

鉄道橋における外ケーブル併用・新設合成桁に関する一考察

日本鉄道建設公団 ○正会員 藤原 良憲※1

日本鉄道建設公団 正会員 鈴木 喜弥※1

パシフィックコンサルタンツ(株) 正会員 八巻 康博※2

1. まえがき

P C 桁における外ケーブル構造は、特に軽量化を行う必要があるプレキャストセグメント工法や押し出し架設工法などにおいて、内ケーブル構造との併用構造として用いられている。

一方、鋼鈑桁、合成桁における外ケーブル構造は、道路橋の設計活荷重が増加になった折に、耐荷力の向上を目的として数例用いられている。新設鋼鈑桁橋に外ケーブル構造を併用している事例は国内では報告されていないが、海外における合成桁橋では、スイスのポアドロゼ橋等が報告されている。

橋梁をプレストレス（以降 P_s と称する）された鋼とコンクリートの複合橋梁との観点で捕らえると、海外においては、コニャック橋、モープレ高架橋、ドール橋等の波型鋼板ウェブを用いた橋梁、腹板に鋼トラス構造を採用したアルボア橋、国内においては猿田川橋・巴川橋があり、外ケーブルが重要な役割を果たし、P C 桁構造との比較において優れた面が報告されている。

本報告は、外ケーブル構造を既設合成桁（単純桁）に適用した場合の試設計（新設桁として）を行い、その利点、課題及び、今後の可能性等を鉄道橋の観点から探ったものである。

2. 試設計の内容

既設計の合成桁（北陸新幹線・単純合成桁）をもとに外ケーブルで張力を導入した場合について、下記の点に着目して検討を行った。

① P_s 力が桁に及ぼす影響、② 外ケーブル構造が桁に及ぼす影響、③ 既設計桁との経済比較

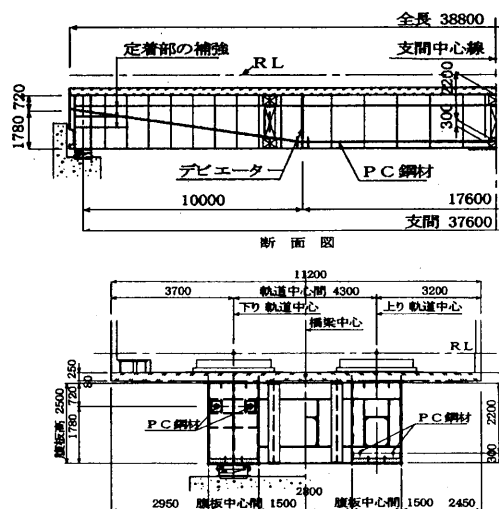
既設計の単純合成桁の諸元を表-1 に、外ケーブルを設置した場合の一般図を図-1 に示す。P C ケーブルによる張力の導入時期は、桁架設後（合成前）及び床版硬化後（合成後）の2 ケースが考えられ両者の検討を行ったが、本稿では合成後に P_s を導入した場合に関して報告する。

使用した、P C 鋼材の諸元を表-1、解析に用いた骨組みを図-2 に示す。

表-1 諸元及び比較一覧表

試設計・Case No	単位	PS 0・既設計	PS 200	PS 280	PS 370	PS 550	PS 640	
PCケーブル配置		クレーンボスト方式						
PC鋼材	本	0	(7φ15.2)×2	(19φ10.8)×2	(19φ12.4)×2	(19φ10.8)×4	(19φ11.1)×4	
プレストレス力(1軌道分)	KN	0	2058.0	2782.0	3716.0	5563.0	6430.0	
桁断面 (1軌道分)	床版	1-スラブ 5771×250						
	1-LF 1800×	mm	14	14	14	14	14	
	1-Rib 120×	mm	14	12	12	12	12	
	2-Web 2500×	mm	11	11	11	11	11	
	1-Rib 120×	mm	10	10	10	10	10	
	1-LF 1800×	mm	22	18	16	15	11	
	鋼桁断面積	m ²	0.1212	0.1154	0.1123	0.1108	0.1045	0.1029
	I _y	m ⁴	0.3136	0.2841	0.2689	0.2613	0.2298	0.2218
概算工事費の割合		---	1.000	1.014	1.021	1.044	1.048	
活荷重ワミ		mm	14.9	16.1	16.9	17.3	19.4	20.0

