

同径間が連続する工事桁における列車動揺対策

東京急行電鉄 ○正会員 岩本 敏彦
東京鐵骨橋梁 金尾 光志

1. はじめに

東急目黒線立体交差事業の内、不動前駅付近においては、平成 11 年 10 月 10 日に直上高架切替工法により線路切替を行い、延長約 570m の区間を工事桁化した。工事桁化後、線路の状態を把握する目的で、列車動揺試験を実施したところ、C、D ブロック（工事桁支間 8 m）の直線区間において、列車速度 41.1km/h で上下方向に 0.19g 程度の振動が生じた。この値は保守限度目標値（0.20g）をクリアしているものの、乗り心地に違和感があり、その後に予定している地下鉄線との相互直通運転に伴うダイヤ改正でスピードアップをする計画があり、保守限度目標値を上回ることが懸念されたので、その原因を究明し対策を行う必要があった。本報文では、対策工の概要及び結果を要約すると共に、その結果を検証するために行った列車走行シミュレーション解析について報告する。

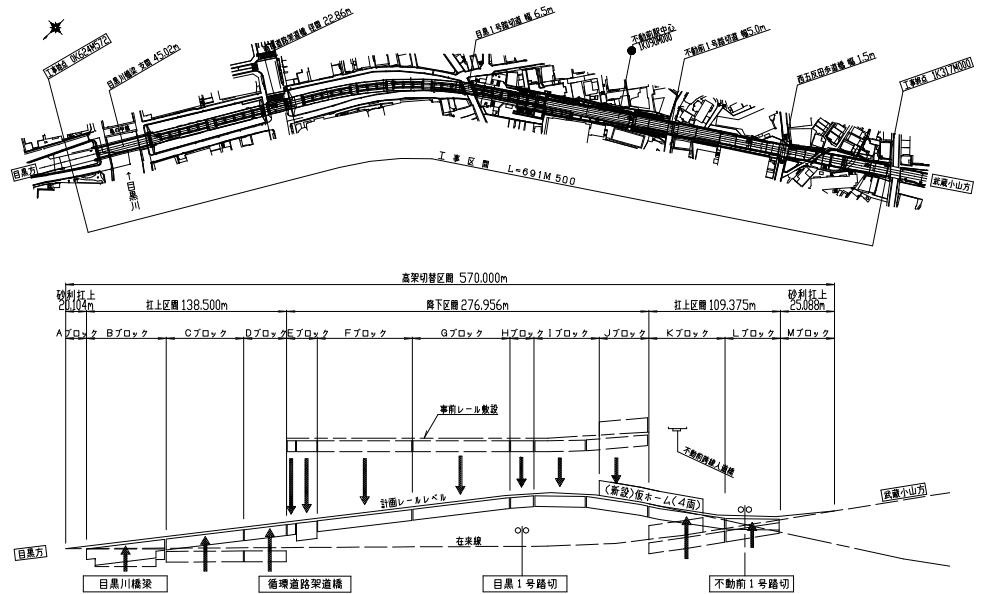


図 1 高架切替概要図

2. 工事桁概要

切替後その直下で R C 高架橋を構築しなければならないので、工事桁はレールレベルから高架橋スラブ天端の間に納まり、スラブの施工代 100mm が確保できる桁高として 570mm 程度にする必要があった。

また、高架橋が全幅同時に施工できるように施工性を考慮して、横桁の支点は高架橋の外側、横桁位置は高架橋の柱間の中間とした。結果、横桁支間は 7.7m ~ 10.4m、縦桁支間は 8.0m（C,D,F,G,I,J ブロック）、6.0m（K,L ブロック）の 2 種類とし、45km/h の徐行を前提として、活荷重たわみ（以下たわみと言う）の許容値を緩和して設計した。

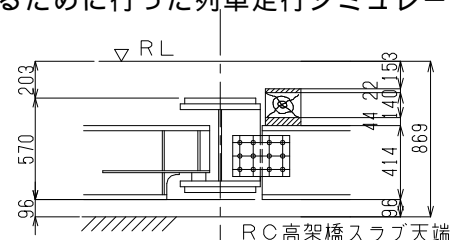


図 2 工事桁概要図

3. 列車動揺対策

過去の実績において、このように同じ支間の工事桁を連続して敷設し、営業列車を走行させた例がなかったので、縦桁のたわみ量及び列車走行に伴う縦桁のたわみと車両バネ（1.5Hz 程度）との共振が上下振動の原因であると仮定し、有効と考えられる以下の対策を実施した。

縦桁剛度の向上

縦桁のたわみ量が、列車の動揺に与える影響が大きいと判断し、たわみが設計時の 11.3mm から 5 ~ 6 割程度になることを目標に、縦桁下フランジにカバープレートを設置した。（図 3）

