

V-54

動的荷重を受けるPC斜張橋の終局強度

秋田大学 正員 川上 洵
秋田大学 学生員 ○ 中狭 靖
秋田大学 学生員 堀 雄一

1. まえがき

本研究は、時刻歴応答解析法を用い動的荷重を受けるPC斜張橋の応答断面力を計算し、得られた応答断面力を用いて、任意形PC主桁断面における終局強度、さらに、終局強度の安全性を検討したものである。

2. 時刻歴応答解析法¹⁾

時刻歴応答解析法は、地盤の刻々の地動を入力値として与え、構造物の刻々の変位や各部材の断面力を求める解析方法である。構造物を構成している部材を多くの質点に置き換えることで、構造物をモデル化する。従って、構造物の各質点は、刻々の地動によって、それぞれ刻々変化する慣性力を持ちながら振動していることになる。この場合の慣性力は、質量に真の応答絶対加速度を乗じることで求めることができる。真の応答絶対加速度は、Duhamel積分により計算された応答絶対加速度に固有ベクトルを乗ずることで計算される。このようにして求めた慣性力を構造物に働く荷重と考え、影響線の縦距に乗ずることで、地震外力による変位及び断面力の応答値が計算される。

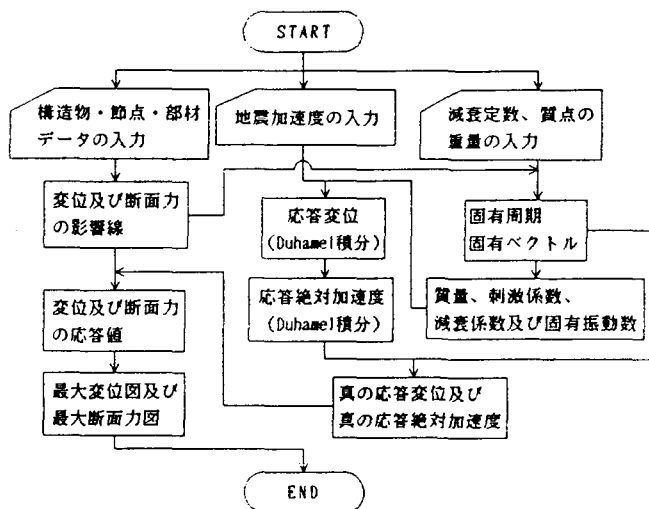


図-1 フローチャート

影響線の縦距に乗ずることで、地震外力による変位及び断面力の応答値が計算される。図-1は、時刻歴応答の電算プログラムのフローチャートである。

3. 2軸偏心荷重を受ける任意形断面を有するPC部材の終局強度²⁾

2軸偏心荷重を受けた任意形断面を有するPC部材の終局強度の解析に対する仮定は、①平面保持が成り立つ、②コンクリートの引張抵抗は、無視する、③破壊は、圧縮縁コンクリートの最大ひずみが終局ひずみ ϵ_0^* に達したときとする、④応力-ひずみ関係は、コンクリートに対し2次放物線と台形、鉄筋に対し完全弾塑性体、PC鋼材に対しPC鋼線、PC鋼より線及びPC鋼棒1号に対してトライリニアとする。終局状態での2軸偏心荷重を受ける任意形PC部材断面とひずみ及び各材料の応力分布を図-2に示す。x軸をa、y軸をbで切る1点鎖線を終局状態における中立軸直線式

$$\frac{x}{a} + \frac{y}{b} = 1$$

とする。コンクリート、鉄筋及びPC鋼材の応力度は、以下ようになる。

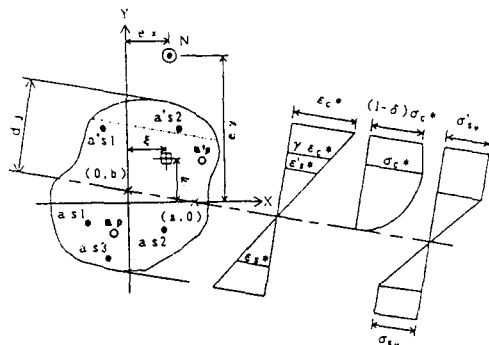


図-2 2軸偏心荷重を受ける任意形PC部材断面とひずみ及び各材料の応力分布(終局状態)

