

橋梁構造形態における形態と構造の相関性に関する基礎的研究

広島工業大学

正会員 ○岸本 貴博

1. 目的

橋梁における構造形態は形態の骨格であると同時に鉛直荷重を支点へと伝達する荷重伝達システム（以後、伝達システム）、応力に抵抗する応力抵抗システム（以後、抵抗システム）、鉛直・水平変位および回転に対する剛性である。そのため、構造形態における形態と構造の間には相関性があり、本論ではこれらの関係性を明らかにすることを目的とする。本論で示す相関性は既存および新規構造形態の形態・構造特性を理解する上で有益な知見となる。

2. 構造形態における相関性の分析

2. 1 検討条件

本論では形態と構造の相関性を分析するために支配的である鉛直荷重(長期荷重を想定)を用いて構造解析を行う。解析結果を用いて全ひずみエネルギー(以後、 $U(\text{kN}\cdot\text{cm})$)と最大たわみ量(以後、 $\delta_z(\text{cm})$)より得られる鉛直方向の剛性(以後、鉛直剛性 $K_v(\text{kN}/\text{cm})$)を算出し、これらを評価指標とする。検討諸条件は表 1 に示すとおりであり、評価指標の U 、 K_v は式(1)、(2)より算出する。

表 1 検討諸条件

幾何形状			
支間長	L	m	50.0
アーチライズ、トラスせい、ラーメンせい	H ₁	m	5.0
吊り橋、斜張橋 タワー高さ（桁芯より上方）			
サグ（吊り床版、張弦梁）			
ラーメン、吊り橋、斜張橋 柱高（桁芯より下）	H ₂	m	5.0
鉛直部材ピッチ（フィーレンディール、トラス、ローゼ橋、張弦梁、吊り橋）	D	m	5.0
・ 荷重			
長期荷重（自重を含む、鉛直下向き）	ω	kN/m	10.00
載荷位置：アーチ橋、吊り床版橋は曲線部、それ以外は桁部			
・ 構造材料			
材種			鋼材(SN490)
ヤング係数	E	kN/cm ²	20,500
せん断弾性係数	G	kN/cm ²	7,885
・ 断面性能			
部材断面形状			□-500*500*40
断面積	A	cm ²	736
断面2次モーメント(強軸)	I	cm ⁴	389,344
・ 解析条件			
解析条件	線形解析		
解析ツール	Midas iGen		
支持条件：両端部 アーチ橋、吊り床版橋は両端ビン支持、 上記以外はビン-ローラー支持			
：柱脚部 ビン支持			

$$U=U_N+U_Q+U_M$$

(1)

$$K_v=\omega L/\delta_z$$

(2)

但し、 U_N 、 N_Q 、 U_M は軸力、せん断力、曲げによるひずみエネルギーの合計(kNcm)とする。

2. 2 既存構造形態における相関性

本論では桁橋を基本形とし、形態変化および評価指標を用いてこれと比較することで既存橋梁形式の構造形態における形態と構造の相関性を示す。

① 桁橋

桁橋は支点間を勾配 0° の直線でつなぐため、鉛直剛性はせん断剛性および曲げ剛性(以後、せん断・曲げ剛性)が支配的である。これにより、伝達システムはせん断系、抵抗システムはせん断力および曲げとなる。

② 連続桁橋

連続桁橋は桁橋へ支点追加し、支間長を分割する。鉛直剛性はせん断・曲げ剛性であり、支間長短縮により K_v が増加する。伝達システムはせん断系、抵抗システムのせん断力・曲げが減り、 U は低減する。

③ ラーメン橋

ラーメン橋は桁橋の支間長を分割する柱が追加され、部材同士が剛結合される。鉛直剛性はせん断・曲げ剛性が支配的であり、支間長短縮および部材端部の回転剛性増加により K_v が増加する。伝達システムはせん断系であり、抵抗システムはせん断力・曲げが減り、 U は低減する。

④ フィーレンディール橋

桁部が上下複弦化してこれらを鉛直材が剛結する。複弦化によりせん断・曲げ剛性が増大して K_v が増加する。伝達システムはせん断系であるが、抵抗システムにおいて上下弦材軸力×ラーメンせい(H_1)により曲げが軸力へと変換され、 U が低減する。

⑤ ローゼ橋、⑥ 張弦梁

桁部にアーチ部(吊り部)が付加され、吊材(束材)は

キーワード 橋梁形式、構造形態、相関性、構造デザイン、ひずみエネルギー、鉛直剛性

連絡先 〒731-5193 広島県広島市佐伯区三宅 2-1-1

広島工業大学工学部建築工学科 TEL : 082-921-6240

各部をピン結合する．複弦化およびアーチ部（吊り部）の軸剛性により K_v が増大する．伝達システムは軸力系が支配的となり，抵抗システムはせん断力・曲げが減り， U は低減する．

⑦ ワーレントラス橋

桁部が上下複弦化されてこれらを鉛直材および斜材がピン結合する．複弦化による曲げ剛性の増大および斜材軸剛性により， K_v が増加する．伝達システムはせん断系であるが斜材軸力がせん断力を負担する．抵抗システムは（４）と同様であり曲げが減り， U は減少する．

⑧ アーチ橋、⑨ 吊り床版橋

アーチ橋(吊り床版橋)は桁部が上(下)方へ凸形状となり，勾配変化が生じる．これらの形態変化により，鉛直剛性は軸剛性が支配的となり K_v が増加する．伝達システムは軸力系が支配的となり，抵抗システムはせん断力・曲げが減り， U が低減する．

⑩ 斜張橋

斜材により桁部支間へ擬似支点が挿入され，支間長短縮により K_v が増大する．伝達システムは軸力系が支配的であり，抵抗システムは柱部，斜材，桁部の軸力が増加するが，せん断力・曲げが減り， U が低減する．

⑪ 吊り橋

吊り材により桁部支間へ擬似支点を挿入し，支間長短縮により K_v が増大する．伝達システムは軸力系

が支配的であり，抵抗システムは柱部，斜材部の軸力が増加し，せん断力・曲げが減り， U が低減する．

3. まとめ

（１）形態と鉛直剛性の相関性

桁部が直線形では曲げ・せん断剛性，凸形状（桁部に凸形状付加）では軸剛性が支配的である．鉛直剛性の大小関係は軸剛性＞せん断・曲げ剛性であり，支間長短縮および複弦化よりも，軸剛性が支配的な形態の方が鉛直剛性増大に効果がある．

（２）形態と伝達システムの相関性

形態は支配的な鉛直剛性を決定し，これにより伝達システムは定まる．桁部が直線形はせん断系，凸形状（桁部に凸形状付加）は軸力系である．

（３）形態と抵抗システムの相関性

形態が支配的な鉛直剛性および伝達システムを決定し，これらにより抵抗システムが決まる．せん断力・曲げは桁部の凸形状，複弦化，支間長短縮の形態変化により減り， U が低減する．

紙面の都合上，分析対象を 11 種類の既存構造形態としたが，今後は対象(3次元も含む)を増やし，構造と形態の相関性についてより詳細に分析することを課題とする．

謝辞

本研究の着想時に中村良夫東京工業大学名誉教授に示唆に富んだ助言等を頂いた．ここに謝意を示す．