キーワード：工事桁、列車動揺、たわみ、列車走行シミュレーション解析

発表者連絡先：〒150-8511 東京都渋谷区南平台町二番十七号 TEL 03-3477-6322 FAX 03-3477-6266

レールへのそりの設置

列車の走行に伴いレールが水平より下に湾曲し、列車動揺を誘発する状態を緩和するため、レール下にキャンバーを挿入し、設計活荷重たわみの 1/3 程度の反り（支間中央で 5mm）をレールに設置した。（図 4）

縦桁支間の変化

縦桁支間が等間隔の場合、車両は縦桁のたわみによって一定のリズムで上下し、車両バネと共振して動揺が生じる可能性があった。縦桁支間を不規則にするため、出来上がった高架橋のスラブを利用し支間中央に支点を設け、部分的に支間を短くした。（図 5）

4．測定結果及び列車走行シミュレーション解析

列車動揺試験の測定結果を表 1 に示す。また、工事桁のたわみと車両の上下振動加速度との相関関係を調べ、今後の工事桁設計に反映させることを目的に列車走行シミュレーション解析を行った。工事桁、車両は実際の諸元を使用し、測定結果と解析結果の整合性を確認した後、縦桁支間長、縦桁の剛性、レールへのそりの設置、列車速度をパラメーターとして解析を行った。その結果を図 6 に示す。測定結果と解析結果より、以下のことが確認できた。

- (1) 縦桁のたわみ量を小さくするために縦桁の剛性を向上させたが、改善効果は少なかった。
- (2) 縦桁支間 8.0m の場合、縦桁のたわみと車両バネの共振現象により生じる振動加速度は大きい。縦桁支間 6.0m では、共振現象の影響は少ない。
- (3) 縦桁支間 8.0m の場合、レールレベルにそりを設けたら、振動加速度が減少した。
- (4) 共振現象を緩和するために縦桁支間を部分的に変化させたが、効果は少なかった。

以上の結果より、縦桁支間 8.0m の場合は、縦桁のたわみをほとんどなくさない限り、車両バネとの共振現象により、動揺加速度が生じることが分かった。その解決策としては、縦桁支間を 6.0m にする方法があるが、高架橋の柱間隔より決まる縦桁支間は、8.0m が一般的であり、レールもしくは縦桁にそりを設ける方法が有効であると考えられる。

5．おわりに

工事桁は一般的に掘削土量を少なくしたり、工事桁下での作業を行うことから桁高を低く抑える必要があり、たわみ易い構造になっている。特に、工事桁が連続するような場合には、工事桁のたわみと車両バネの共振現象により動揺が生じること、乗り心地の悪化や安全性を脅かす事態も懸念される。最近、鉄道の営業面から、徐行速度向上を図る場合が多い。その場合は、工事桁の支間とたわみ量、列車速度の関係を解析し、安全性を確認することが必要である。

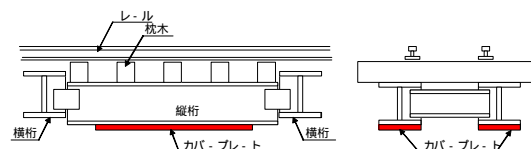


図 3 縦桁剛度の向上

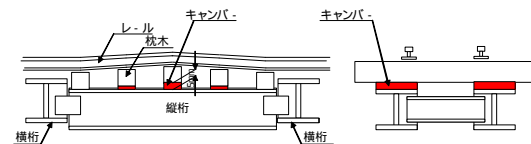


図 4 レールへのそりの設置

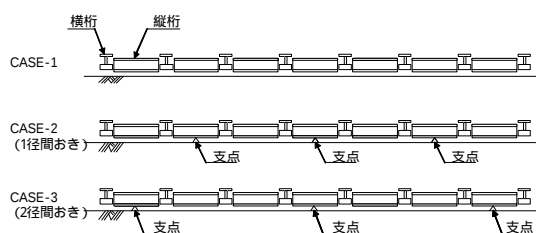


図 5 縦桁支間の変化

表 1 列車動揺試験測定結果

工事桁 支 間	対策	列車速度 (km/h)	上下振動 加速度(g)
6.0m	無体策	39.1	0.04
8.0m	無体策	41.1	0.19
	縦桁剛性向上	43.9	0.14
	レールへの そり設置	37.7	0.05
	支間変化 (1径間おき)	36.5	0.10
	支間変化 (2径間おき)	38.7	0.11

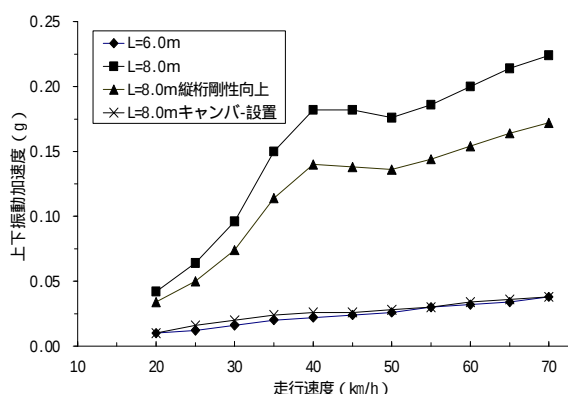


図 6 列車走行シミュレーション解析