

連続合成桁橋の中間支点部の設計法に関する基礎的研究

大阪工業大学大学院 学生員 ○橋本果耶* 片山ストラテック(株) 正会員 坂本純男**
 片山ストラテック(株) 正会員 大山 理** ミュンヘン工科大学 Marcus Rutner*
 大阪工業大学工学部 正会員 栗田章光*

1. はじめに

近年のわが国において、公共事業全般に対する徹底したコスト縮減政策に応じて、建設頻度の高い中小規模橋梁を対象に、鋼・コンクリート連続合成桁橋の復権が叫ばれ、積極的な見直しおよび採用が図られつつある。

ここで、現在、プレストレスしない連続合成桁橋の中間支点領域の設計は、コンクリートの断面を無視する、つまり、橋軸方向鉄筋と鋼桁のみを抵抗断面として行われている。しかし、コンクリートが引張力を負担できるとするテンションスティフニングによる影響を考慮することにより、より経済的な設計(断面決定)を行うことが可能である。この理論は、ヨーロッパでは定着されているが、テンションスティフニングによる付着の程度を表す係数 β の設定、引張応力下におけるクリープの影響が考慮されていないなど、未解明な点が数多く含まれている。

そこで、筆者らは、上記の設計手法が、今後わが国でも採用される気運にあるため、表-1に示すような実験を行うことにより、連続合成桁橋の中間支点領域の挙動を把握し、最終的には、合理的な設計法を確立することを目的とし、種々の検討を行っている。本文では、その一連の研究の内、各鉄筋比におけるひび割れ間隔を把握するために行った基礎実験の概要および測定値と解析値との比較・検討結果を報告する。

表-1 実験項目

| |
|--------------------------------|
| ①基礎実験 |
| 各鉄筋比におけるひび割れ間隔の把握 |
| ②引張実験 |
| ひび割れ間隔内のコンクリートおよび鉄筋の 応力分布把握 |
| ③負曲げ実験 |
| 2径間モデル(桁長6m)→載荷実験 |
| ④引張クリープ測定実験 |
| (a) 鉄筋あり, (b) 鉄筋なし |

2. テンションスティフニング

テンションスティフニングとは、平均的な鉄筋ひずみが、鉄筋と鋼桁のみの断面で想定したひずみよりも、コンクリートが引張力を負担する分、小さくなる現象のことであり、実験的につぎのような式で表される¹⁾。

$$\varepsilon_{sm} = \varepsilon_{s_2} - \beta \frac{f_t}{E_r \cdot \rho_s} \quad (1)$$

ここで、 ε_{sm} は鉄筋の平均ひずみ、 ε_{s_2} はひび割れ箇所での鉄筋ひずみの最大値、 β は鉄筋とコンクリートの付着の程度を表す係数(一般的に $\beta=0.4$ ¹⁾が用いられている)、 f_t はコンクリートの引張強度、 E_r は鉄筋のヤング係数、そして ρ_s は鉄筋比である。

3. 実験の概要

本実験は、各鉄筋比におけるひび割れ間隔を把握するために、コンクリート中に鉄筋を埋め込んだ供試体を製作し、鉄筋のみに引張力を作用させた。供試体の種類を表-2に、実験状況を写真-1にそれぞれ示す。なお、実験に用いた供試体のコンクリート強度は、圧縮で 34.5N/mm^2 、引張で 2.9N/mm^2 であった。

Key word : 連続合成桁橋, ひび割れ, 鉄筋比, テンションスティフニング

* 〒535-8585 大阪市旭区大宮5丁目16番1号 TEL:(06)6954-4109, FAX:(06)6957-2131

** 〒551-0021 大阪市大正区南恩加島6丁目2番21号 TEL:(06)6552-1235, FAX:(06)6551-5648

表-2 各鉄筋比における供試体寸法（寸法単位：mm）

| | $\rho = 1.4\%$ | $\rho = 2.0\%$ | $\rho = 2.7\%$ |
|------|--------------------|--------------------|--------------------|
| 供試体長 | 250, 300, 350, 400 | 250, 300, 350, 400 | 200, 250, 300, 350 |

(縦：120mm，横：120mm は全供試体共通)

4. 測定値と解析値との比較・検討結果

まず，今回の解析に用いたひび割れ間隔の算定式を式(2)に示す．式(2)は，Fritz Leonhardt らの研究により得られた式である²⁾．

$$A_m = k_2 \cdot k_3 \cdot \frac{\phi}{\rho} + 1.5(\ddot{U} + \frac{e}{8}) \quad (2)$$

ここで，かぶり $C \leq 3\text{cm}$ の場合，換算かぶり $\ddot{U} = C$ ， $C \geq 3\text{cm}$ 場合， $\ddot{U} = \sqrt{C/3}$ である．さらに， ϕ は鉄筋径(mm)， ρ は鉄筋比， $k_2=0.40$ ， $k_3=0.25$ ， e は鉄筋の純間隔(mm)(今回は，桁実験の床版を想定して120mm)である．

つぎに，実験より得られた各鉄筋比におけるひび割れ発生の有無および間隔の測定値と解析値を表-3にまとめて示す．なお，ひび割れ間隔の測定値は，各鉄筋比における最小値を示している．



写真-1 実験状況

表-3 各鉄筋比におけるひび割れ間隔の解析値と測定値の比較

| 供試体寸法 \ 鉄筋比 | $\rho = 1.4\%$ | $\rho = 2.0\%$ | $\rho = 2.7\%$ |
|-------------|----------------|----------------|----------------|
| 200 | — | — | × |
| 250 | × | × | × |
| 300 | ○ | × | ○ |
| 350 | × | ○ | ○ |
| 400 | ○ | ○ | — |
| 測定値 (cm) | 14.02 | 13.32 | 11.98 |
| 解析値 (cm) | 14.71 | 13.72 | 12.78 |

(○：ひび割れ発生，×：ひび割れ発生せず)

表-3 より，鉄筋比の値が大きくなるほど，ひび割れ間隔は小さくなることがわかった．また，測定値と解析値は，比較的良く一致していると考えられる．

5. まとめ

各鉄筋比におけるひび割れ間隔を把握するために行った実験の結果，測定値と解析値は，比較的よく一致した．以上の結果に基づき，桁の負曲げ載荷実験を行う際に，安定ひび割れ状態を想定し，ひび割れ間隔内の鉄筋およびコンクリートのひずみ分布を把握するために設ける人工ひび割れ間隔を決定した．

謝辞：本実験を遂行するにあたり，多大なる御協力頂きました東 卓也君に感謝の意を表します．

【参考文献】

- 1) (著) K. Roik, G. Hanswille, (訳)伊藤鉦一，平城弘一：合成桁におけるひび割れ幅の制限，橋梁と基礎，pp.33～40，(株)建設図書，1993年2月
- 2) Fritz Leonhardt：Vorlesungen über Massivbau，pp.3～25.