図-1 外ケーブル併用合成桁一般図



キーワード：鉄道橋、外ケーブル、合成桁、

※1 〒231-8315 神奈川県横浜市中区本町 6-50-1 TEL 045-222-9083 FAX 045-222-9102

※2 〒114-8562 東京都新宿区西新宿 2-7-1 TEL 03-3344-0626 FAX 03-3344-0806

3、試設計の結果と考察

表-1、図-3の結果より下記のことが言える。

①、プレストレス力が桁に及ぼす影響

- ・ P_s 力による負曲げの発生で、鋼桁断面を縮小することができる。
- ・ 断面縮小は下フランジのみで、上フランジには効果がない（ P_s に相当する軸圧縮力の影響）。
- ・ 図-3 に示す様、 P_s 力により、全体曲げ（ ΣM ）は減少するが（活荷重+衝撃）の曲げ（ M_{L+I} ）は減少しない。全応力度に占める（活荷重+衝撃）の割合が大きくなり、疲労設計上は好ましくない方向である。

②、外ケーブル構造が桁に及ぼす影響

図-4 は外ケーブル構造が桁に及ぼす影響を見るため、既設計の床版、鋼桁断面にケーブルの径・本数を変えたモデルによる活荷重タワミの結果である。

- ・ このモデルでは活荷重タワミは減少せず、外ケーブル構造は桁剛性にあまり寄与していない（図-3 の M_{L+I} よりも明白）。表-1 に示すよう、 P_s 力導入による断面減少分に比例して活荷重タワミは増大する（表-1 の活荷重タワミ参照）。高速走行では、設計値に近い強度の活荷重が载荷されるため、剛性を必要とする鋼鉄道橋には望ましくない方向である。

③、経済比較

- ・ 表-1 に各ケースの工事費を、既設計桁を 1.0 とした場合の比率で示す。外ケーブルの材料費、施工費の増加により、経済的とはならなかった。

図-2 解析骨組み図

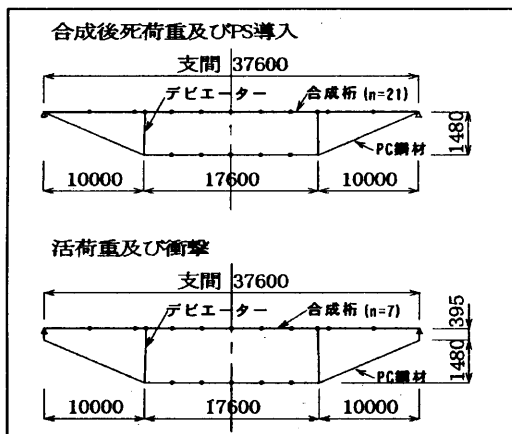


図-3 作用曲げ M 比較図

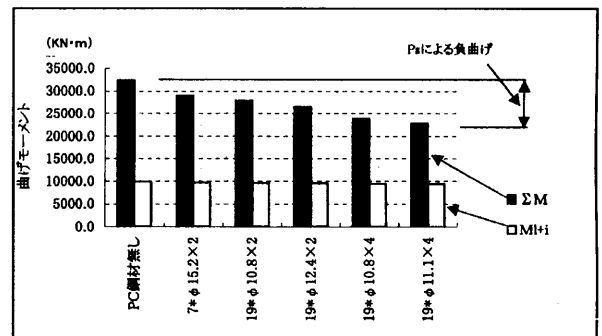
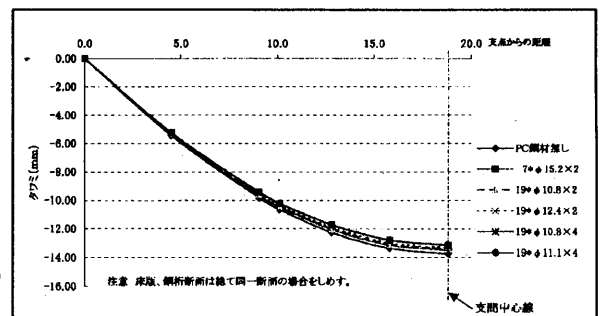


図-4 活荷重タワミ比較図



4、まとめ

新設合成桁として外ケーブル併用構造で設計すると、「剛性の低下」、「疲労の影響の増大」及び、「経済性」の面から必ずしも現時点では優れた構造とは言えない。

一方、既設桁の補強にとっては、比較的桁を痛めない改造が可能であるので、有効な構造と考えられる。その場合でも、上フランジの応力度の改善はあまり期待できないので、道路橋で用いられた様に、上フランジ・床版の圧縮応力度を改善するための併用工法が必要と考えられる。また、この構造では設計 P_s 力毎の断面構成が可能であり、設計の自由度が高い。

その意味でも、改善すべき応力度が明確な既設桁の補強に関しては、採用し易い構造と考えられる。

「参考文献」

宮本、玉田、久保田他：既設合成桁橋の機能向上と構造の合理化、橋梁と基礎（1997.12）