

# モノレール鋼軌道桁の構造特性について

構造研究室 城間隼人 柳雄太郎

## 1. はじめ

モノレールは、交差点及び河川横断箇所など橋脚間隔が20m以上になるPC桁から鋼軌道桁を使用しており、その構造形式は主桁2本と複数の横桁及び対傾構で構成されている。

本研究では、鋼軌道桁を対象に、モノレール車両重量（活荷重）と鋼軌道桁自重（死荷重）の作用下において、弾性立体骨組み構造解析を使用して、鋼軌道桁・横桁・対傾構の構造特性を調べた。

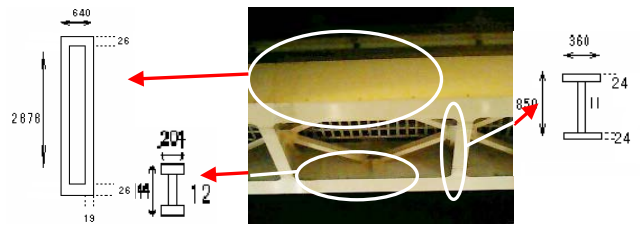


図1 断面図

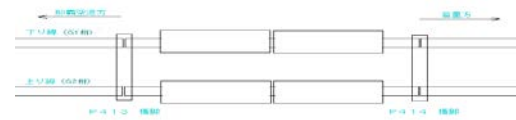


図2-1 上下線同時荷重

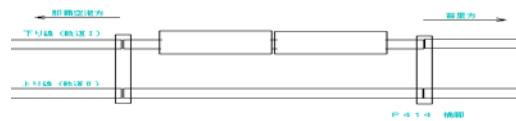


図2-2 下線片側荷重

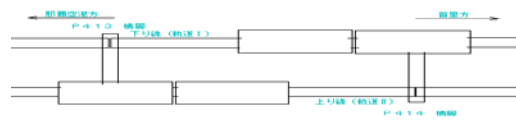


図2-3 偏心荷重

## 2. 解析手法

### (1) 対象モデル

解析対象は、桁支間長41m、主桁2本、横桁10本、対傾構36本の鋼製軌道桁構造とした。

表-1は各構造部材の断面寸法と構造諸元を示す。

表-1 断面寸法と構造諸元

	高さ (mm)	板厚 (mm)	曲げ剛性EI (N・mm <sup>2</sup> )	材質	許容応力度 (N/mm <sup>2</sup> )
軌道桁	2900	Flg 24 Web 16	2.46×10 <sup>17</sup>	SM520	210
横桁	900	Flg 27 Web 11	9.34×10 <sup>14</sup>	SM400A	140
対傾構	150	Flg 10 Web 10	4.50×10 <sup>12</sup>	SS400	140

### (2) 荷重荷重

荷重荷重は、図2-1～図2-3に示すように「上下線同時荷重」・「下線側荷重」及び「偏心荷重」の3パターンとした。荷重の大きさは総重量730KN（満員時）とし、1軸重当たり87.0KN～93.2KNとした。図2-4に3パターンの荷重荷重状況を示す。また、図2-4にモノレール1編成の軸配置及び軸重を示し、図2-5に構造解析に用いた活荷重の荷重例（P1 = P2 = 91924 N、P3 = P4 = 93198 N、P5 = P6 = 92610 N、P7 = P8 = 87024 N）を示す。支承条件 P413 橋脚（空港駅方）可動支承（Mov）、P414 橋脚（首里駅方）固定支承（Fix）とした。

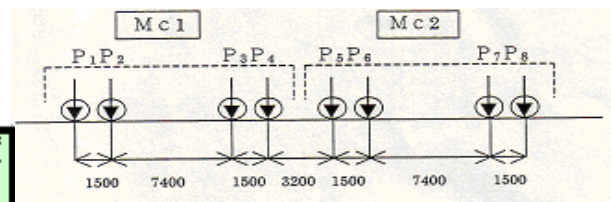


図2-4 モノレール実車両の軸配置と軸重

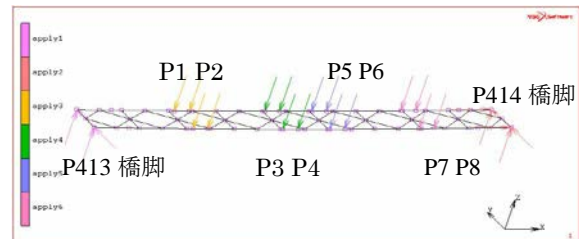


図2-5 荷重モデル

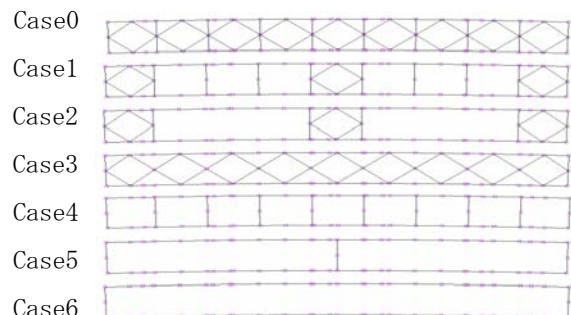


図3 荷重モデル

### (3) 解析ケース

解析をするにあたって図3に示すように計7つのモデルを作成した。モデル作成にあたっては、設計計算書及び図面より、最大曲げモーメント、最大せん断力がかかっている支間中央と桁端部の横桁と対傾構を残し、その他の部材を取り外してみる。

### 3、解析結果

図4に载荷3パターンに対する変形図を示す。上下線同時载荷時の変形は、面内たわみが卓越している。下線片側载荷時には面内たわみ変形と荷重载荷側への面外変形が見られる。偏心载荷時には、面内たわみ変形と捩じり変形が見られる。

