

国鉄鉄道技術研究所 ○正員 宮本征夫

国鉄新幹線建設局 正員 島居興彦

1 まえがき

ポストテンション方式のPC部材において、グラウトの施工を行なわないアンボンドPC工法は、施工能率の向上のために、PC橋梁の横締め、鉛直締め等へ応用することが可能であると考えられる。また、国鉄の全国新幹線網において全面的に採用が予定されている軌道スラブ（これは現在すべてRC構造である）のPC化をはかる場合の有効な一手法であると考えられる。一般にポストテンション方式のPC部材において、PC鋼材とコンクリートとの間に付着力が作用しない場合には、完全な付着力が作用する場合に比し、破壊強度が低下すると言われている。この破壊強度低下の一要因として、PC鋼材とコンクリートとの付着が十分でないために、コンクリートのひずみがPC鋼材のひずみに等しくないことが考えられる。そこで、PC鋼材とコンクリートとの一体性を、ボンド係数を仮定することにより変化させて、けたの破壊曲げモーメントの数値計算を行なった。

2 破壊曲げモーメントの計算*

はじめに、次の仮定を行なう。1) けたは断面内の中立軸と圧縮縁の間だけ塑性化され、他の区間は弾性範囲にある。2) 平面保持は成立する。3) 圧縮縁破壊ひずみは既知である。

これらの仮定により、けた破壊時の応力およびひずみ分布は図-1の通りである。ここで、 σ_{cu} はコンクリートの破壊圧縮強度、 σ_{su} は、けた破壊時のPC鋼材の応力、 ϵ_{cu} はコンクリートの破壊圧縮ひずみを表わし、また、 $r = A_p / b d_1$ である。 A_p はPC鋼材断面面積である。

このとき、けたの破壊曲げモーメントは、

$$M_u = T(d_1 - r n d_1) \quad (1) \quad \text{断面} \quad \text{ひずみ} \quad \text{応力}$$

図-1において、 $C = T$ が成立するから

$$n = \frac{r \sigma_{su}}{\alpha \sigma_{cu}} \quad (2)$$

$r = A_p / b d_1$ および式(2)を式(1)へ代入して整理すると、

$$M' = g_u (1 - \beta g_u) \quad (3) \quad \left. \begin{aligned} \text{ここで、} \quad M' &= \frac{M_u}{b d_1^2 \sigma_{cu}} \quad , \quad g_u = \frac{r \sigma_{su}}{\sigma_{cu}} \quad , \quad \beta = \frac{r}{\alpha} \end{aligned} \right\}$$

けた破壊時のPC鋼材の応力は、PC鋼材の有効フォレストレス σ_{se} と破壊荷重によるPC鋼材応力 σ_{sa} との和で表わされる。対応するひずみをそれぞれ ϵ_{se} 、 ϵ_{sa} とする。仮定2)を用いると

$\epsilon_c = \frac{1-n}{n} \epsilon_{cu}$ が成り立つので、荷重によるPC鋼材のひずみは、 $\epsilon_{sa} = f \cdot \frac{1-n}{n} \epsilon_{cu}$ (4)で表わされる。ここで、 f はボンド係数であり、付着ありの場合 $f=1.0$ 、その他の場合には、付着の程度に応じて、0～1.0の範囲で変化する値である。したがって、けた破壊時のPC鋼材のひずみは、

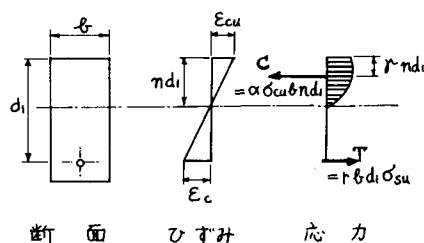


図-1

$$\varepsilon_{su} = \varepsilon_{se} + f \cdot \frac{1-\eta}{\eta} \varepsilon_{cu} \quad (5)$$

と表わされる。式(2)、(5)とPC鋼材の応力ひずみ曲線とから繰り返し計算を行なうことにより、 M' けた破壊時のPC鋼材の応力が決定され、その値を式(3)に代入することにより破壊曲げモーメントが求まる。

