

九州産業大学 正員 山崎 竹博

1. まえがき

プレキャストコンクリートを接合する場合、接合面の剛性を確保し応力伝達状態を円滑にするため、接合面に接着剤やモルタルおよびコンクリートを間詰めする方法が行なわれている。プレキャストコンクリートの使用に際しては、工期の短縮化、現場作業の単純化などの長所に期待するところが大きく、これら条件をより満足させ得る一方法として、コンクリートの接着までも省略し、鋼線の緊張のみによってコンクリートを一体化させる工法が考えられる。この種の部材の性状に関しては、既に報告がなされており、接合面の曲げ剛性は曲げ応力がプレストレス以下であれば単体構造と大差のないこと、たわみ量は接合部に仮想のはねを考えることによって近似的に算定できることなどが示されている⁽¹⁾⁽³⁾。ここでは、これらの考え方に従い、工期の短縮が要求される中小の構造物を対象とし、仮想はね定数の変化および接合部のせん断すれについて実験および考察を行なった。

2. 基礎理論

コンクリートを接着せず、プレストレスのみで接合したアンボンドはりの曲げ性状が、先行び割れを有するPCはりなどのそれと異なる点は、接合面の整合やなじみなどによる非弾性的性質にあるといえる。それらの曲げ性状は弾性式に図-1に示されるはね定数 K なる仮想はねの回転変形を付加することによって近似されることが考えられる。

はね定数 k および回転角 θ は、はりの実測たわみ値から算定されるが、測定値にはばつきが大きいので、本実験では図-2に示すように、鉄筋に貼付したワイヤーストレインゲージの測定値から式-2を用いて算定を行なった。

すなわち、エネルギー法を用いた変形の適合条件、式-1、を K について解くと式-2が得られる。

$$\int \frac{M}{EI} \frac{\partial M}{\partial T} dx + \int \frac{N}{EA} \frac{\partial N}{\partial T} dx + \frac{M_j}{K} \frac{\partial M_j}{\partial T} + \frac{T l_s}{E_s A_s} = 0 \quad \text{-----(1)}$$

$$K = \frac{\frac{e l}{4} - e^2 T + \left\{ \left(\frac{l}{2} + a \right) \frac{e l}{2} - \left(\frac{l}{2} + a \right)^2 \frac{e}{2} \right\} w}{\frac{e l^3}{8 EI} P + \left\{ \frac{2 e^2}{EI} \left(\frac{l}{2} + a \right) + \frac{2}{EA} \left(\frac{l}{2} + a \right) + \frac{l + 2a}{E_s A_s} \right\} T + \frac{w}{EI} \left\{ \frac{e}{3} \left(\frac{l}{2} + a \right)^3 - \frac{e l^2}{4} \left(\frac{l}{2} + a \right) \right\}} \quad \text{-----(2)}$$

N : 軸力, M : モーメント, M_j : 接合部モーメント, e : 偏心距離, w : 自重, a : はり出し部長さ

K が与えられれば、 θ は M_j/K で与えられ、たわみ量は式-3で計算される。

$$y = -\frac{1}{EI} \left\{ \frac{w}{24} x^4 + \frac{w l}{12} x^3 + \frac{P}{12} x^2 - \frac{e T}{2} x^2 \left(\frac{w l^3}{24} + \frac{P l^2}{16} + EI \theta - \frac{e l}{2} T \right) \right\} \quad \text{-----(3)}$$

実用計算に、これらの式を用いることは繁雑であるので、実用式には、面のなじみによる係数を α_1 、整合などによる係数を α_2 として、 θ および K が式-4、5から算定できることが望ましい。

$$\theta = T l_s (\alpha_1 + \alpha_2) / E_s A_s Z \quad \text{-----(4)} \quad Z: \text{鉄筋偶力アーム長}$$

$$M_j = T \cdot Z \quad \therefore \theta = M_j l_s (\alpha_1 + \alpha_2) / E_s A_s Z^2$$

