

I-6 上白石橋歩道添架橋の設計

㈩アリヤス設計コンサルタント 正会員 田 所 洋 一
札幌市建設局土木部道路建設課 佐々木 利 幸

1. まえがき

既設橋がトラス構造の場合、歩道を設置するときの形式として、従来 (1)ブラケット形式 (2)単独箱桁形式 (3)1主構トラス追加形式等が設計施工されている。

上白石橋は、昭和46年に竣功し供用されているものであるが、将来計画として歩道巾員1.5mの拡巾を考慮した設計になっているため、トラス部材の断面は若干余裕があった。

本報告はこの点に着目し、死荷重載荷の状態で箱桁を既設トラスと連結することにより、添架桁が負担する活荷重による断面力を大幅に小さくし経済的で、かつ歩行者の振動問題を解消した設計について報告するものである。

2. 現橋諸元

形 式	単純ワーレントラス
橋 格	2等橋
支 間	64.00 m × 2連
有効巾員	6.00 m
床 版	鉄筋コンクリート床版 16cm厚
舗 装	アスファルト舗装 5cm厚
示方書	鋼道路橋設計示方書 昭和39年6月

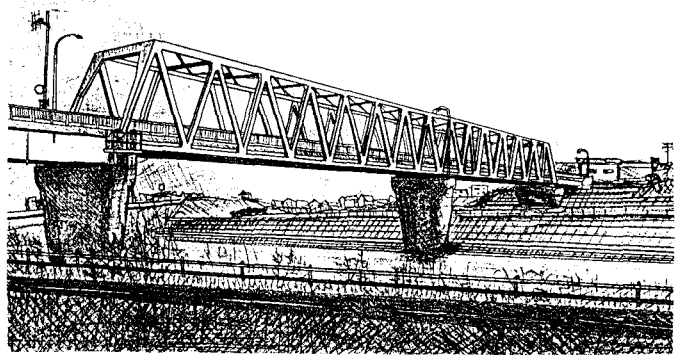


図-1 現 橋

3. 添架計画

3-1 計画概要

添架形式を計画するにあたり、以下の点を考慮した。

- (1) 既設橋上部構造、下部構造に過大な負担をかけない。
- (2) 上部構造の死荷重は極力軽くする。
- (3) 既設トラス橋の断面は、 $W = 1.5\text{m}$ の歩道添架荷重が考慮されている。
- (4) 振動により歩行者が不快感を感じないようにする。
- (5) 活荷重によるタワミは、支間の $1/600$ 以下とする。

3-2 比較検討形式

表-1 に比較の対象となった形式及び、それぞれの形式に対する検討項目を示す。

表-1 比較検討形式及び検討事項

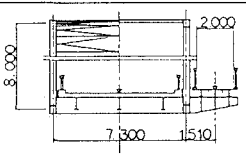
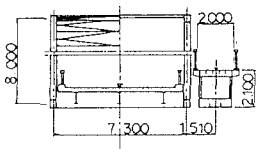
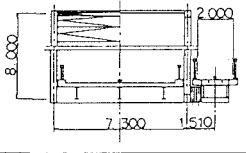
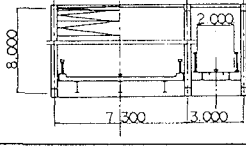
	形 式	検 討 事 項
1 案	ブラケット形式	(1) 既設トラスの応力度の照査。 (2) 既設橋の補強方法。
2 案	単独箱桁形式	(1) 活荷重によるタワミの検討。 (2) たわみ振動の固有振動数の照査。
3 案	連結箱桁形式	(1) 既設トラスの応力度の照査。 (2) 連結部の構造。
4 案	1主構トラス追加形式	(1) 架設工法の検討。 (2) 下部構造の照査。

