

# 鉄筋コンクリート造柱—フラットスラブの せん断補強効果に関する実験的研究

## Experimental Study on the Effect of Shear Reinforcement in a Reinforced Concrete Column-Flat Plate Joint

鈴木 紀雄 井上 貴之  
丸田 誠 永井 覚

### 1. はじめに

梁のないフラットスラブ構造には、建物のデザインの自由度が大きく使いやすい空間ができるといった利点がある。しかし、構造的にはパンチング破壊と呼ばれる脆性的な破壊を生じやすいという欠点を持つ。ACI規準のようにパンチング破壊に対するせん断補強筋の効果を認めている設計コードもあるが、日本建築学会の鉄筋コンクリート構造計算規準に示されたパンチング強度算定式は、コンクリート強度に依存した形となっており、せん断補強効果は認められていない。近年、柱に定着されるスラブ筋を梁主筋と見なし、これにせん断補強を行った実験も行われているが、パンチング破壊に対するせん断補強効果には不明な点が多い。そこで、本研究では、スターラップ形式のせん断補強筋を用いた柱—スラブ接合部の実験を行い、その効果を調べることにした。

### II. 実験概要

Fig.1のような建物の外柱部分を取り出した7体の試験体を作成した。縮尺は1/3で、柱は300mm角の正方形、スラブは厚さが12mmで長辺が2700mm、短辺が1500mmである。柱幅範囲を仮想的に梁と見なし、以後、短辺方向の梁部分を「梁」、長辺方向の梁部分を「直交梁」と称することにする。Table 1に示すように、No.1～No.6は直交梁と梁の補強筋間隔や幅が異なっている。補強したものの中で最も補強筋の少ないNo.3のせん断補強筋比は、柱幅に対して0.5%である。No.7のみは、直交梁の梁せいをスラブ厚の1.5倍とした。

試験体の短辺方向に水平力が作用する場合を想定し、柱端をピンローラー支持とし、スラブ先端に正負繰り返しの強制変位を加えた。

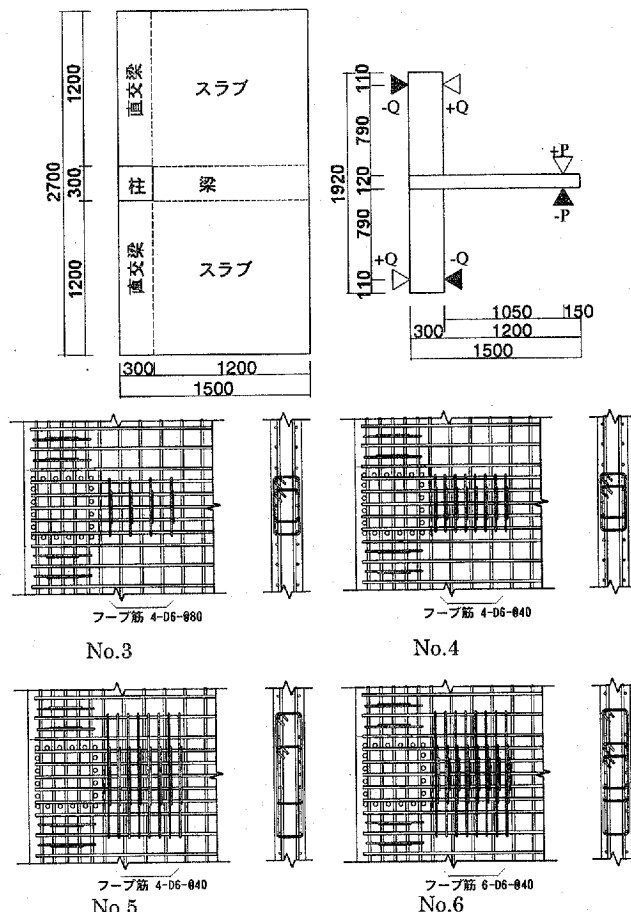
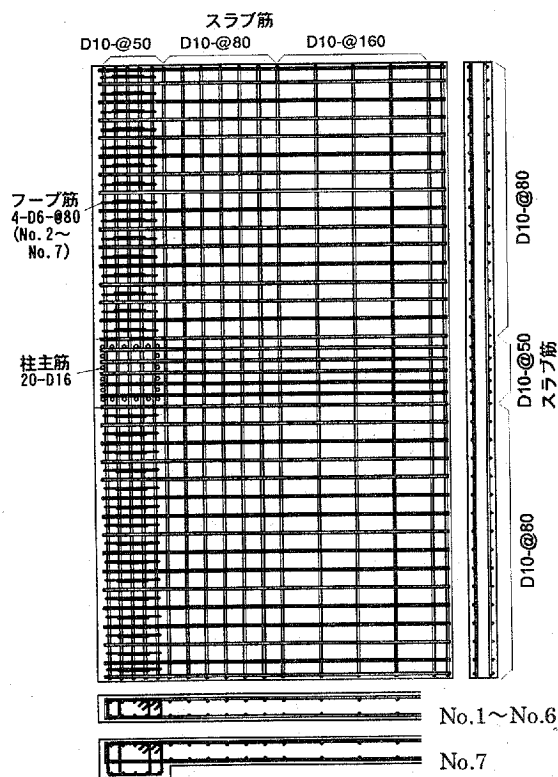


