連続非合成多主桁橋のリダンダンシーに及ぼす

横桁・対傾構の影響に関する数値的検討

東北大学大学院工学研究科

東北大学大学院工学研究科

熊本高等専門学校専攻科

はじめに

橋梁のリダンダンシーに関する研究分野では,多主桁 橋と比べてリダンダンシーが低いとされる¹⁾合成二主桁 橋についての研究が先行している一方で,非合成多主桁 橋の研究事例は少ない.合成二主桁橋では,床版が主桁 損傷時に代替荷重経路となりリダンダンシーを発揮して いることが報告されている²⁾.非合成桁の有限要素解析 を行う際は,実橋で観測される合成効果³⁾を考慮し,合 成桁としてモデル化されることが多いが,活荷重レベル を超える状況における合成効果は確認されていない.そ こで本研究では,非合成多主桁橋の床版と主桁間を非合 成としてモデル化した上で非線形解析を行い,横桁・対 傾構がリダンダンシーに及ぼす影響について考察する.

2. 解析方法

(1) 解析モデル

実際に供用されている4径間非合成連続5主I桁橋 と同規模の橋梁(橋長183.2m, 主桁高2.3m, 主桁間隔 2.35 m) を解析対象とした. 主桁および横桁と床版は平 面シェル要素、下横構・対傾構は骨組要素を用いてモ デル化し、数値解析には、汎用解析ソフトNX NAS-TRAN を用いて幾何学的及び材料非線形性を考慮し た. 鋼材の Young 係数は 200 GPa とし, 主桁と横桁は 弾塑性体、対傾構・下横構は弾性体としてモデル化し た. 弾塑性体については von Mises の降伏条件で、硬化 係数を Young 係数の 10⁻² 倍として線形等方硬化則を用 いた. 非線形解析の準備として, まず床版と主桁間を剛 体要素で結合した状態で死荷重と設計活荷重を床版上 に載荷した線形解析を行い、この解析結果から、床版と 主桁間の剛体要素に生じた鉛直反力を取り出し、それを 外部荷重として主桁直上に載荷しなおす. その際, 床版 および床版と主桁間の剛体要素を削除した. さらに,床 版による主桁間の橋軸直角方向の拘束効果を考慮するた めに,橋軸直角方向のみに剛性をもつ線形ばね要素を主

東北: 東北:	大学工学部 大学大学阿	祁 完工学研究科	学生会 正会員	竹田 翼 岩熊 哲夫							
F	39.0 m	49.6 m	53.0 m	40.	5 m 損傷						
<u>م</u>	4	<u>≥</u> 4	<u>≥ 4</u>	<u>∆</u> 	Å						
		<u>P2</u> 2		$\frac{P_2}{2} \frac{P_{1+1}}{2}$	$\frac{P_1+P_2}{2}$						
11.4		P2		P2	P1+P2						
P1 = 12.0 kN, P2 = 3.5 kN 図-1 荷重載荷と損傷位置											
v	• X 4.9m 5.11	n 5.1m 5.1m	5.1m 5.1m 5	5.1m_5.	1m						
\ \\	×3	対傾構	★ 分配横桁		G5						
\mathbb{N}	(X)	Χ () X	X	G4						
-	X		, X	<u> </u>	G3						
		$\overline{}$	$-\hat{\mathbf{x}}$	\rightarrow	G2						
//	Δ J7	J6 J5 J4	4 J3 J2	J1	G1						
	図-2 横	術・対傾構の	配置(基本	モデル	∃汤 ·)						

○学生会員

正会員

正会員

熊谷 宏之

斉木 功

岩坪 要

桁の上フランジ間に設置した.線形ばね要素の剛性は, コンクリートの Young 係数を 23.5 GPa として,一つの 線形ばね要素に対して床版厚と床版の橋軸方向の幅を 想定した断面を換算し,決定した.さらに,図-1に示 す径間 A 内における横桁と対傾構の配置を変えた4つ のモデルを準備する.参照した実橋に基づいた部材配置 のモデルを基本モデルとし,横桁・対傾構の配置を図-2に示す.図-2に示すように,G1 桁と横桁および対傾 構の取付部を格点とし,J1 ~ J7 と呼ぶ.各モデルの格 点の部材配置を表-1に示す.表-1に示すように,基本 モデルに対して,格点J2,J6の横桁を対傾構にしたモ デルを横桁減モデル,全ての対傾構を横桁にしたモデル を横桁増モデル,格点J1,J7の横桁と格点J2,J6の 対傾構を入替えたモデルを横桁入替モデルとする.

