

(3) 大スパン軽量複合PC桁の
曲げ性能に関する研究

J R 東日本 東京工事事務所 正会員 ○吉 見 学

J R 東日本 東京工事事務所 齋 藤 俊 樹

J R 東日本 東京工事事務所 正会員 大 石 辰 雄

1. はじめに

この研究では、駐車場等用の人工地盤を支持する合理的な軽量複合断面の基本形を曲げ性能の点から提案することを目的としている。研究対象の複合桁は、経済的に架設重量を軽減する材料、鋼ウェブ、下フランジに構造用鋼材を用い、PC鋼材により桁にプレストレスを与える構造である。3タイプの断面を想定し、それらの曲げ強度に着目して、各断面の特性を検討したので以下に報告する。

2. 検討条件及び使用材料

- ・検討条件 桁型式 — 単純桁 (スパン 42m, 桁高 1.2m以下)
架設時桁重量 — 1.0 t/m以下
供用重量 — 0.35 t/m²
鋼材最小厚さ — 6.0 mm (市場品厚さに合わせた為)
- ・使用材料 PC鋼材 — SWPR7B
鋼管・鋼板 (下フランジ), パイプトラス (ウェブ) — SS400
デッキプレート (上フランジ), 波形鋼板 (ウェブ) — SS400相当
スラブコンクリート — 軽量コンクリート

3. 検討用軽量複合PC桁断面

この研究で検討した3種類の軽量複合PC桁断面を以下に示す。

・軽量複合PC桁〔ケースⅠ〕 — (図-1)

上フランジ : 架設後に打設するスラブコンクリートと、床組鋼材に張りつけた永久使用のデッキプレートから成る。このデッキプレートは、スラブコンクリート型枠を兼用させる。

下フランジ : プレストレス力に対しては圧縮材、自重及びその他の荷重に対しては引張材の働きをする鋼管である。

ウェブ : 1次緊張前に上下フランジを剛結した、せん断力と軸力を受ける、パイプトラスである。このトラスは、1次緊張時の鋼管座屈防止材を兼ねる。

PC鋼材 : 桁架設前に緊張する1次緊張材。

スラブコンクリート硬化後に緊張する2次緊張材。

特徴は、ウェブ材に断面選定が容易で、溶接延長が最も短いパイプトラス構造を使用したことである。

・軽量複合PC桁〔ケースⅡ〕 — (図-2)

上フランジ : 〔ケースⅠ〕と同様。

下フランジ : 〔ケースⅠ〕と同様。

ウェブ : 1次緊張前に上下フランジを剛結した、せん断力と軸力を受ける、波形鋼板である。この波形鋼板はプレストレス力に対して、殆ど抵抗しないが、

せん断力に対して所要の強度を有する。^{1), 2)}

PC鋼材 : [ケース I] と同様。

特徴は、ウェブ材に、桁軸方向力を殆ど受けない波形鋼板を使用したことである。

・軽量複合PC桁 [ケース III] — (図-3)