3-3 検討結果

検討結果を、表-2 に示す。

最終的に第3案を採用することとしたが、その理由は以下の通りである。

表-2 検 討 結 果

	断 面 図	特 徴	順 位
1 案		(1) 既設トラスの応力度は 10 % 程度許容値を超える。 (2) よって、断面の補強が必要である。	2
2 案		(1) 桁高が高くなり、路面高が既設車道面より大巾にUPする。 (2) 鋼重が大きくなり、不経済である。	3
3 案		(1) 既設トラスの応力度は、許容値内におさまる。 (2) 小さい箱桁断面でもつ。	1
4 案		(1) 架設が難しい。(ケーブルエレクション) (2) 現場溶接作業が多くなる。 (3) 下部構造は張出タイプでもたない。	4

- (1) 支間 64.00m で単独形式の場合、活荷重によるタワミの制限を満足し、固有振動数を 1.5～2.3 HZ 以外にするには、非常に大きな箱断面を必要とする。
- (2) 既設トラスに連結することにより、固有振動数はトラスと同じになり、歩行者に対する振動の問題は解消される。
- (3) 歩道橋の剛度はトラスに比べ小さいので、連結すると歩道に作用する荷重はほとんどトラスに移行し、よって断面は小さくてすむ。
- (4) 既設トラス橋は、歩道巾員 1.5m の添架荷重を考慮して設計されているので、添架部の活荷重を受けもつことは十分できる。

4. 詳細設計

4-1 設計方針

- (1) 歩道部の自重は添架桁自身に負担させる。
- (2) 活荷重による断面力は、トラスに添架桁が連結された平面格子桁として、変位法で解析する。
(図-3 参照)

なお、添架桁架設後フリーキャンバーの状態で既設トラスと連結させる。

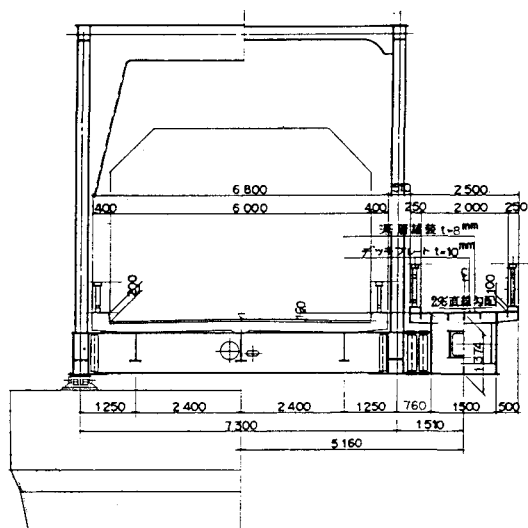
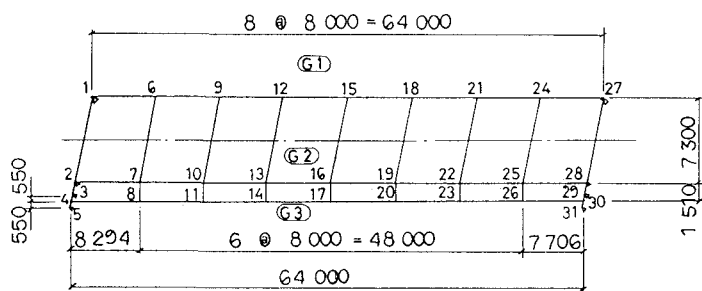


図-2 断面図



(注) トラスを一様な断面の棒と考えた。

図-3 平面格子モデル

4-2 トラスの換算剛度

図-4に示す平面トラスに等分布荷重を作用させ、支間中央でのたわみが等しくなるような、曲げ剛性を有するはりモデルに置き換える。

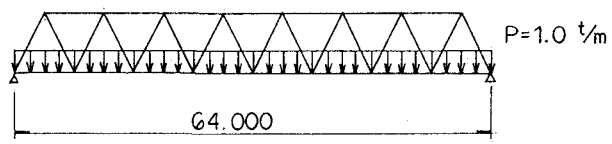


図-4 平面トラスと荷重載荷

図-4のモデルに $P = 1.0 \text{ t/m}$ を作用させたときの、スパン中央のたわみを $y_{\max}$ とすると、曲げ剛性は次のように与えられる。

$$y_{\max} = \frac{5 q l^4}{384 EI} \quad \Rightarrow \quad I = \frac{5 q l^4}{384 E y_{\max}}$$