解析により求めた $\sigma_g$ 、 $\sigma_t$ -中央部、 $\sigma_t$ -端部の値は、ともに許容値内である。下り線片側载荷の場合、 $\sigma_g$ 、 $\sigma_t$ -中央部の値は許容値内であるが、 $\sigma_t$ -端部の case3、5、6 で疲労限度を超えている。偏心荷重の場合、 $\sigma_g$ 、 $\sigma_t$ -中央部、 $\sigma_t$ -端部は許容値内である。図5に各解析ケースにおける主桁及び横桁の最大発生応力度を示す。ここで $\sigma_g$ とは主桁にかかる最大応力度、 $\sigma_t$ とは横桁にかかる最大応力度である。

### 5、まとめ

主桁の最大発生応力度の $\sigma_g$ が全パターンで許容値内であり、死荷重と活荷重載荷では支点以外の横桁及び対傾構を取り外した主桁だけでの設計でも成立する。

全パターンで $\sigma_g$ 、 $\sigma_t$ -中央部、 $\sigma_t$ -端部が許容値内に入ったモデルは、case0、1、2、4であり、図6に示すように色ぬりされた桁端部と支間中央の格間は疲労上、重要な構造部位であることがわかる。これは、軌道桁への最大応力度が生じる支間中央格間、横桁に対する最大応力度が生じる支点上格間であり、この2箇所の横桁は必要不可欠だという構造特性が見られる。この格間以外において、横桁及び対傾構の数を少なくできる可能性がある。ただし、横桁の少ない case2、対傾構のない case4 には風荷重、地震荷重、遠心荷重などの応力照査をする必要がある。

#### ・参考文献

- 1) 都市モノレール構造物設計委託業務(国道330号・その1) [真嘉比地区; P413~P414 単純綱軌道桁] 上部工設計計算書
- 2) 国道330号綱軌道桁建設工事(その10)(那覇市真嘉比及び安里地内)(P336~P367・P413~P414) 完成図

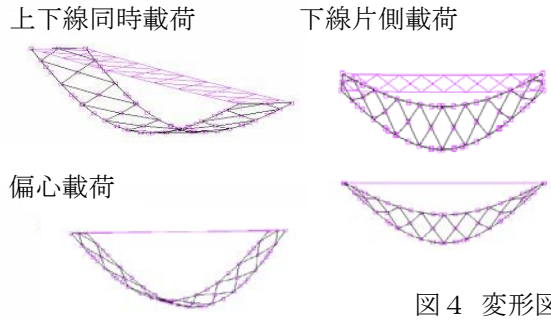


図4 変形図

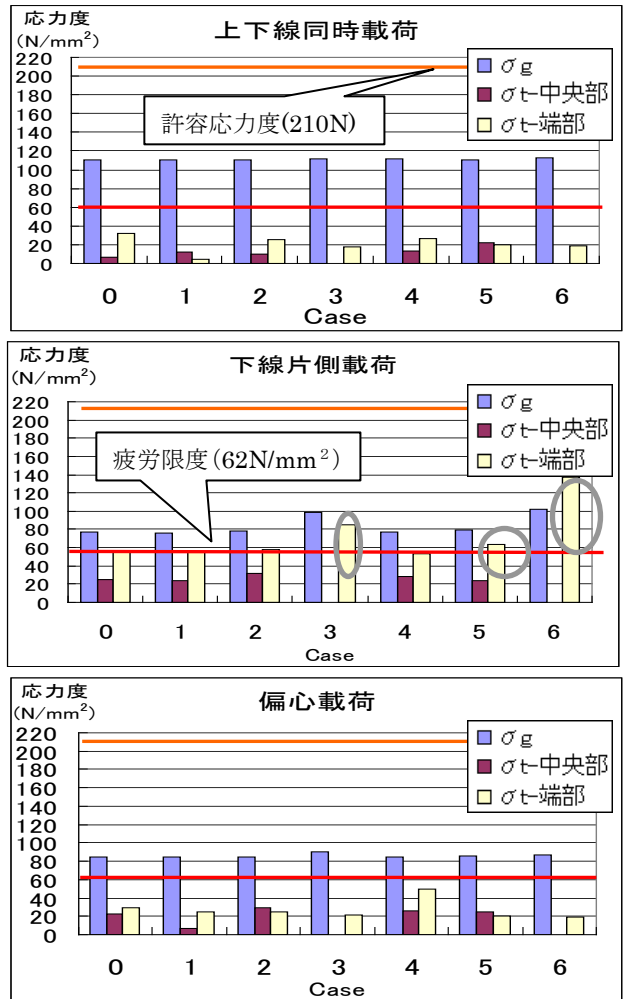


図5 最大発生応力度

(許容応力度 210N/mm<sup>2</sup> 疲労限界 62N/mm<sup>2</sup>)

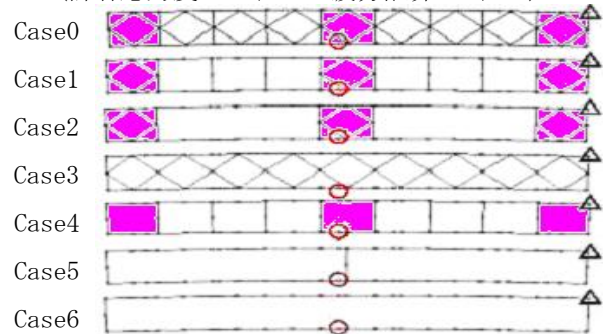


図6 解析モデル(○は主桁最大曲げモーメント、△は横桁最大曲げモーメント)