上フランジ : [ケース I] と同様。

下フランジ : プレストレスカに対しては圧縮材、自重及びその他の荷重に対しては引張材の動きをする鋼板である。

ウェブ : [ケース II] と同様。

PC鋼材 : [ケース I] と同様。

特徴は、下フランジに、平鋼板を使用することにより、PC鋼材の有効高を最も大きくできることである。

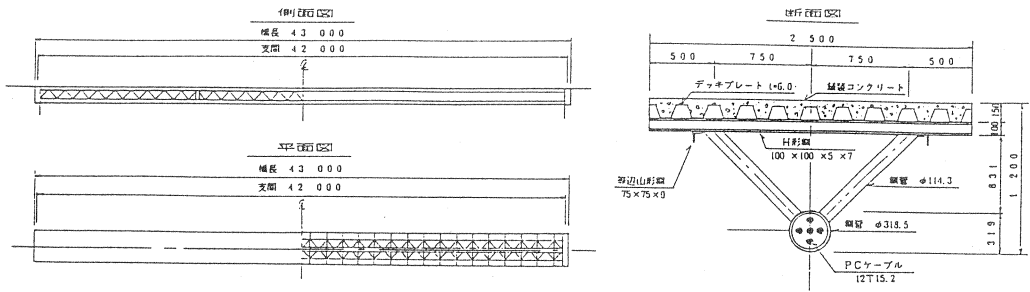


図-1 軽量複合PC桁 [ケース I] 一般図

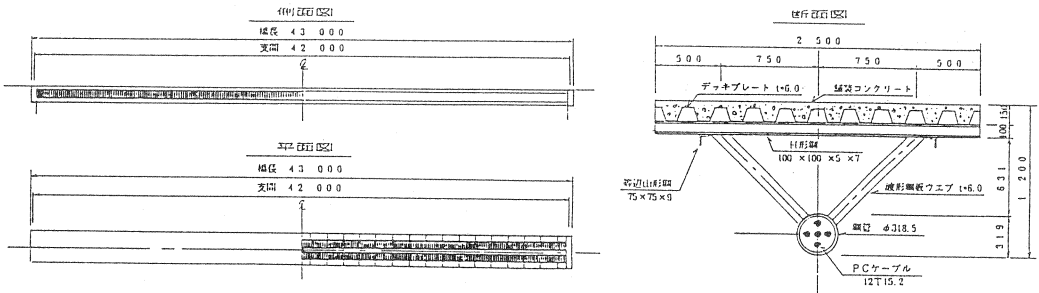


図-2 軽量複合PC桁 [ケース II] 一般図

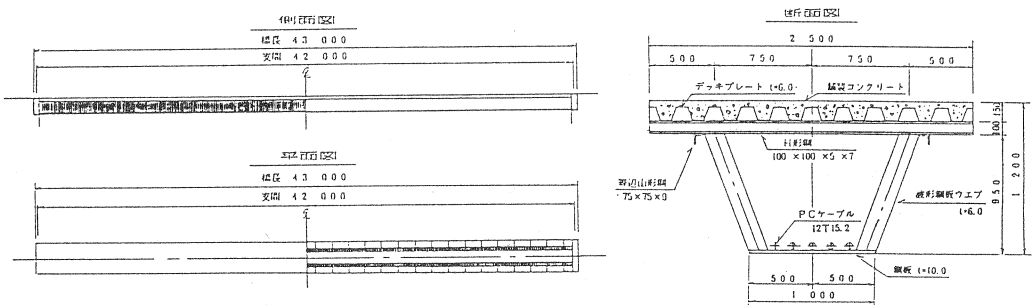


図-3 軽量複合PC桁 [ケース III] 一般図

4. 断面力及び曲げ応力度

この研究では、断面力及び曲げ応力度を算定するにあたり、基本的な設計の考え方を、モープレ橋、コンヤック橋で用いられた設計法にならい、ウェブを無視した断面、すなわち上フランジと下フランジのみからなる断面において、平面保持の仮定のもとに通常のPC桁と同様 ($\sigma = P/A \pm P \cdot e_p / z$) の方法を用いた。上記の設計法をもとに、スパン中央における断面力及び曲げ応力度の算定を行い、軽量複合PC桁〔ケースⅠ〕においては、ウェブであるパイプトラスを考慮したモデル化(図-4)を行い、変位法による立体骨組解析を行った。

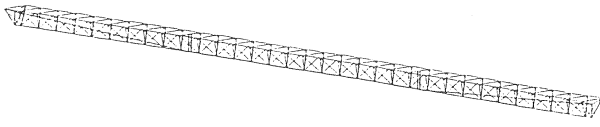


図-4 軽量複合PC桁〔ケースⅠ〕立体骨組解析モデル

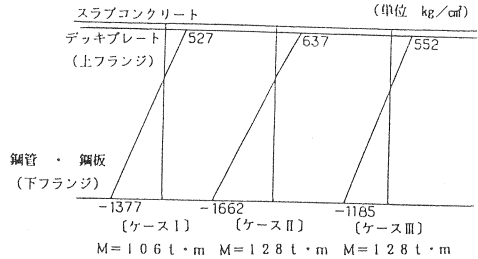


図-5 架設時自重による応力度

- (1) 架設時自重による応力度 (図-5)
- (2) 一次緊張力による応力度 (図-6)
- (3) スラブコンクリート打設後の応力度 (図-7)

本研究における設計の特徴は、全ての軽量複合PC桁の下フランジに構造用鋼材を用いていることである。これは、普通のPC桁が下縁の引張応力度を 0 kg/cm² となるように設計するのに対して、構造用鋼材の持つ許容引張応力度 1600 kg/cm² を効果的に利用できるからである。そこで、(3) において下縁の応力度を 1600 kg/cm² 以下となるようにプレストレス力を検討した。

- (4) 二次緊張力による応力度 (図-8)
- (5) 供用荷重による応力度 (図-9)
- (6) 設計荷重時の応力度 (図-10)

二次緊張力も、一次緊張力と同様に、(6) において、下縁の応力度を 1600 kg/cm² 以下となるように有効プレストレス力を検討した。軽量複合PC桁〔ケースⅠ〕立体骨組解析の結果、(1) ~ (6) のいずれの場合においても、ウェブであるパイプトラス部材の応力度が 600 kg/cm² 以上となるものではなく、〔ケースⅠ〕のトラス構造は、十分な耐力を有する。