表-1 格点の部材配置(□:分配横桁, ○:対傾構)

モデル	J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7
基本	0		0		0		0
横桁減	0	0	0		0	0	0
横桁増							
横桁入替		0	0		0	0	

Key Words: 連続非合成多主桁橋, 非線形有限要素解析, 冗長性, 分配横桁, 対傾構 〒980-8579 仙台市青葉区荒巻字青葉 6-6-06 東北大学大学院工学研究科土木工学専攻 構造強度学研究室

(2) 損傷および荷重載荷

主桁端部が疲労損傷することを想定して,G1桁の支 承付近の下フランジ・ウェブ・上フランジを桁の橋軸方 向に一要素分除去することで,損傷をモデル化した.損 傷を与えた主桁端部に最も大きなせん断応力が生じるよ うに,図-1に示すようにB活荷重を載荷した.非線形 解析を行うにあたり,L荷重(L)を漸増させて解析を 行う.このとき,L荷重(L)に対する倍率として荷重 パラメータfを定義し,解析モデルに作用させる荷重 は,死荷重(D)を加えた後,D+f-Lとする.

3. 解析結果

(1) G1 桁から横桁・対傾構に伝達する力

G1 桁から横桁・対傾構に伝達される鉛直方向の力を 伝達力と定義し、荷重パラメータ f = 3.0 時の各モデル の格点で生じる伝達力を図-3に示す.図-3より、横桁 増モデルと横桁入替モデルでは格点 J1 において主に伝 達力が生じているのに対し、基本モデルでは格点 J1 と 格点 J2, 横桁減モデルでは格点 J1 ~ J3 において主に 伝達力が生じている.基本モデルと横桁減モデルの格点 J1 の対傾構は f = 0.8,0.6 でそれぞれ圧縮斜材が座屈 し、座屈したあとは、さらに損傷部に近い格点の横桁・ 対傾構が代替荷重経路として機能するようになる. 横 桁減モデルの格点J2の対傾構はf = 2.2で座屈したた め, f = 3.0 時には, さらに隣接する格点 J3 の対傾構 も荷重伝達経路として機能したと考えられる.よって, 損傷時は損傷部から最も近い格点における横桁・対傾構 が代替荷重経路となり、代替荷重経路となる対傾構が座 屈に至った後は、次に損傷部に近い分配横桁・対傾構が 順次,代替荷重経路となることがわかった.







(2) 損傷時のたわみに対する冗長化

損傷時には,損傷部先端におけるたわみがモデル内で 卓越するため,道路の走行面に段差が生じるような変 形となった.図-4に,各モデルの損傷部先端における 荷重 - たわみ関係を示す.f = 1.0時のたわみをみる と,基本モデルが 104 mm であるのに対して横桁増モデ ルは 50 mm,横桁入替モデルは 52 mm であり,基本モ デルに対して横桁増モデルと横桁入替モデルは 50% 程 度低減している.また,使用限界とされているスパン長 の 100 分の 1¹⁾に達する時の荷重パラメータfを比較す ると,基本モデルがf = 3.2であるのに対して,横桁増 モデルと横桁入替モデルはf = 4.1となり,基本モデル に対して,横桁増モデルと横桁入替モデルは使用限界に 達する荷重値が活荷重 0.9 倍分大きくなった.よって, 損傷部の近くに分配横桁を配置することで,使用性に対 する冗長性を向上するといえる.

まとめ

本研究による考察を以下にまとめる.

- 損傷時には、損傷部付近の横桁・対傾構が代替荷 重経路として機能し、荷重を伝達する対傾構が座 屈に至った場合は、次に損傷部に近い分配横桁あ るいは対傾構が順次、代替荷重経路となる。
- 主桁端部損傷時の道路に段差を生じさせる変形に 対して,損傷部の近くに分配横桁を配置すれば, 使用性に対する冗長性を向上することができる.

参考文献

- 1) Ghosn, M. and Moses, F.: National Cooperative Highway Research Program (NCHRP) Report 406 Redundancy in Highway Bridge Superstructures, 1998.
- 福吉宏, 辻角学, 越後滋, 高橋昭一, 三木千壽: 主桁損 傷を受けた2 主桁橋の残存耐力に関する考察, 土木学会 論文集, No.647/I-51, pp.241-251, 2000.
- 3) 三木千壽,山田真幸,長江進,西浩嗣:既設非合成連続 桁橋の活荷重応答の実態とその評価,土木学会論文集, No.647/I-51, pp.281-294, 2000.