いま、 $M_j = K \theta$ なる関係から、 K は式-5のようになる。

$$K = E_s A_s Z^2 / l_s (\alpha_1 + \alpha_2) \quad \text{-----(5)}$$

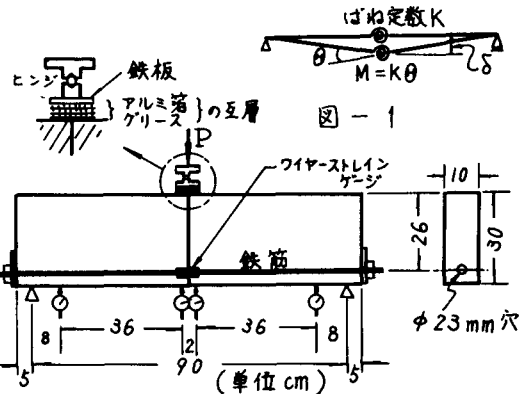


図-2 アンボンドはり試験体

ただし、 T : 鉄筋力, E, E_s, A, A_s ; コンクリートおよび鉄筋の弾性係数および断面積, P : 荷重, l : 部材長

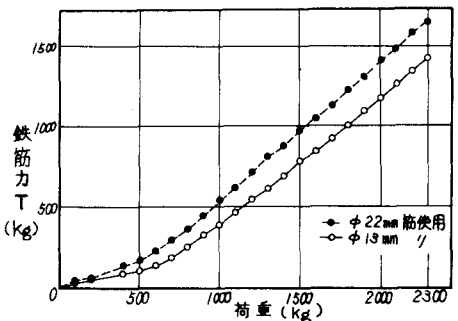


図-3 実測荷重-鉄筋力の関係

3. 実験概要

はり供試体は図-2に示すように、プレキャストブロック2個を、両端にわじを設けた $\phi 13\text{mm}$ 、 $\phi 19\text{mm}$ 、 $\phi 22\text{mm}$ 丸鋼を用いて、600kgの圧縮力で接合したものである。使用コンクリートの弾性係数は打設時にサンプリングした $\phi 10 \times 20\text{cm}$ 円柱供試体と、はり供試体から切り取った $10 \times 10 \times 20\text{cm}$ 角柱供試体の圧縮試験から算定した。はりのたわみには $1/100\text{mm}$ タイヤルゲージ、鉄筋ひずみ測定には長さ5mmのワイヤーストレインゲージを用いた。

4. 実験結果および考察

使用コンクリートの圧縮強度は 361kg/cm^2 、引張強度は 34kg/cm^2 、弾性係数は $3.8 \times 10^5\text{kg/cm}^2$ であった。使用鉄筋の弾性係数は、試験を行なう都度測定した結果、約 $2.1 \times 10^6\text{kg/cm}^2$ であった。

図-3に、はりの曲げ試験によって得られた荷重-鉄筋力の関係の一例を示す。その結果から、荷重が増加するにつれ、両者の関係が直線的になっていることがわかる。ここで、下縁コンクリートの開口荷重は420kgである。同結果を用いて算定したK値を図-4に示す。本供試体の接合は、パーシャルプレストレスングであるため、K値は初期に小さく、全断面圧縮状態～下縁開口状態で最大となり、その後、使用鉄筋比によってそれぞれ一定値へ収束してゆく傾向を示している。上縁が閉じなまでのK値は、面の不整合などによる影響を受け不安定であり、この傾向は図-6に示す実測たわみ値にも見られる。同図で下縁開口後のたわみ性状は実験値を近似している。次に、実測鉄筋力と荷重関係から鉄筋の偶力アーム長 z を算定すると図-5のようになり、最終的にはほぼ d の値に近くなる。式-5に用いた $\alpha_1 + \alpha_2$ の値は、プレストレス量や断面の形状によっても変化すると考えられるが、本結果では $z = 25\text{cm}$ を用いて式-5から求めたK値と、図-4の値とを比較することにより $\alpha_1 + \alpha_2 = 2.3 \sim 3.0$ の値を得た。

5. むすび

本実験では、アンボンドはりを用いて接合面の変形状態を調べたが、実用構造では、鉄筋とコンクリートはクラウト等によって付着している。このため、式-6を用いには鉄筋長さ l_s に有効鉄筋長 l_{se} なる値を用いる必要があり、これらについて今後実験を行なってゆく考えである。接合部の変形状態は、プレストレスの大きさによって変化し、パーシャルプレストレスングでは特に初期の変形が大きく、はらつきも大きい。ため接合部にはフルプレストレスングが必要である。

最後に、本実験を行なうに当たり、御助言ならびに御助力頂いた九州産業大学宮川邦彦助教授に深謝致します。

参考文献

- 1) 田辺忠顕; コンクリート合成部材におけるプレキャスト部材の利用に関する基礎研究, 土木学会論文集第206号, 1972.10
- 2) 後藤祐司, 長滝重義; コンクリート部材のせん断耐力に関する基礎的研究, 土木学会論文集第254号, 1976.10
- 3) 小林和夫; モルタル目地を用いたPC接合桁の破壊耐力と変形に関する考察, 土木学会論文集第259号, 1977.3

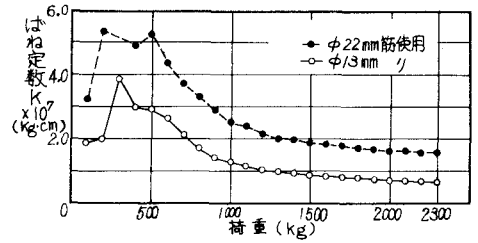


図-4 はり定数計算値

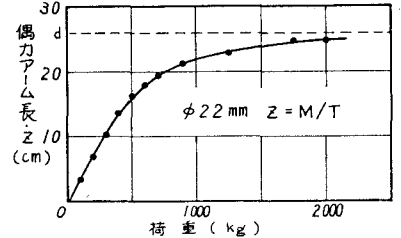


図-5 偶力アーム長の変化

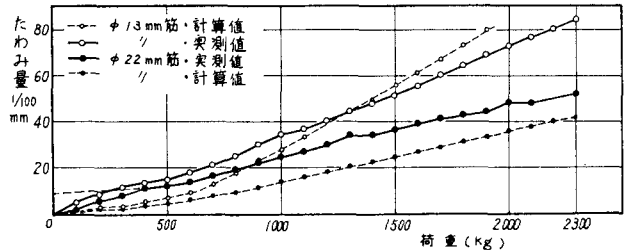


図-6 はりの荷重-たわみ関係

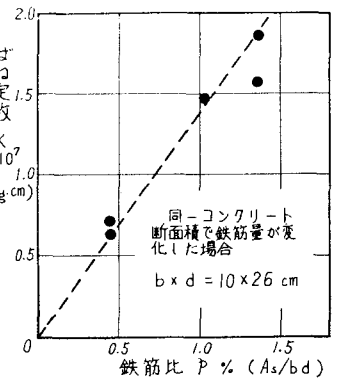


図-7 最終K値と鉄筋比