

九州大学工学部 正員 ○ 大塚久哲
 PC建設業協会九州支部 正員 小深田信昭
 福岡北九州高速道路公社 正員 村山隆之

1. まえがき

複合応力下のコンクリート部材の設計に際しては、各応力間の相関関係を無視してそれぞれの応力に対して要求される鉄筋量を配置しているようである。このため曲線橋のような曲げとねじりが連成する構造の必要鉄筋量は急激に増加する。ところでPC曲線橋においては、各主桁の緊張材配置形状の工夫により設計荷重作用時と逆向きのねじりモーメントを生じさせることができれば、これにより設計荷重時のねじりモーメントを相殺して、必要鉄筋量の減少を図ることができるものと思われる。著者らは以上の観点から、PC単純中空床版曲線橋を例にとり試算を行ったところ、本題のモデル橋梁では軸方向鉄筋量と1/4断面より中央よりの断面における横方向鉄筋量とを減少させることが確かめられた(詳細は文献1参照)。そこで本モデル橋梁の1/5模型を2体製作し、緊張材の配置形状の差が緊張時の橋の挙動に及ぼす効果に関し実験を行ったので、ここに報告する。

2. 緊張材配置形状選定に関する基本的考え方

緊張材の鉛直勾配 θ が橋軸方向に変化する場合、緊張力 P によって $q = P(\theta_2 - \theta_1) / (x_2 - x_1)$ なる分布力が上向きに作用する(図-1)ので、緊張材を放物線状に配した場合の q は等分布力となる。この分布力によって設計荷重作用時と逆向きのねじりモーメントが生じるように緊張材の配置を考える。すなわち、中空床版曲線橋のように複数の主桁(ウェブ)で構成されるPC橋梁では、外側の主桁の緊張材を放物線状に配し、内側の主桁の緊張ケーブルを鉛直分布力になるべく生じないようにスパン中央付近で水平とすれば設計荷重載荷時と逆向きのねじりモーメントを断面に生じさせることができよう(図-2)

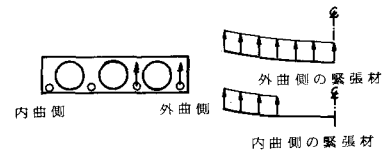
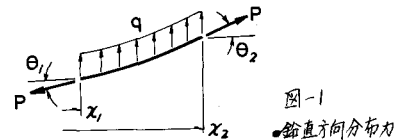


図-2 緊張材の配置形状

3. 模型橋の設計・製作

模型橋は図-3に示す諸元を有するA, B2橋を製作する。2橋とも主たる鉄筋はφ6を使用し、スタースラップピッチは断面中心線上で15 cmとする。緊張材はPC鋼棒φ11を計8本(各桁上下に1本ずつ)配置するが、A, B橋の配置形状を変える。すなわち、A橋のG1~G4桁およびB橋のG1, G2桁においては、設計書(文献2)通りに桁端での緊張材図心を桁中立軸に一致させ、スパン中央から直線(水平)、放物線、直線(仰角5°)に緊張材を配置する。一方B橋のG3, G4桁では、桁端で桁高の3/5の高さになるよう、スパン全長にわたって放物線形状で曲げ上げる。

4. 実験概要

プレストレスは、油圧ジャッキを用いてPC鋼棒1本毎に7.65tを導入する。この導入力は、実橋と同程度の応力を

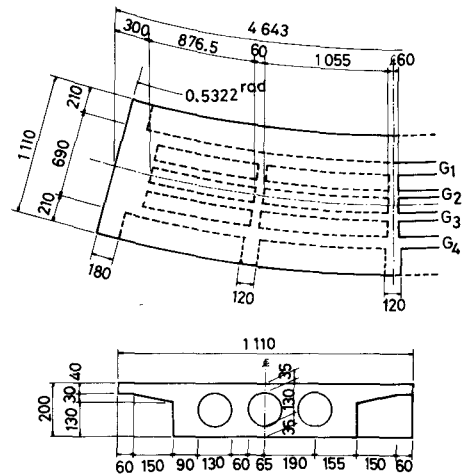


図-3 模型桁一般図 (mm)

