

首都高速道路公団 正会員 荒神 敏郎

同 上 正会員 亀ヶ谷 勲

同 上 正会員 寺島 善宏

## 1. はじめに

都市内における基礎構造物は、地下埋設物や近接構造物等の制約を受け、フーチング形状を短辺と長辺との比が大きな梁状とし、短辺方向のアンカーフレームとフーチング縁端との距離が両側小さくなり、十分なせん断抵抗力が確保できないことがある。片側の縁端距離が小さい場合についてはこれまでも各種の研究が行われているが、本研究で対象とするような両側の縁端距離が小さい場合については、設計方法が確立されているとはいいがたい。本研究は、模型載荷実験によってアンカー部のコンクリートの破壊機構と両側の縁端距離が小さい場合の補強方法について考察したものである。

## 2. 実験内容

実験に先立ち、両側縁端距離が小さい梁状フーチングの応力解析を平面FEMによって行い、この結果から得られた引張及びせん断応力から所要鉄筋量を求め、フーチング天端の断面力を用いて求めた鉄筋量とを比較した結果、下側のアンカーフレームの周辺において引張力が卓越し、フーチング天端の断面力を用いて求めた鉄筋量よりも60% 多く必要であることがわかった。実験は実物の1/5 の相似モデルによる載荷実験を行った。表-1 及び図-1 に実験供試体の概要を示す。載荷はフーチング中央の反力柱に取り付けた油圧ジャッキによってフーチング上面から2m 上方に水平力を片振りサイクル載荷した。本実験は、コンクリートの破壊状態確認を目的としているため、アンカープレート、アンカーボルト等の鋼材は実物で使用されているものと関係なく強度をあげている。また、補強鉄筋及び基礎型式の違いによる影響を明確に把握するために、アンカーフレームの縁端距離、寸法及び設置位置は一定とした。

## 3. 実験結果及び考察

4 供試体ともにほぼ同様なひび割れ性状を示し、いずれもアンカーフレーム引抜きによるせん断破壊をしたものと考えられる。図-2 にひび割れ性状模式図の一例を示す。また、せん断による初期斜めひび割れ発生荷重は鉛直補強鉄筋量にかかわらずいずれの供試体も荷重40tf 程度である。仮定せん断断面内に配置した鉛直補強鉄のアンカーフレームの引抜き耐力に対する補強効果は、表-1 に示すように鉄筋量が多いほど最大耐力が増大している。応力分布で

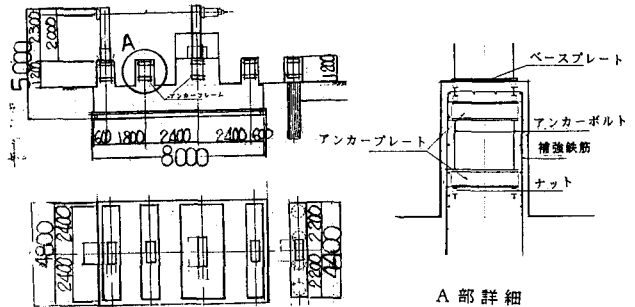


図-1 実験供試体の概要

表-1 実験ケースと実験結果

| 供試体名 | 基礎型式         | 仮定せん断断面内<br>補強鉄筋量     | 目視による<br>初期ひび割れ<br>発生荷重 (tf) | 載荷最大<br>荷重 (tf) |
|------|--------------|-----------------------|------------------------------|-----------------|
| A    | 模型杭          | D 10×11本<br>= 7.84cf  | 42                           | 50.5<br>(0.61)  |
| B    | コンクリート<br>床版 | D 10×11本<br>= 7.84cf  | 45                           | 84.1<br>(0.78)  |
| C    | コンクリート<br>床版 | D 18×9本<br>= 17.87cf  | 44                           | 77.2<br>(0.93)  |
| D    | コンクリート<br>床版 | D 18×11本<br>= 31.52cf | 38                           | 82.7<br>(1.0)   |

