

宮崎大学工学部 学生員 ○金沢 学

正 員 太田 俊昭

PSコンクリートK.K 正 員 藤元 守宏

1. まえがき

本研究は、鉄筋コンクリート桁のせん断破壊に関する理論考察を行なったもので、文献(1)の方法を拡張応用し、電子計算機を用いてコンクリート部の斜引張キレツの発生を追跡すると共に、破壊に至るまでの不連続的な曲げ剛性の低減と塑性挙動の推移を明らかにしたものである。

2. 基礎理論

著者らは先に文献(1)において、曲げを受ける鉄筋コンクリート桁のキレツおよび塑性域を考慮した曲率算定公式を誘導したので、本研究でも同式をそのまま補正エネルギー法⁽²⁾を応用して、鉄筋コンクリート桁の弾塑性解析を行なった。ただしここではひずみ分布の取扱いにに関して、以下に述べる改良を加えている。すなわち荷重の増加によって鉄筋コンクリート桁に曲げキレツが発生増大すれば、桁自身は漸次図-1のような櫛状に移行するため、櫛の歯部では平面保持の仮定が成立しなくなる。換言すれば、櫛の歯部は鉄(2)筋張力差 ΔT を受けて曲げ変形を生じるゆえ、この部分のひずみ分布は、その曲げたわみの影響が付加されることになる。例えば第 i 番目の歯の下部鉄筋の位置における値は、

$$\frac{d'_i}{\Delta X} = \left(\frac{\Delta T_i S_i^3}{3 E_c I_i} \right) / \Delta X - \left(\frac{\Delta T_{i-1} S_{i-1}^3}{3 E_c I_{i-1}} \right) / \Delta X \quad \dots \dots (1)$$

となる。ここで、 S_i は有効キレツ長(鉄筋からのキレツの深さ)、 $\Delta T_i = T_{iu} - T_{il}$ で T_{il} は i 点の鉄筋張力、 E_c はコンクリートのヤング係数、 I_i は第 i 番目の櫛の歯部の二次モーメントである。

この場合、当然固定端部には引張応力が発生するので、ある限界荷重によって固定端部に曲げキレツが入り、最終的には片持ちばりとしての機能を喪失し【この判定条件は、 $\sigma_c = M u_L / I_c = 6 \cdot \Delta T_i S_i / (b \cdot \Delta X^2) \leq 0.15 \sigma_c$

となる。ただし σ_c はコンクリートの破壊強度】、桁構造は最終的に

図-2に示すような、タイドアーチ構造となって破壊される⁽³⁾ことが知られている。本研究は一応この様な鉄筋コンクリート桁の歯の剝離現象をもって鉄筋コンクリート桁のせん断破壊⁽⁴⁾とし、上述の非線型特性ならびにいわゆるせん断アーチ a/d との関連性などの説明を行なった。解析結果を以下に示す。

3. 解析例

図-3に示す様な鉄筋コンクリート桁について漸増荷重下の変形および応力解析を行なった。その断面寸法諸量としては、

桁幅 $b=15\text{cm}$ 、桁高 $h=30\text{cm}$ 、桁有効高さ $d=27\text{cm}$ 、コンクリート破壊強度 $\sigma_c=250\text{kg/cm}^2$ 、引張強さ

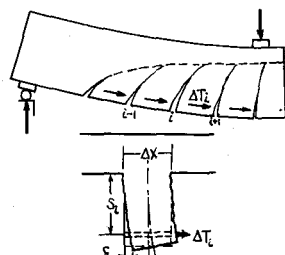


図-1 櫛歯とその水平変位

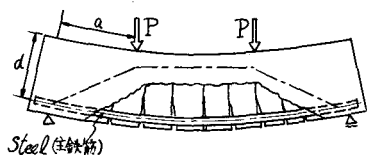


図-2 タイドアーチ構造

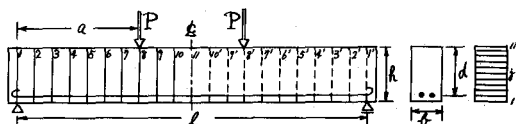


図-3

$\sigma_t = 0.15 \sigma_0$, コンクリートヤング係数 $E_c = 2.7 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$, 鉄筋比 $P = 1.88\%$, 鉄筋ヤング係数 $E_s = 2.1 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$, を用いた。図-4, 図-5 および 図-6 にそれぞれ解析結果の一部を示した。すなわち 図-4 は漸増荷重に対する応力-ひずみ分布図であり、また 図-5 はキレツの進行状態を示し、図-6 はせん断アーチと櫛歯の破壊との関連性を図示したものである。ただし $\bar{P} = P/P_K$ で P_K は鉄筋コンクリート桁のキレツ発生時の荷重である。又 M_{CR} と M_{FL} はそれぞれ櫛歯破壊時のモーメントと曲げ破壊モーメントである。