Fig.1 Test Specimens

本報は、日本コンクリート工学年次論文報告集, Vol.21(1999.7)掲載論文の要約である。

1) 小堀研究室

キーワード：フラットスラブ、接合部、パンチング破壊、スターラップ

Table 1 Test Specimens and Material Properties

| 試験体名 | 梁フープ筋    |             | 直交梁      |               | コンクリート強度<br>(N/mm <sup>2</sup> ) |      |
|------|----------|-------------|----------|---------------|----------------------------------|------|
|      | 本数と間隔    | 最大幅<br>(mm) | フープ筋     | 直交梁<br>せい(mm) |                                  |      |
| No.1 | なし       | 300         | なし       | 120           | 28.6                             |      |
| No.2 |          |             | 4-D6-@80 |               | 540                              | 29.2 |
| No.3 |          |             |          |               |                                  | 28.4 |
| No.4 | 28.6     |             |          |               |                                  |      |
| No.5 | 30.0     |             |          |               |                                  |      |
| No.6 | 6-D6-@40 | 29.7        |          |               |                                  |      |
| No.7 | なし       | 300         | 180      | 28.6          |                                  |      |

| 鉄筋  | 使用部位            | 材質    | 降伏強度<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 引張り強度<br>(N/mm <sup>2</sup> ) |
|-----|-----------------|-------|------------------------------|-------------------------------|
| D10 | No. 1~No. 6スラブ筋 | SD345 | 390.0                        | 548.9                         |
| D10 | No. 7スラブ筋       |       | 381.2                        | 536.2                         |
| D6  | フープ筋            |       | 403.0                        | 499.1                         |
| D16 | 柱主筋             |       | 394.0                        | 667.2                         |

Fig. 3に梁スラブ筋に巻いた補強筋の歪を示す。降伏に至るものはないが、変形の増大に伴って歪が増大しており、補強筋が面外せん断に抵抗していることが分かる。

### III. 実験結果

Fig. 2にスラブ端に加えた水平力とスラブ端の変位の関係を示す。No. 3~No. 6の荷重-変形関係は非常によく似ているので、No. 3のみを示した。図中の最大強度計算値は、鉄筋コンクリート構造計算標準の式にスラブ筋のねじり強度への寄与を考慮した金らの式<sup>2)</sup>を組み合わせ評価したものである。7体の試験体共通に、柱近傍のスラブの曲げひび割れ、直交梁のねじりひび割れ、柱近傍のスラブ筋の降伏の順に破壊が進展したが、その後の挙動は梁や直交梁の補強筋の有無により異なるものとなった。No. 1では、変形角が1/25に向かう途中で直交梁のねじり破壊が激しく耐力が低下した。また、柱前面のスラブが面外破壊した。No. 2では、No. 1に比べると緩やかではあるが、変形角が1/25以後は耐力が低下し、柱前面のスラブが面外破壊した。No. 3~No. 6の破壊性状と荷重-変形関係は互いに良く似たものとなり、変形角が1/10に至っても耐力低下は生じず、スラブの面外破壊も生じなかった。最大強度は、No. 1, No. 2よりも高くなったが、最大強度を発揮するときの変形は非常に大きかった。No. 7では、スラブの面外破壊が生じたが、耐力低下はなかった。

