

鋼・集成材複合橋の構造解析

日本高圧コンクリート株式会社 正会員 仲田英誉
秋田大学 正会員 薄木征三

1. まえがき

坊中橋は、秋田県北部、藤里町坊中地区に現在製作中の桁長 54.8m（支間 27m）、幅員 7m の 2 径間連続キングポストトラス橋である。この梁形式での橋梁で構造上の大きな特徴として、集成材を上弦材、（圧縮材）、吊材（引張材）、斜材（圧縮材）及び主桁に用いている。また床版としては、耐久性の高い、軽量性及び防水性に優れている鋼床版を採用している。更に構造断面の巨大化を防ぐために、集成材を鋼材で補剛しており、合わせて構造景観も考慮している。本論分では、SW 橋（鋼床版集成材桁橋）の FEM による構造解析を行った。

2. 構造概要

坊中橋の構造概要は以下のとおりである。

表 1 構造概要
1 路線名：ふるさと林道緊急整備事業米代線
2 形式：鋼・集成材複合 2 径間連続キングポストトラス橋
3 道路規格： 3 種 4 級
4 荷重： A 活荷重
5 桁長： 54.800m
6 支間長： 2×27.000m
7 幅員： 7.000m（車道）+2.000m（歩道）
8 雪荷重： 100kgf/m ²

3. 解析方法

各構造部材の断面諸量は以下のように示す。

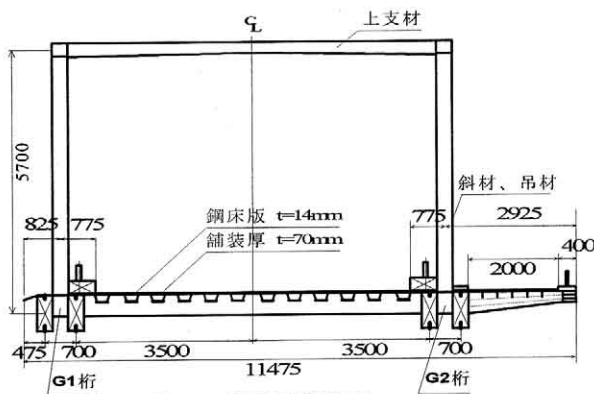


図-1 断面図概略図

トラスを構成する部材の断面図は下のようである。

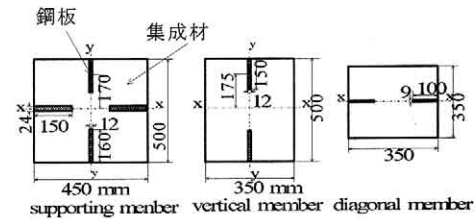


図-2 トラス構成部材の断面

解析は節点数 27、要素数 34、格点は剛結として行う。また、主桁は有効幅を考慮した断面である。

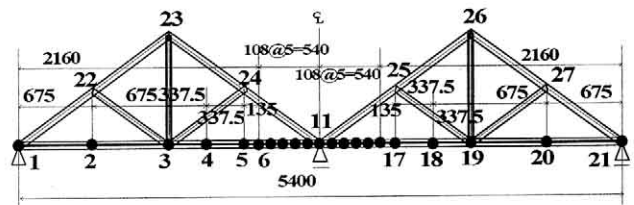


図-3 解析モデル図

また断面諸量を表-2、3 に示す。

表 2 桁部の断面諸量 (Ai: 断面積、Ii: 断面二次モーメント)				
	G1 桁		G2 桁	
	A1	I1	A2	I2
一般支間部	27,019(cm ²)	2.47 × 10 ⁷ (cm ⁴)	36,915(cm ²)	2.70 × 10 ⁷ (cm ⁴)
中間支点部	20,380(cm ²)	2.23 × 10 ⁷ (cm ⁴)	26,464(cm ²)	2.45 × 10 ⁷ (cm ⁴)

表 3 トラス部の断面諸量		
	断面積 A	断面二次モーメント I
上弦材	5,231(cm ²)	7.91 × 10 ⁵ (cm ⁴)
吊り材	2,722(cm ²)	6.71 × 10 ⁵ (cm ⁴)
斜材	1,711(cm ²)	1.25 × 10 ⁵ (cm ⁴)

解析結果より、影響線面積による断面力を求める為、荷重強度を求める必要がある。これはてこ法則により 2 つの桁の両方について荷重強度を求める。

表 4 荷重強度 (P _{wd} *: 死荷重 P ₁ *: 主載荷荷重、P ₂ *: 従載荷荷重)				
		P _{wd} *(kgf/m)	P ₁ *(kgf/m)	P ₂ *(kgf/m)
G1 桁	曲げモーメント、軸力	3.48	3.37	1.16
	せん断力	3.48	4.40	1.16
G2 桁	曲げモーメント、軸力	4.53	3.37	1.16
	せん断力	4.53	4.40	1.16