模型橋に生じさせるように決められた値である。測定項目は、PC鋼棒の軸方向ひずみ、模型橋の鉛直たわみ・表面ひずみである。

5. 緊張時の変位および応力の理論値算出について

本実験では、模型橋を型枠上に設置したままPC鋼棒を緊張するため、桁自重が変位・応力に影響を及ぼす。これを考慮に入れて緊張時に桁に作用する力を列挙すれば、図-4(a)のように書ける。これらは同図(b)のように分解できるから、結局同図(c)に示す4つの力が作用するときの変位・応力を求めてそれらを合計すれば、本題の理論値をうる。ただし、分布力が作用するときの変位・応力は、曲線格子桁理論により電算にて計算した。

6. 実験結果と考察

(プレストレス導入時の模型橋の挙動)

本実験では片引きにより緊張力を導入したが、PC鋼棒に貼付したひずみゲージより、緊張力導入直後のプレストレスを測定して表-1をえた。A橋では、緊張端の90~95%の緊張力が固定端で測定されたが、B橋では、68~74%とかなりばらつき、特にB橋のG₃、G₄桁には所要の緊張力が導入されなかったようである。

表-2は、緊張力導入後の模型橋の鉛直たわみを示す。これによれば理論値では、B橋の方がA橋よりも大きいことがわかる。すなわち、外曲側の桁(G₃、G₄)の緊張材をスパン全長にわたって放物線形状とした床版橋(B橋)は、そうしなかった床版橋よりも鉛直上方に十分大きくねじ上げられ、活荷重載荷時の変形を小さくすることができると言えよう。またA橋の実験値は理論値と良く一致しているが、B橋では緊張力の導入が不十分であったために、実験値は理論値をかなり下回る結果となった。しかしながら、G₄桁とG₁桁のたわみの差は、A桁よりも大きく、外曲側が上にねじ上げられていることが知られる。

したがって表-3に示すように上床版表面における横断面方向のせん断応力は、B橋の方がA橋よりも大きく、それだけ活荷重載荷時のせん断応力を打ち消すことができると言えよう。また、せん断応力の理論値は、実験値よりかなり大きく、ねじり鉄筋が有効に作用していることがわかる。

7. 結 語

模型橋製作の不備のため、B橋では導入力が不十分であり理論値を下回る結果となった。それでも横断面方向のたわみの勾配はB橋の方が大きく出ており、設計通りの模型橋が製作されておれば、著者らの考え方がもっと明確に実証されたものと思われる。

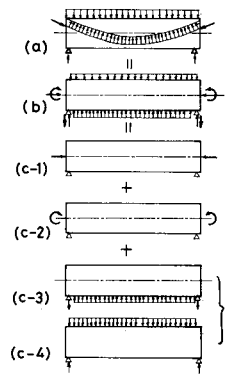


図-4 桁に作用する力

表-1 PC鋼棒引張力一覧

		A 橋		B 橋	
		緊張端	固定端	緊張端	固定端
G ₁	上	—	6.51	6.66	6.23
	下	7.07	6.71	7.31	6.74
G ₂	上	6.82	6.54	—	6.76
	下	7.02	6.48	7.15	—
G ₃	上	6.76	6.27	6.53	4.40
	下	7.22	6.95	6.51	5.56
G ₄	上	7.37	6.64	—	—
	下	—	—	7.21	5.42

(ton)

表-2 模型橋のたわみ

		A 橋		B 橋	
		理論値	実験値	理論値	実験値
L/2 断面	G ₁	5.24	5.41	5.38	4.76
	G ₂	5.43	5.51	5.63	4.93
	G ₃	5.78	5.61	6.01	4.99
	G ₄	5.78	5.81	6.07	5.21

(mm)

表-3 上床版のせん断応力

		A 橋		B 橋	
		理論値	実験値	理論値	実験値
L/8 断面	G ₁	—	2.3	—	3.3
	G ₂	14.7	2.4	13.8	2.6
	G ₃	—	2.5	—	3.0
	G ₄	—	1.5	—	1.6
3L/8 断面	G ₁	—	0.2	—	0.6
	G ₂	6.5	0.3	12.3	0.4
	G ₃	—	0.2	—	0.2
	G ₄	—	1.3	—	0.6

(kg/cm²)

参考文献 1) 大塚・村山・小深田：PC中空床版曲線橋における緊張材の配置形状について，昭和54年度土木学会西部部研究発表会講演集，昭和55年2月，pp.301-302.

2) 福岡北九州高速道路公社・千代田コンサルタント：東浜ラング上部工設計計算書（PC単純中空床版橋），昭和54年3月。