抗を考慮する場合に、ACI規準による面外せん断応力上限値の規定が安全側にすぎることが考えられる。また、本実験では起きなかったが、スラブリ面外せん断補強した場合には、接合部でのせん断伝達破壊が起こることが予想される。これについて計算値も、実験値を下回ったのだが、スラブリ柱接合部といった特殊な構造部分の耐力の算定に、既存の破壊条件をそのまま使用できると仮定していること、また、圧縮ストラット中のせん断応力分布についての仮定など、検討していく必要があると思われる。

最後に、本研究を行なうに当たり、終始御指導頂いた、東京都立大学 山崎 淳 助教授に深く感謝致します。

- (1), ACI Building Code (318-77) Chapter 11.12
- (2), A.H. Mattock ; Shear Transfer in Reinforced Concrete Recent-Research , PCI Journal, March/April 1972
- (3), H. Kupfer & K. Gerstle ; Behavior of Concrete Under Biaxial Stresses, Journal of the engineering mechanics division 8, 1973.

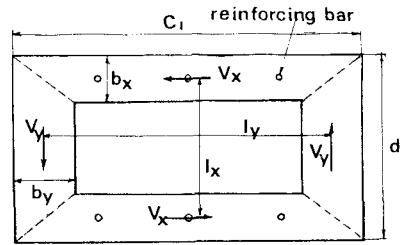


Fig.6 Shear Plane

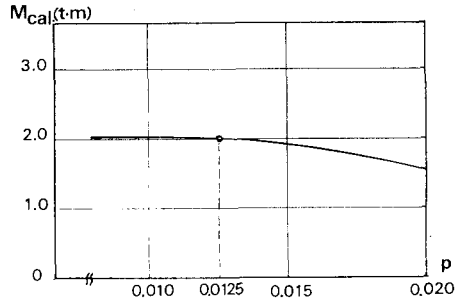


Fig.7 Mcal-p Relation of T-1

	Mcal. (t-m)	Mmeas. (t-m)	Mcal. Mmeas.	Specimen
A. $4\sqrt{f'_c}$ T	1.50	2.77 2.57	0.54 0.58	T-1 T-2
B. $4\sqrt{f'_c}$ T+M	2.22	2.77 2.57	0.80 0.86	T-1 T-2
C. $8\sqrt{f'_c}$ T	3.00	2.77 2.57	1.08 1.17	T-1 T-2
D. S, T.	2.01 1.74	2.77 2.57	0.73 0.68	T-1 T-2

Table 1. Ultimate Strength