4-3 添架桁に作用する断面力

添架桁に作用する断面力は死活荷重載荷につき、それぞれ異なった構造系で計算を行ない、両者の断面力の合計とする。すなわち、死荷重による断面力は単純桁モデルで求め、また活荷重による断面力は図-3に示す格子桁モデルで求め、以上の合計を設計断面力とする。

図-5に構造系（横断面）を示す。また、結果を表-3、4、5に示す。なお、 M は曲げモーメント、 S はせん断力、 M_t はねじりモーメントを表わす。

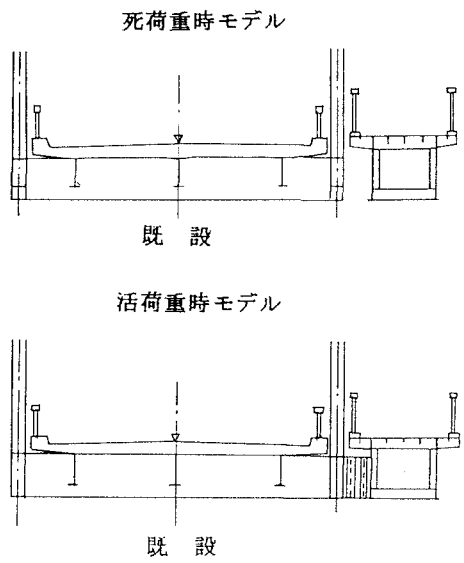


図-5 死活荷重に対する構造系

表-3 連結橋桁の断面力

部材	M (t・m)	S (t)
2 - 3	1.6	1.6
7 - 8	7.7	5.7
10 - 11	10.0	6.0
13 - 14	10.9	5.7
16 - 17	10.3	5.3
19 - 20	10.5	5.6
22 - 23	9.9	6.0
25 - 26	6.0	4.8
28 - 29	1.6	1.7

表-4 断面力総括表

	Pt	死荷重 Md (t・m)	活荷重 Me (t・m)	合計 ΣM (t・m)	死荷重 Sd (t)	活荷重 Se (t)	合計 ΣS (t)	活荷重 Mt (t・m)
G 2	2	0	0	0	93.1	57.7	150.8	—
	7	653	414	1067	70.3	49.0	119.3	—
	10	1120	708	1828	47.0	36.8	83.8	—
	13	1394	877	2271	22.9	26.5	49.4	—
	16	1480	929	2409	- 0.8	- 18.5	- 19.3	—
	19	1395	875	2270	- 22.8	- 26.8	- 49.6	—
	22	1122	702	1824	- 47.2	- 37.3	- 84.5	—
	25	653	405	1058	- 70.3	- 47.8	-118.1	—
	28	0	0	0	- 93.1	- 56.6	-149.7	—
G 3	4	0	6	6	32.3	5.5	37.8	- 30.0
	8	232	26	258	23.9	5.0	28.9	- 26.4
	11	391	41	432	15.8	5.0	20.8	- 18.4
	14	486	54	540	7.8	4.5	12.3	- 10.0
	17	516	62	578	- 0.3	- 3.4	- 3.7	8.9
	20	482	54	536	- 8.3	- 4.5	- 12.8	15.0
	23	383	40	423	- 16.4	- 5.0	- 21.4	23.8
	26	219	26	245	- 24.5	- 5.0	- 29.5	31.2
	30	0	- 7	- 7	- 32.3	- 6.6	- 38.9	34.0