(i) $a/d = 2.8$ ($i = 5, \Delta X = 15 \text{ cm}$)

(ii) $a/d = 3.9$ ($i = 7, \Delta X = 15 \text{ cm}$)

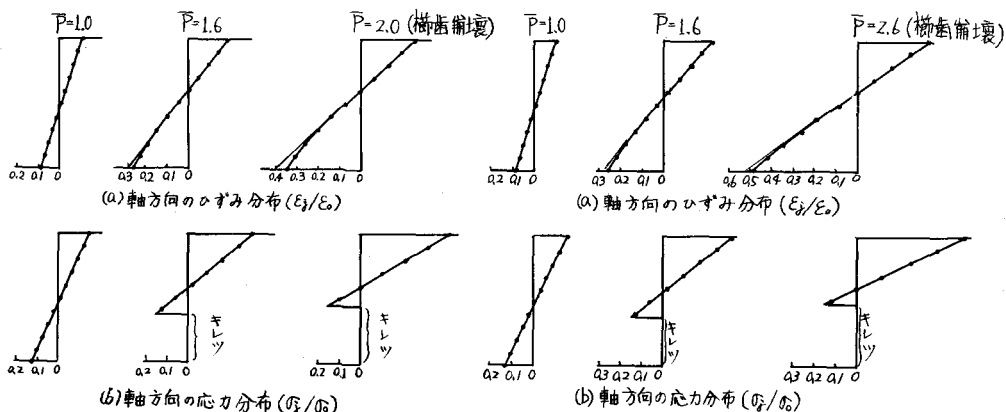


図-4 応力-ひずみ分布

(i) $a/d = 2.8$

(ii) $a/d = 3.9$

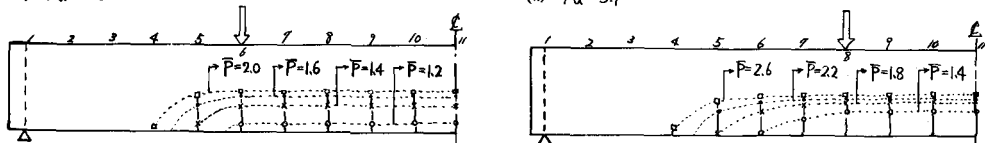


図-5 キレツの進行状態

4. 考察

本研究の結果明らかになった諸点は、

まず第一に、櫛歯のたわみの影響は M_{CR}/M_{FL} を低減する要因となり
本例では $a/d = 2.5$ 前後でその影響が最も大きくなること。

また第二に、 $a/d \geq 2.5$ で本理論結果と Kani の実験結果⁽³⁾ とよく一
致し、櫛歯の破壊とせん断破壊の基準としてよいといえること。

さらに第三として、 $a/d \leq 2.5$ の理論結果と実験結果との差が大き

くなる(安全側ではあるが)理由は、 a/d が小さいと櫛歯の発生後、すぐに剥離現象を生じて曲げキ
レツの成長が押えられるために残存アーチの幅が大となり、結局タイドアーチとしての耐力が著しく
高められるものと考えられることが挙げられる。ただし第三については、今後の研究課題とする。

5. 参考文献

- (1) 大田俊昭・植木浩; 土木学会論文集, 昭和45年2月
- (2) 山崎俊也・大田俊昭; 橋梁構造工学研究論文集, 昭和44年12月
- (3) G. N. J. Kani; Jour. of the A.C.I., April 1964
- (4) Sidney A. Guralnick; Jour. of the S.D., Proc. of the A.S.C.E., January 1959

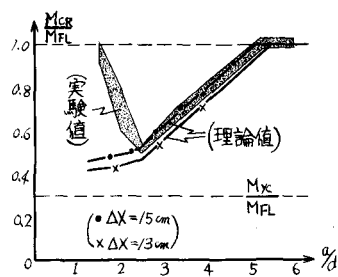


図-6