

VI-188

高架橋上における架線柱の振動特性と考察

JR西日本 正○山田 稔

正 松下英教

笹川定信

1. はじめに

近年、都市開発が進むにつれて、JRにおいても駅周辺の高架化工事が行なわれている。この場合活線での施工となるため工法上、上下線が別々に使用開始されることがあり、トロリー線を支持する架線柱が上下線で形式の異なることがしばしばある。今回、この様なケースで架線柱部材の締結ボルトが弛緩・脱落するという事象が発生した。そこで、ボルト弛緩の発生メカニズムを現地調査、振動測定を行い検討したので報告する。

2. ボルト締付状況調査

問題となったA線区について架線柱各部材のボルト締付状況を調査した結果、以下のことが判明した(図-1、表-1)。なお、調査数量は、延長約5Km、設置基数にして116基である。

①高架区間で緩み箇所が多く発生している。

(高架区間 156箇所、盛土区間 21箇所)

②上下線別にみると、上り線で緩みが多く発生している。

(上り線67箇所、下り線38箇所)

③コンクリート柱構造別では、対称構造(上下線側とも同形式のコンクリート柱)は、ほとんど緩みが発生していない。(対称構造 1箇所/19基、非対称構造 69箇所/40基)

④運転速度別にみると、高速運転区間(100Km/h)で多く発生している。

上記①④については、過去の測定経験から該当する区間の電柱振動の大きいことが知られており、ボルト緩みの原因についても列車振動によることが推定される。

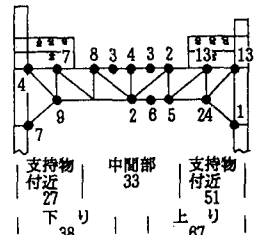


図-1 部位別緩み数

表-1 架線柱構造別比較

構造		設置数(基)	緩み数(箇所)
RC柱	対称形式	19	1
	非対称形式	40	69
鋼柱		49	31
RC柱+鋼柱		8	10

3. 架線柱振動測定

ボルト緩みのメカニズムを確認するため、部材各部の列車通過時における振動測定を実施した。なお測定箇所は、「緩みが多く発生した架線柱<No.1>」「緩みのない架線柱<No.2>」の2箇所、どちらもコンクリート柱構造で、非対称形式(上下線側の柱のモーメントが異なる形式。ただし、<No.1>は低モーメント柱、<No.2>は高モーメント柱を使用)となっている(表-2)。

架線柱構造および測定点は図-2に示すとおりで、測定周波数は0~250Hzとした。

3-1 データ解析

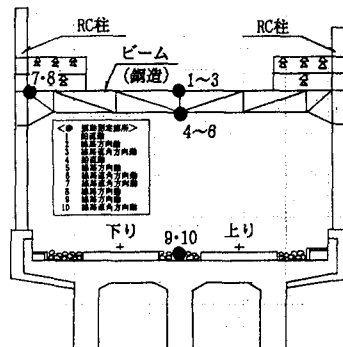


図-2 構造および測定点

表-2 架線柱の形式

No. 1	下り側	12N6.5
	上り側	11N5.0
No. 2	下り側	12N11B
	上り側	11N5.0

※架線柱の呼び方
12N6.5

└─┬─┘ 曲げモーメント (tf・m)
└─┬─┘ 長さ (m)

項目ごとの加速度振幅（平均値）を表-3に示す。ボルト緩みの発生した<No.1>は、①ほとんどの測点で<No.2>より大きな値となっている。②列車形式別では103系が207系よりはるかに値が大きい（103系～39.7t/両、207系～35.0t/両）。③上下線別による差はほとんどない。④低速の方がやや大きい。それに対してボルト緩みのない<No.2>は、①列車形式による差はほとんどない。②上下線別による差はやや上り線の方が大きい。③列車速度による差はほとんどない。なお、<No.1><No.2>とも共通して①ビーム端（測点8）の振動が他点と比較して大きい。②架線柱全体の振動は高架橋に対して著しく増幅している。