すべての試験体において曲げ降伏したスラブ筋は全体の1/3~1/2程度であり、最大強度も曲げ強度に達しなかったことから、パンチング破壊したと判断した。

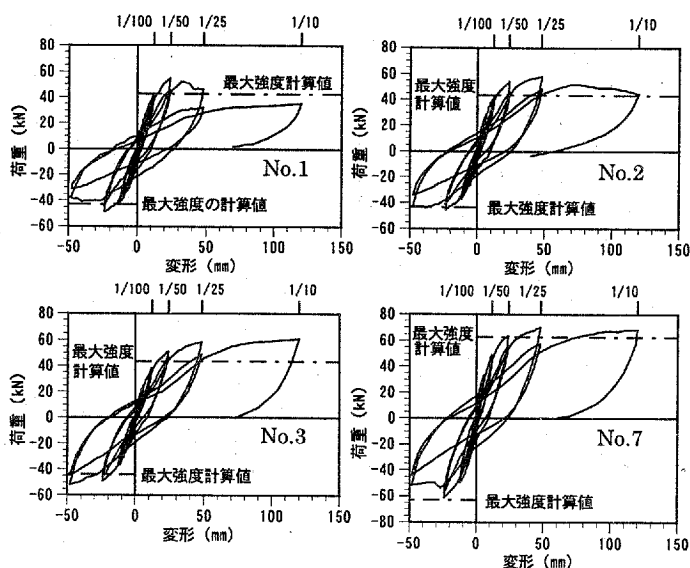


Fig. 2 Load-deformation Relationships

### IV. まとめ

柱-スラブ接合部のパンチング破壊に対する補強筋の効果を実験的に検討し、以下のことが分かった。

- 梁部分を補強すると柱前面のスラブの面外破壊を抑制でき、変形能力が向上する。最大強度も若干向上するが、そのときの変形は非常に大きいので、設計上は強度上昇は期待しない方がよい。
- 梁部分の補強筋は、スラブ厚の3倍程度の範囲に0.5%程度入れておけばよい。
- 最大強度は、鉄筋コンクリート構造計算標準の式に金らの式を組み合わせ設計上安全側に評価できる。
- 直交梁の補強筋はねじり抵抗力を増大させ、強度や変形能力を増大させる。直交梁のせいを大きくすることも、ねじり抵抗力の増大に寄与する。

### 参考文献

- 河内武他；梁型配筋を施したフラットプレート構造架構の構造特性，建築学会大会（1997），pp.715-718.
- 金亨基他；フラットプレート構造の柱・スラブ接合部のねじりモーメントの評価，建築学会大会，（1996），pp.129-130.

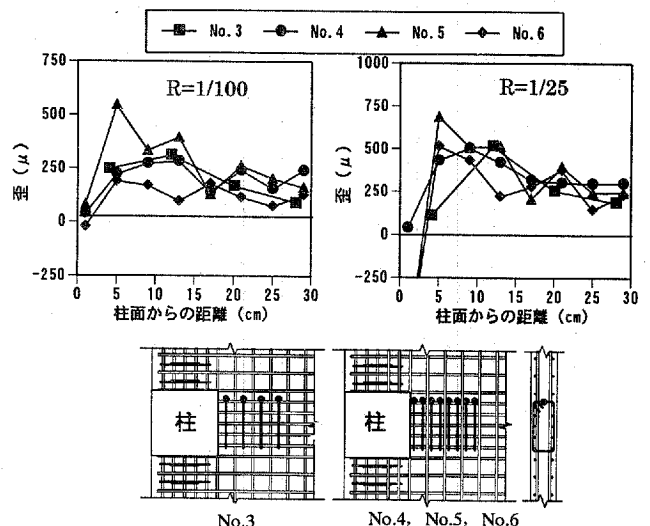


Fig. 3 Strain of Stirrups