各荷重は次図のように載荷する。ここでは、G2 桁の場合について示す。

キーワード：集成材、キングポストトラス、鋼床版

連絡先：〒010-0852 秋田市手形学園町 1 番 1 号

Tel:018-889-2357 Fax:018-837-0407

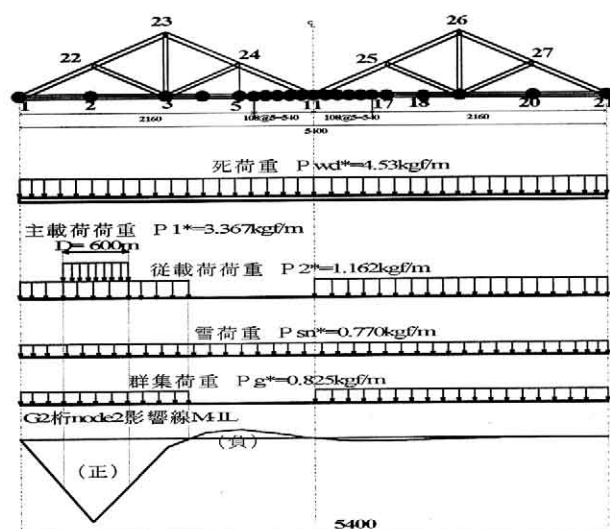


図-4 荷重載荷方法

図-4の載荷方法により、軸力、せん断力、曲げモーメントのそれぞれの最大・最小時についての影響線面積と荷重強度の積から次なる断面力が得られる。

4. 結果

接点2について着目し、求まる断面力と応力照査について合わせて示す。

表5 トラスを持つときの断面力

		[G-1桁]		[G-2桁]	
		断面力	応力照査	断面力	応力照査
Mmax	N	65.2		114.	
	Q	0.0223	0.919	-0.408	0.986
	M	186.		206	
Mmin	N	65.4		108.	
	Q	-1.76	0.430	-4.53	0.516
	M	81.7		102.	
Nmax	N	90.8		145.	
	Q	4.94	0.672	7.45	0.810
	M	130.		163.	
Nmin	N	21.0		71.4	
	Q	3.03	0.515	-1.26	0.525
	M	107.		108.	
Qmax	N	65.8		118.	
	Q	12.6	0.789	11.1	0.857
	M	159.		176.	
Qmin	N	64.9		111.	
	Q	-13.4	0.717	-18.3	0.788
	M	143.		162.	

N, Q(tf), M(tf・m)

上部構造(トラス)がない場合について、同様に求めると、次の表のようになる。

表6 トラスを持たないときの断面力

		[G-1桁]	[G-2桁]
		断面力	断面力
Mmax	Q	25.8	38.1
	M	335.	468.
Mmin	Q	7.01	19.4
	M	124.	257.
Qmax	Q	43.3	55.7
	M	269.	402.
Qmin	Q	5.49	17.9
	M	147.	280.

Q(tf), M(tf・m)

トラスを持つ場合と持たない場合のたわみについて死荷重と活荷重を分けて比較する。

死荷重によるたわみは、

図5 G1桁(死荷重載荷状態)

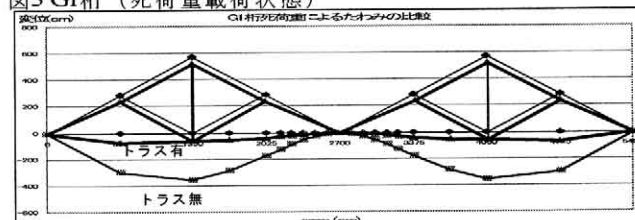
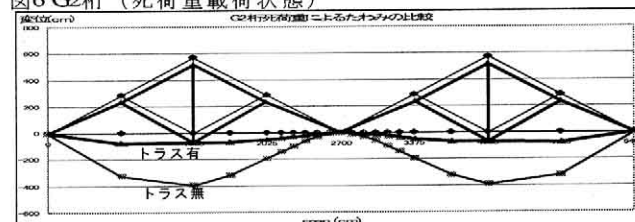


図6 G2桁(死荷重載荷状態)



また、活荷重によるたわみは、

図7 G1桁(活荷重載荷状態)

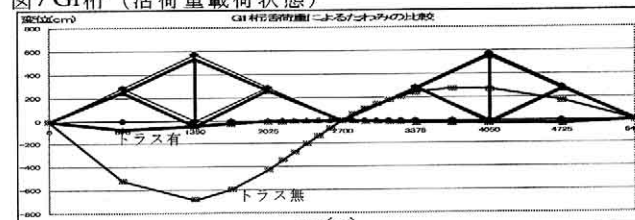
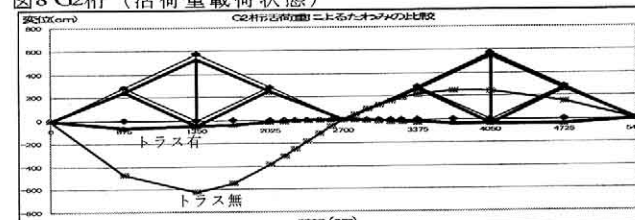


図8 G2桁(活荷重載荷状態)



5. 考察:

桁上にトラスで補剛する事により、断面力を軽減し、たわみを少なくすることができた。大きさにして、その差は断面力で比較すると、せん断力 G1 桁で 29.2%、G2 桁で 19.90%、曲げモーメントでは G1 桁で 55.6%、G2 桁では 43.9%まで減少されることが判明した。たわみにおいては、G1 桁で最大 11.29%、G2 桁で最大 11.11%まで減少されることが判明した。この事は、補剛桁の存在により、断面力の軽減に大きく影響するだけでなく景観的に優れた橋梁の設計・架設が可能であることがいえる。

6. 参考文献:

(1)木橋づくり新時代:

日本住宅・木材技術センター(きょうせい)

(2)有限要素法による構造解析プログラム

小森為雄、吉田博 著(丸善株式会社)