

I-A 323

南大沢輪舞歩道橋の設計及び試験 — 4 径間連続PC箱桁円形曲線橋 —

(株)マエダ 正会員 片山 英一郎
 東京都 石田 啓三
 (株)ピー・エス 正会員 尾崎 健治

まえがき

「南大沢輪舞歩道橋」は、多摩ニュータウンの八王子市南大沢に位置し、駅前商業施設、文化施設、業務施設及び住宅地域を結ぶ西部地区センターのランドマークとなるように計画された。本橋梁の構造は、半径27.0mのリング状のシームレス曲線桁（360°全円形4径間連続桁）であり、4つの分散型ゴム支承で支持された桁端のない連続橋で、主桁断面は曲線で結ばれた1室の箱桁断面としている。プレストレストコンクリート橋（以下、PC橋）では、わが国初めての構造であることから、ここでは、設計時の構造解析方法とその妥当性、ならびに実橋においての載荷試験による構造物の安全性確認結果を報告する。

1. 設計

(1) 設計条件

構造形式：4径間連続PC箱桁円形曲線橋
 橋種：歩行者専用道路橋
 橋長：169.646m（構造中心上）
 支間：4@42.412m（構造中心上）
 有効幅員：6.000m
 平面線形：R=27.000m（構造中心上）
 活荷重：群集荷重 $w=350\text{kgf/m}^2$ （歩）
 $w=500\text{kgf/m}^2$ （車）
 下部工：単柱式橋脚（円形断面）
 基礎工：杭基礎（PHC杭 $\phi 600$ ）

(2) 構造解析

本橋の上部工は、360°の全円形（構造中心半径27m）の曲線桁であり、1/4円間隔（交角：90°）で設けられる4支点（P1～P4橋脚）で支持されていることから、上部工、下部工及び基礎工の全体解析モデルを立体格子計算で解析することとした。設計方法の検索における解析は、施工方法と支承条件を組合せて4つのケースで比較検討を行った。解析結果比較表を表1に示す。解析の結果、施工方法については、分割ステージング施工は支点及び支間中央等の対称な位置で断面力の差が大きく、アンバランスになって、断面力の最大値も大きくなるため、一括ステージング施工とした。また、支承条件はプレストレス導入に伴う弾性短縮やコンクリートのクリープ・乾燥収縮及び温度変化による常時水平力を低減させるために、全方向移動可能な円形の大型（反力800ton）反力分散ゴム支承を1点支承として使用することが有利となり、ねじり拘束なしの支承条件（鉛直・水平・回転ばねを1点支承で考慮）で解析することとした。これらにより、CASE-①の「施工：一括施工（ステージング）、支承：ねじり拘束なし」の案を採用することにした。

図-1 全体一般図

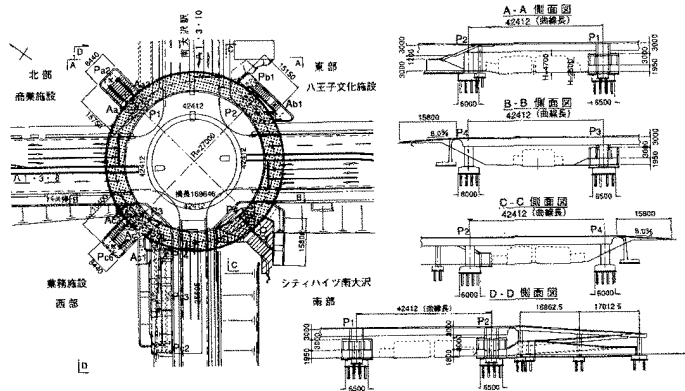


表-1 解析結果の比較

解析方法	ケース1 一括施工（ステージング）		ケース2 分割施工（ステージング）		ケース3 一括施工（ステージング）		ケース4 一括施工（ステージング）	
	ねじり拘束なし		ねじり拘束あり		ねじり拘束なし		ねじり拘束あり	
支間中央	最大 X Y Z 121 121 121	最小 X Y Z -121 -121 -121	最大 X Y Z 121 121 121	最小 X Y Z -121 -121 -121	最大 X Y Z 121 121 121	最小 X Y Z -121 -121 -121	最大 X Y Z 121 121 121	最小 X Y Z -121 -121 -121
橋脚中央	最大 X Y Z 121 121 121	最小 X Y Z -121 -121 -121	最大 X Y Z 121 121 121	最小 X Y Z -121 -121 -121	最大 X Y Z 121 121 121	最小 X Y Z -121 -121 -121	最大 X Y Z 121 121 121	最小 X Y Z -121 -121 -121
支間端部	最大 X Y Z 121 121 121	最小 X Y Z -121 -121 -121	最大 X Y Z 121 121 121	最小 X Y Z -121 -121 -121	最大 X Y Z 121 121 121	最小 X Y Z -121 -121 -121	最大 X Y Z 121 121 121	最小 X Y Z -121 -121 -121
橋脚端部	最大 X Y Z 121 121 121	最小 X Y Z -121 -121 -121	最大 X Y Z 121 121 121	最小 X Y Z -121 -121 -121	最大 X Y Z 121 121 121	最小 X Y Z -121 -121 -121	最大 X Y Z 121 121 121	最小 X Y Z -121 -121 -121