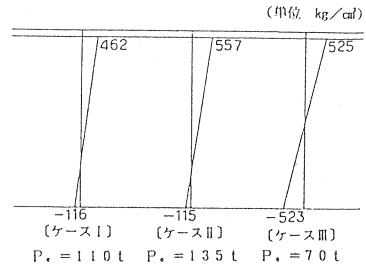


図-6 一次緊張力による応力度

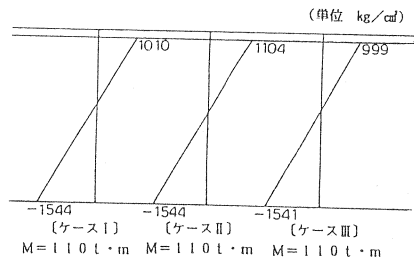


図-7 スラブコンクリート打設後の応力度

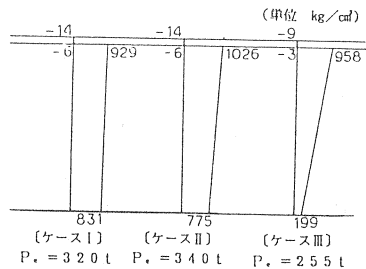


図-8 二次緊張による応力度

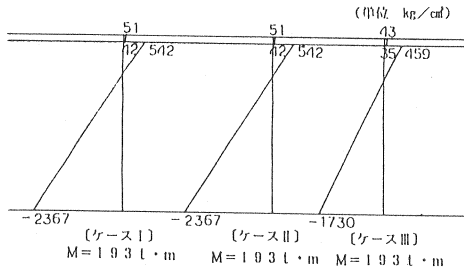


図-9 供用荷重による応力度

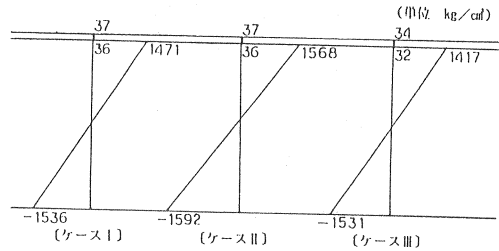


図-10 設計荷重時の応力度

(7) たわみの検討

表-1にたわみの計算結果を示す。

表-1 各ケース毎のたわみの集計

(単位: cm)		[ケース I]	[ケース II]	[ケース III]
①	架設時自重	1.4	1.8	1.3
②	スラブコンクリート打設後	1.5	1.5	1.1
③	供用荷重時	2.2	2.2	1.7
④	一次緊張力	-1.0	-1.2	-0.5
⑤	二次緊張力	-2.9	-3.1	-1.9
①+②+⑤	死荷重作用時	0	2	5
①+②+③+⑤	設計荷重作用時	2.2	2.4	2.2

(8) 主方向概算鋼材重量

表-2 各ケース毎の概算鋼材重量

表-2に幅2.5mあたりの、各ケース毎の構造用鋼材重量を示す。

(単位: t)	[ケース I]	[ケース II]	[ケース III]
構造用鋼材重量	15.6	19.8	19.5
P C鋼材重量	3.3	3.3	3.3
合計	18.9	23.1	22.8

5. まとめ

本研究では、3種類の軽量複合P C桁について得られた結果を要約すれば以下のようになる。

- ① 架設時重量は、[ケース II]、[ケース III]、[ケース I]の順に大きい。
- ② プレストレスの所要量は、[ケース II]、[ケース I]、[ケース III]の順に大きい。
- ③ 溶接延長は、[ケース I]が少なく、[ケース II]、[ケース III]ともに多い。

今回の検討では、軽量複合P C桁3ケース中、[ケース I]が軽量性、組立性の点で有利と思われる。

この研究では、大スパン軽量複合P C桁は3ケースであったが、その断面形状、桁を構成する材料のいずれにおいても、選択肢が大きく、数々の可能性が考えられる。今後は、これをベースとして、設計等条件に適合した、より良い断面を提案したい。

参考文献

- 1) Jacques Combalt, 大浦隆訳: シャロール近くのモープレ高架橋, プレストレストコンクリート, vol.34, No.1, pp.63~71, (社)プレストレストコンクリート技術協会, 1992年
- 2) 服部政昭, 大浦隆: 波形鋼板ウェブを用いたP C単純桁の一試設計, 第2回プレストレストコンクリートの発展に関するシンポジウム論文集, pp.53~58, (社)プレストレストコンクリート技術協会, 1992年11月