各測点のスペクトル分析結果を図-3に示す。分析した列車は、加速度振幅が全平均に最も近似した列車について行なった。これによると、振動数帯域において<No.1>は<No.2>より全体的に10～20Hz低い帯域で卓越していることがわかる。

また、図-4は<No.1>の上ビームと下ビームの振動波形（線路直角方向動）である。この2測点の波形の同時刻における位相をみると、逆位相となっている場合が多く、互い違いに動いていることが判る。

3-2 考察

以上のことから緩みの原因としては、振幅、逆位相および振動数帯域にあることが予測される。緩みが多く発生した<No.1>は低モーメント柱であり、高モーメント柱<No.2>よりも振幅が大きく、しかも上下ビームが逆位相で振動している。ただし、低モーメント柱であっても対称構造であれば、逆位相の生じる頻度が激減するため、緩みが生じないものと推定される。

もう一つの原因である周波数帯域については、工業試験場における再現試験結果を待たなければならないが、<No.1>に緩みが多くみられることから、ここでの卓越振動数帯域である60～70Hz付近が最も緩みの発生しやすい帯域であることが推定される。

4. おわりに

今回の測定で、架線柱ボルト緩みのメカニズムが、おおよそ明らかになった。現在は締結ボルトの改良、車両の軽量化によりほとんど再発生はなくなっている。今後、当社において活線で高架化する場合は、設計段階において今回の教訓を生かし、お客さまに信頼される鉄道を目指していきたい。

表-3 列車振動測定値一覧表 上段：No.1 下段：No.2

項目	測定点	加速度強幅 (g)								
	1	2	3	4	5	7	8	9	10	
全平均値 (12本)	0.50 0.52	0.87 0.57	0.54 0.82	0.61 0.42	0.78 0.62	0.46 0.25	1.31 1.22	0.09 0.08	0.09 0.10	
(車両別平均値)										
103系	0.85 0.54	0.93 0.84	0.77 0.83	0.79 0.48	0.94 0.87	0.83 0.29	1.69 1.25	0.13 0.08	0.15 0.11	
207系	0.35 0.50	0.41 0.50	0.31 0.81	0.43 0.38	0.62 0.57	0.29 0.21	0.93 1.18	0.04 0.10	0.04 0.09	
(上下別平均値)										
上り線通過時	0.50 0.52	0.72 0.68	0.58 0.83	0.62 0.43	0.77 0.65	0.45 0.27	1.36 1.18	0.08 0.08	0.11 0.11	
下り線通過時	0.50 0.52	0.62 0.48	0.50 0.81	0.60 0.41	0.79 0.60	0.47 0.23	1.26 1.26	0.10 0.09	0.07 0.09	
(速度別平均値)										
85km/h以上	0.44 0.51	0.57 0.56	0.46 0.62	0.56 0.41	0.77 0.81	0.38 0.25	1.30 1.23	0.04 0.08	0.05 0.09	
85km/h未満	0.56 0.53	0.77 0.58	0.62 0.62	0.66 0.43	0.79 0.63	0.54 0.25	1.32 1.21	0.14 0.10	0.13 0.11	

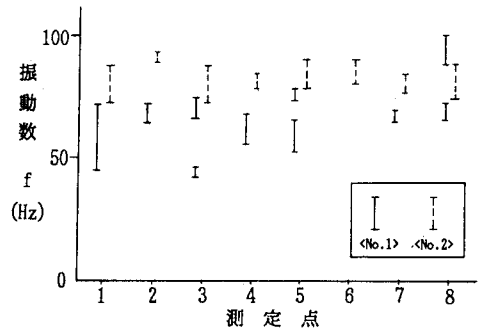


図-3 スペクトル分析結果

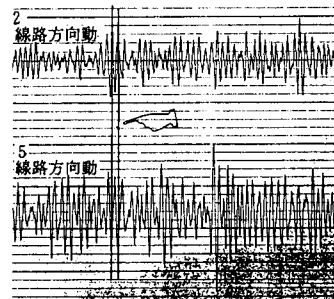


図-4 振動波形例

参考文献

- 1) 「電気工作物（電車線路）設計施工標準」 日本国有鉄道、電気局電力第一課