3. 数値計算例

数値計算例として、長方形断面 ($A_c = 760 \text{ cm}^2$) とし、PC鋼材として、1中32 または 2中23 PC鋼棒を持つものを考慮した。 $\varepsilon_{cu} = 0.003$, $\alpha = 1$, $\gamma = 0.5$, $\beta = 0.5$ と仮定し、さらに実験結果と比較するために、プレストレスの損失量を10%と仮定した。図-2は、破壊曲げモーメントの無次元量 M_u と導入緊張力 (f は導入緊張力とPC鋼材引張強度の比) との関係を示したものである。これによるとけたの破壊強度は、初期緊張力にほぼ比例して大きくなっている。ポンド係数 f が0.6以上では、 M_u は同じ f の値について10%程度の差しか見られないうが、 f が0.4以下になると M_u は極端に低下する。これを静的曲げ破壊試験結果と比較すると、全く付着のないけたで、 $f \approx 0.4$ 、PC鋼棒にアスファルトまたはエポキシ樹脂を塗布したけたで $f \approx 0.6$ に相当する。図-3は M_u と l/d_i (l はスパン) の関係を f をパラメータにして示したものである。この場合にも、 $f = 0.6 \sim 1.0$ では M_u の値に顕著な差は現われていないことがわかる。図-2、図-3から、付着ありのけた(シースありグラウトあり)の f は1に近い値を示している。図-4は式(3)を、 β をパラメータにして、実験値と合せて示したものである。ポンド係数 f の大小はPC鋼材応力 σ_{su} を通じて β_u に反映する。実験結果は $\beta = 0.3 \sim 0.5$ に近い値を示している。

参考文献 * F.N. Pannel, "The ultimate moment of resistance of unbonded prestressed concrete beams", Magazine of Concrete Research, Vol. 21, No. 66, 1969.3.

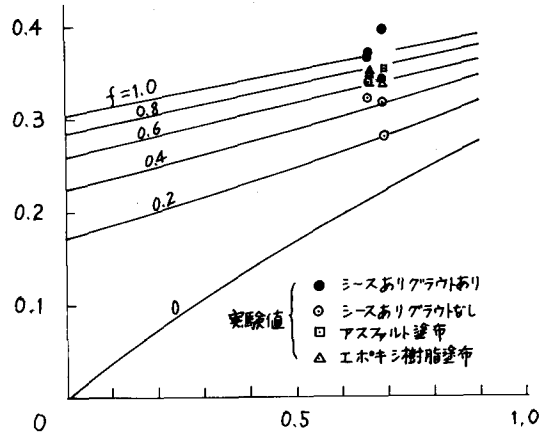


図-2

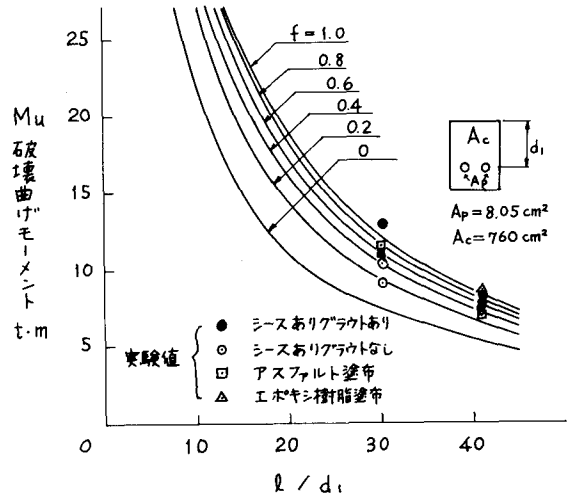


図-3

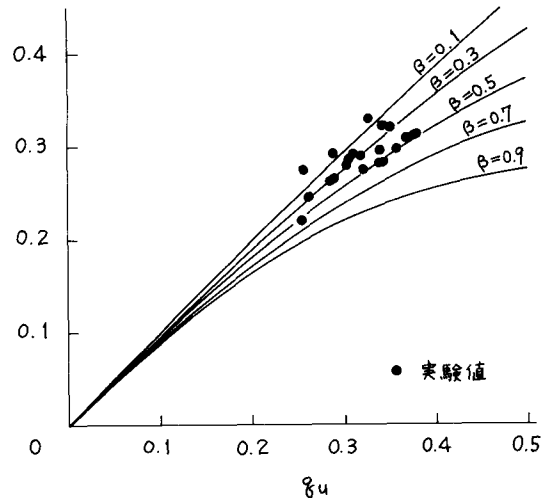


図-4