表-5 添架桁の活荷重による曲げモーメントの内訳と既設トラスへの移行率

Pt	1	2	$\frac{2}{1}$	3	$\frac{3-2}{3}$
4	- 2.0	4.5	—	0	0
8	13.7	11.7	0.854	162	0.93
11	23.7	16.7	0.705	272	0.94
14	32.0	22.4	0.700	338	0.93
17	36.9	25.3	0.686	358	0.93
20	31.9	22.2	0.696	334	0.93
23	23.4	16.5	0.705	266	0.94
26	13.4	11.7	0.873	152	0.92
30	1.9	- 4.9	—	0	0

- 1 …… TL 14 (t・m)
 2 …… 群集荷重(t・m)
 3 …… 単純桁の場合群集荷重(t・m)

4-6 計算結果の考察

以上の計算結果を要約すると以下の通りである。

- (1) 表-3 から、連結横桁の断面力は非常に小さい。
- (2) 表-4 から、G 3 桁（添架桁）に作用する断面力は、G 2 桁（既設トラス）の $\frac{1}{4}$ 程度である。
- (3) 表-4 から、G 3 桁（添架桁）の曲げモーメントで活荷重の占める割合は10%程度である。
- (4) 表-5 から、添架桁のTL-14による曲げモーメントと、群集荷重による曲げモーメントの比率は1:0.7である。
- (5) 表-5 から、群集荷重による曲げモーメントの既設トラスへの移行率は90%程度である。

4-7 既設トラス応力照査

G2 トラスについて応力照査結果を表-6に示す。また、骨組図を図-6に示す。

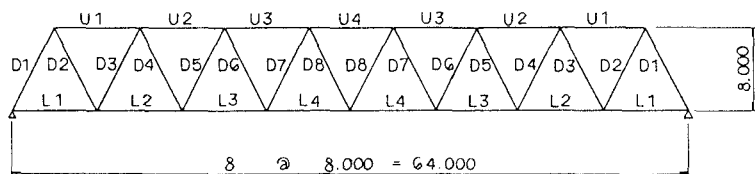


図-6 既設トラス骨組図

表-6 G2 トラス 応力 照 査

	添架前応力 (t)	添架後応力 (t)	応 力 比	作用応力度 (kg/cm ²)	許容応力度 (kg/cm ²)	応力度比	材 質	断面形状
U1	- 125	- 144	1.152	1029	1432	0.719	SM 50 Y	
U2	- 215	- 248	1.153	1363	1441	0.946	〃	
U3	- 269	- 309	1.149	1379	1445	0.954	〃	
U4	- 287	- 329	1.146	1343	1429	0.940	〃	
L1	63	73	1.159	780	1400	0.557	SS 41	
L2	169	195	1.154	1617	2100	0.770	SM 50 Y	
L3	240	276	1.150	1896	2100	0.903	〃	
L4	275	316	1.149	1899	2100	0.904	〃	
D1	- 140	- 162	1.157	890	1440	0.618	〃	
D2	141	162	1.149	1874	2100	0.892	〃	
D3	- 103	- 119	1.155	1102	1215	0.907	〃	
D4	103	118	1.146	1598	2100	0.761	〃	
D5	- 66	- 77	1.167	713	955	0.747	SS 41	
D6	66	76	1.152	1029	1400	0.735	〃	
D7	- 30	- 37	1.233	365	669	0.546	〃	
D8	30	37	1.233	687	1400	0.491	〃	

5. ま と め

本研究では、既設トラス橋に歩道添架する場合の連結箱桁形式について述べた。以上の検討結果を要約すると以下の通りである。

- (1) 自重と活荷重の、ごく一部を受けもつ構造としたので、鋼重は大幅に減少できた。
(最終的な鋼重 410kg/m²)
- (2) 既設橋に連結することにより、たわみ振動の問題を解消することができ、又 小さい断面で活荷重によるタワミの基準(支間の 1/600)をクリアーすることができた。

(参考文献)

- 1) 大橋 他 : 岸上橋添架歩道橋の設計と施工, 橋梁と基礎 15巻 7号 1981