（３）主ケーブルの配置

本橋梁は桁端部がなく、360°のリング状の構造をしている。従って、半径27mの平面曲率による角変化当たりの摩擦係数が大きく、プレストレス力は90°即ち、1/4円で緊張端の60%まで低下する。このため、1本のケーブルの延長を長くできず、円周方向に分割して配置した。分割方法は4支点を持つ対称構造かつ一括施工であることより、4分割とし、平面的に対称なケーブル配置とした。また、支点部の曲げモーメントが支間部より大きいことから、ウェブケーブルを支点部で交差させるとともに、ケーブルの継続性を考慮して連続する2つの支点を通過するように配置した。更に、桁端がない構造なので主ケーブルの定着はすべて突起定着とし、美観を考慮して突起部は箱桁内部に設けた。

２．実橋載荷試験

想定した立体骨組モデルによる解析と、実橋の挙動とを比較して設計の妥当性及び橋梁の安全性を確認する目的で、実橋での静的載荷試験を行った。その時の載荷荷重は設計群集荷重程度とした。

（１）荷重の載荷方法

荷重の載荷方法は、P1～P2径間の支間中央に載荷した。ひずみの計測は、各支点部および支間中央部の計8断面の図-2に示す位置に、鉄筋ひずみ計を埋め込み、載荷位置にはコンクリートひずみゲージを貼付して、橋軸方向のひずみを測定した。また、たわみ測定は、載荷前と全荷重の載荷完了後に、支間中央部4断面で実施した。

（２）試験結果と解析値の比較

試験時の解析は、設計で使用した立体骨組モデルに実載荷荷重を載荷して求めた。その計算結果と載荷試験によって測定された実測ひずみを図-3、表-2に示す。各主要点（支点部及び支間中央部）に埋め込まれた鉄筋ひずみ計による実測ひずみは各断面で計算値と一致している。また、最大曲げモーメントが生じる荷重載荷断面に貼付されたコンクリートひずみゲージの実測ひずみも、計算値と良く一致し、同断面に配置された鉄筋ひずみ計の結果とも一致している。荷重最大時のたわみは載荷点で-8mm、隣接の両径間は+5mm、対角径間は-2mmの変位で計算値と一致し、外観上の異常も全く見られなかった。

載荷荷重最大のときの断面力は、支間中央部で設計荷重の約70%ではあるが、主要断面における橋軸方向ひずみ及びたわみが計算値と一致していることから、設計の妥当性及び構造物の安全性が確認できたと思われる。

あとがき

本橋が景観を考慮した珍しい円形の橋梁として地域になじみ、ランドマークとなることを願って止まない。

また、PC橋として初めての構造にもかかわらず、実橋載荷試験によって、設計の妥当性を確認できたことはこれからのPC構造の多様性に大きく寄与すると思われ、心から関係者各位に感謝する次第である。

図-2 ひずみ計測位置

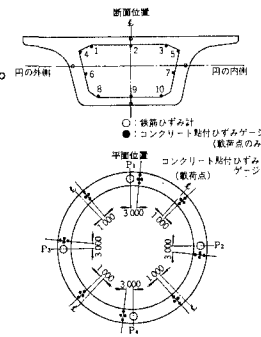


表-2 荷重載荷時応力度の計算値と実測値

断面位置	鉄筋ひずみ計による応力度 (kgf/cm ²)			
	上乗版	内ウェブ	外ウェブ	下底版
P1-P2 (載荷点)	計算値 8.6	0.0	0.0	-13.1
	実測値 7.4	-2.0	-2.0	-11.2
P2-P3	計算値 -2.1	0.0	0.0	3.2
	実測値 -1.1	-1.2	0.1	2.1
支間中央	計算値 1.5	0.0	0.0	-2.5
	実測値 1.2	0.0	-0.4	-2.4
P3-P4	計算値 -2.4	0.0	0.0	3.7
	実測値 -2.1	0.2	0.4	3.0
P4支点部	計算値 -2.8	0.0	0.0	3.5
	実測値 -2.3	0.4	0.4	3.7
P4支点部	計算値 -3.9	0.0	0.0	5.0
	実測値 -2.6	0.6	0.4	3.9
P4支点部	計算値 1.2	0.0	0.0	-1.6
	実測値 1.1	-0.1	-1.1	-1.9
P4支点部	計算値 0.8	0.0	0.0	-1.0
	実測値 0.4	0.0	-0.2	-1.0

コンクリート貼付ゲージによる応力 (kgf/cm ²)					
ゲージNo.	1	2	3	4	5
計 算 値	8.6	8.6	8.6	5.1	5.1
実 測 値	5.9	7.4	6.2	5.3	5.3
ゲージNo.	6	7	8	9	10
計 算 値	-2.1	-2.1	-11.4	-11.4	-11.4
実 測 値	-4.0	-3.1	-10.5	-11.5	-12.1

図-3 荷重載荷時応力度の計算値と実測値