注) ( ) は供試体Dに対する比率を示す。

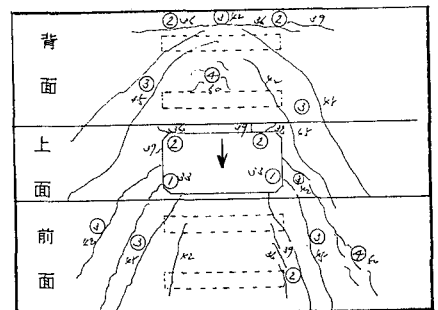


図-2 模型杭供試体ひび割れ図の一例

は、図-3に示すように模型杭供試体では杭設置直上の鉄筋応力が荷重50tfで降伏点強度を越えており、簡略基礎供試体と比較して応力集中が認められる。またアンカーフレーム中央部に近い部分ほど応力が大きく耐力増加に寄与していることがうかがえるが、仮定せん断面外の鉛直鉄筋応力は模型試体では1,500 kgf/cm<sup>2</sup>と小さく最大耐力にさほど寄与していないものと考えられる。フーチングコンクリート表面及び内部応力と荷重との関係は図-4にみられるように4供試体ともに荷重が40tfを越えた段階で顕著に変化が生じた。模型杭供試体は他の供試体に比べ、荷重40tfを越えた以降の荷重増加分に対する応力増加が大きく、比較的小さな荷重増加でひび割れが急激に進展したものと考えられる。脚柱頭部の水平変位挙動は図-5に示すように模型杭供試体を除き、荷重が40tf程度までは3供試体がほぼ一致しており、40tfを越えると各々補強鉄筋に応じて異なる傾向が見られる。なお、最大荷重から残留耐力に至る過程も3供試体は比較的一致している。一方、模型杭供試体は、杭の変位も含まれているために明瞭ではないが、他の供試体と同様に荷重40tf時が荷重変位曲線の変曲点であることがうかがえる。これらのことから、いずれの供試体も荷重が40tf程度までは補強鉄筋量によらずコンクリートが十分抵抗しているものと思われる。アンカーボルトの引抜き軸力については、計測結果が当初の予測値（杭方式による計算値）とかなりの相違があったために、最大荷重時の鉛直鉄筋応力分布から鉄筋が負担している抵抗荷重を求め、その総和と杭方式の計算値とを比較した。結果は表-2に示すように模型杭供試体を除く3供試体はほぼ計算値と一致していることが確認された。模型杭供試体に差異が見られるのは、杭の定着鉄筋が関与しているためと思われる。以上のような実験結果から、アンカーフレーム引抜き最大力はコンクリートと鉄筋の累加強度式で示せるものと考え、アンカーボルトの引抜き軸力を杭方式による計算値を採用し、載荷荷重40tfまではコンクリート抵抗分、それ以上を鉄筋抵抗分として有効鉄筋量を算出して最大耐力推定式を導いた結果を表-3及び図-6に示す。

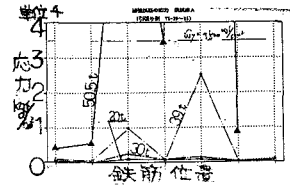


図-3 補強鉄筋応力の一例

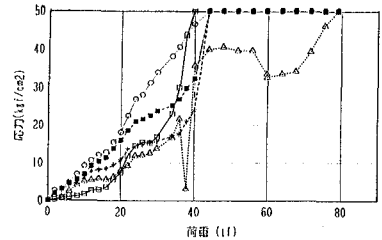


図-4 コンクリート応力の一例

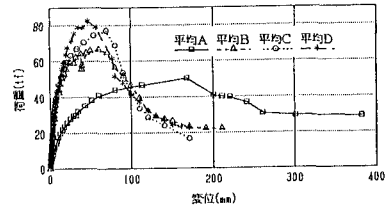


図-5 荷重～柱天端変位

表-3 有効鉄筋量の算出表

| 供試体 | ①アンカーボルト<br>単位<br>(tf) | ②コンクリート<br>抵抗分<br>(tf) | 鉄筋抵抗分 (tf)       |                  |
|-----|------------------------|------------------------|------------------|------------------|
|     |                        |                        | ③規定せん断面内<br>(tf) | ④規定せん断面外<br>(tf) |
| A   | 172.2                  | 136.4                  | 25.8             | 27.5             |
| B   | 218.5                  | 136.4                  | 82.1             | 27.5             |
| C   | 263.1                  | 136.4                  | 126.7            | 59.0             |
| D   | 281.9                  | 136.4                  | 145.5            | 114.7            |

$$\begin{aligned}
 \text{注1)} & \text{③} = \text{①} - \text{②} \\
 \text{注2)} & \text{④} = \frac{4.0 \times 0.2 \times 0.2 \times 7.5}{1.613} \\
 & = 136.4 \text{ tf} \\
 & (\because H = 40 \text{ tf}) \\
 \text{注3)} & D32の鉄筋降伏強度 \\
 & \sigma_s = 3680 \text{ kgf/cm}^2
 \end{aligned}$$

| 規定せん断面外における抵抗力に<br>寄与している鉄筋量<br>(cm <sup>2</sup> ) |
|----------------------------------------------------|
| A 2.26 $(= \frac{2.26 \times 10^4}{3680})$         |
| B 14.84 $(= \frac{14.84 \times 10^4}{3680})$       |
| C 15.68 $(= \frac{15.68 \times 10^4}{3680})$       |
| D 8.37 $(= \frac{8.37 \times 10^4}{3680})$         |
| 10.29 (A~Dの平均)                                     |

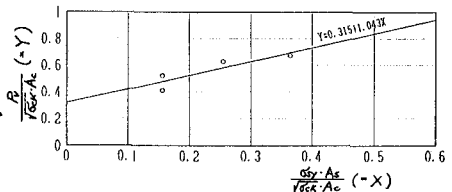


図-6 最大耐力推定式

#### 4. まとめ

本実験によって両側縁端距離の小さいフーチングの破壊機構、鉛直補強鉄筋量の違いによる補強効果及び最大耐力の推定式等についてある程度あきらかにすることができた。しかし、鉛直補強鉄筋量と同じで基礎型式の異なる供試体の引抜きせん断耐力に差が生じた原因が十分把握できなかったことなど、今後の検討課題として残されている。最後に本研究において、終始ご指導下さった横浜国立大学池田尚治教授に心より謝意を表します。また、本実験の遂行にあたりご尽力いただいた（株）建設技術研究所の山登武志氏、吉田 靖氏、松尾隆志氏に深謝の意を表します。なお、本研究は吉田研究奨励金による研究に一環であることを付記する。