コンクリート；

鉄筋；

$$\frac{\sigma_{cy}}{\sigma_{c*}} = \begin{cases} -\frac{1}{\gamma^2} Z^2 + \frac{2}{\gamma} Z & (0 \leq Z \leq \gamma) \\ -\frac{\delta}{1-\gamma} Z + \left(1 + \frac{\delta \gamma}{1-\gamma}\right) & (\gamma \leq Z \leq 1) \end{cases}$$

$$\sigma_s = \begin{cases} E_s \varepsilon_s & (0 \leq \varepsilon_s \leq \varepsilon_{s*}) \\ \sigma_{sy} & (\varepsilon_s > \varepsilon_{s*}) \end{cases}$$

PC鋼材；

$$\sigma_{pi} = \begin{cases} E_p \varepsilon_p & (0 \leq \varepsilon_p \leq \varepsilon_{p1*}) \\ C_1 \sigma_{pu} (\varepsilon_p - \varepsilon_{p1*}) + 0.84 \sigma_{pu} & (\varepsilon_{p1*} < \varepsilon_p \leq 0.015) \\ 0.93 \sigma_{pu} & (\varepsilon_p > 0.015) \end{cases} \quad C_1 = \frac{0.93 - 0.84}{0.015 - \varepsilon_{p1*}}$$

軸力及び2軸曲げに関する平衡条件式は、 $N = C_o + C_s - C_p - T_s - T_p$ 、 $M_x = N e_y$ 及び $M_y = N e_x$ となり、これらの平衡条件式を満足する中立軸直線式の係数 a 、 b を求めることで終局強度が計算される。

4. 数値計算例

図-3に示されるPC斜張橋が、El Centro地震波（最大地動加速度 $\ddot{z}_{max} = 313\text{gal}$ ）を受け、鉛直振動した時の4及び11節点における終局強度を計算し、さらに終局強度の安全性を検討した。

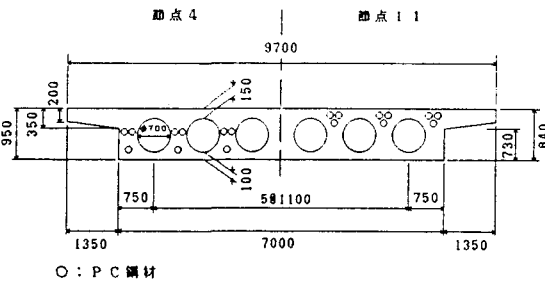
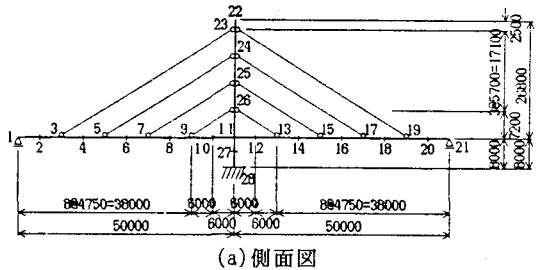


図-3 PC斜張橋

表-1 終局強度及び安全率

	節点4	節点11
① 死荷重による曲げモーメント M_o (tfm)	161.1	-555.7
② プレストレスによる曲げモーメント M_p (tfm)	-252.9	639.4
③ 最大曲げモーメント M_{oy} (tfm)	± 543.2	± 667.3
①+②+③ $M_u = M_o + M_p + M_{oy}$ (tfm)	-635.0	751.3
④ 死荷重による軸力 N_o (tf)	242.7	944.3
⑤ プレストレスによる軸力 N_p (tf)	1902.8	1518.4
⑥ 最大軸力 N_{oy} (tf)	± 31.9	± 21.6
④+⑤+⑥ $N_u = N_o + N_p + N_{oy}$ (tf)	2177.4	2484.3
$e = M_u / N_u$ (m)	-0.249	0.302
破壊強度	M_u (tfm)	1820.6
	N_u (tf)	7311.5
安全率	$M_u / 1.3 M_u$	2.205
	$N_u / 1.3 N_u$	2.583

5. むすび

本研究で示した解析方法によって、動的荷重を受けたPC斜張橋の応答断面力を用いることで、各部材における終局強度の安全性を検討することが可能である。

最後に、本研究を行うにあたり、ご指導して下さいました岩手大学 宮本 裕教授に深く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 渡辺 昇・宮本 裕：時刻歴地震応答解析法、技報堂（1985）
- 2) M.Kawakami, et al. : "Limit States of Cracking and Ultimate Strength of Arbitrary Concrete Sections Under Biaxial Loading," ACI JOURNAL, Vol.82, No.2, 1985, pp.203-212.