

国鉄 正会員 ○石橋 忠良
国鉄 正会員 長田 晴道

1. はじめに

東北新幹線の開業に先立ち、実構造物を利用して、6両編成の新幹線用試験電車による総合試験が栃木県の小山市地区（ $l = 42.8 \text{ km}$ ）で行なわれ、その一環として高速列車荷重による構造物のたわみ、コンクリートおよび鉄筋のひずみを測定した。

ここでは、小山試験線のコンクリート橋（RC桁：4橋、PC桁：5橋）で測定したたわみ、コンクリートおよび鉄筋のひずみの測定から新幹線での、コンクリート桁の動的挙動について報告する。

2. 列車走行による桁の動的応答

2.1. 減衰定数 減衰定数は、鉄筋およびコンクリートのひずみおよびたわみの実測応答波形から求めた値から対数減衰率を計算して求めた。その値は、表-1に示すとおりで、RC桁で $h = 0.055 \sim 0.064$ 、PC桁で $h = 0.022 \sim 0.028$ である。

2.2. 桁の固有振動数 測定橋梁の無載荷時の固有振動数を図-1に示す。この固有振動数は、たわみから求めた $E \cdot I$ を用い、この固有振動数とスパンとの関係をべき乗回帰曲線で表わすと、次式となる。

$$n_0 = 78.66 l^{-0.790} \quad \text{--- (1)}$$

2.3. 衝撃率について 測定した9橋の衝撃率を〔動的たわみ/静的たわみ（徐行時）〕により計算した。速度と衝撃率との関係は、図-2、3に示すように、全般に速度と伴に大きくなっている。

車両走行による桁の動的応答は、無次元の速度パラメータ α との関係が深く、速度パラメータ α は、次式のように定義する。

$$\alpha = \frac{V}{2 \pi n_0 l} \quad \text{--- (2)}$$

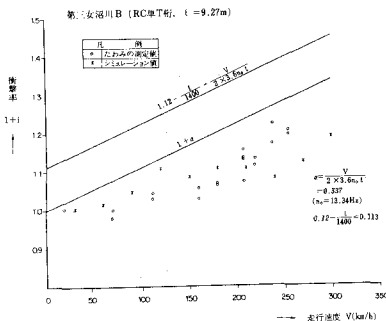


図-2 速度毎の衝撃率

表-1 減衰定数および対数減衰率

橋梁名	構造形式	スパン m	対数 減衰率	減 衰 定 数
第三安沼川B	RC単T桁	9.27	0.202	0.064
第一御門B1	"	9.27	0.190	0.061
第三東牛が谷B1	"	14.6	0.150	0.055
山の上Bv	PCI形桁	24.2	0.089	0.028
第一結城Bv	"	24.2	0.082	0.026
第二丘里Bv	"	61.4	0.082	0.026
小山第二B1	PC箱形桁	49.71	0.070	0.022

減衰定数 $h = \frac{\log e \tan \theta}{\pi}$

対数減衰率 $\delta = \log e \tan \theta$

$\tan \theta = \frac{\sum xy}{\sum x^2}$

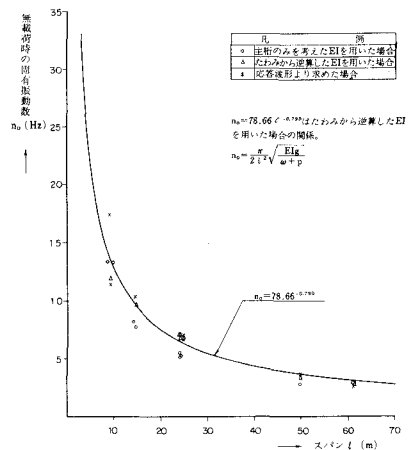


図-1 無載荷時の固有振動数 n_0 。
(東北新幹線)

α : 速度パラメータ V : 列車速度 (m/s)

η_0 : 無載荷時の固有振動数 (Hz) l : スパン (m)

図2, 3に, $(1+\alpha)$ の線が示してあるように, 各橋梁とも, 測定した衝撃率は, ほとんどが $(1+\alpha)$ より小さいが, 部分的に越えているものもある。

今, (1)式で求めた固有振動数とスパンとの関係を用いて速度パラメータ α を求めると次式となる。

$$\alpha = \frac{V}{2 \times 3.6 \eta_0 l} = \frac{V}{2 \times 3.6 \times 78.66 l^{0.27}} = \frac{V}{566 l^{0.27}} \quad (3)$$

V : 列車速度 (km/h)

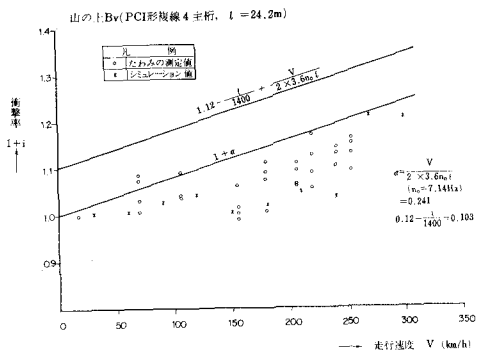


図-3 速度毎の衝撃率

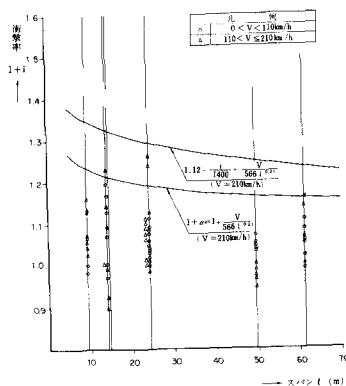


図-4 速度毎の衝撃率
(東北新幹線)

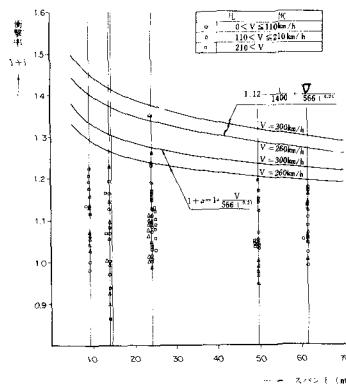


図-5 速度毎の衝撃率
(東北新幹線)

図の曲線 $(1+\alpha)$ を超えているのは, 車両の動揺やレールの状態などによる影響と考えられる。この影響を考慮し, すべての測定値を包括するようにした曲線が $(1+\alpha+0.12-\frac{l}{1400})$ の線である。この式によって, 各速度とも, すべての測定値が計算値より小さくなる。

3. まとめ

新幹線のコンクリート桁の衝撃率は, スパン 列車速度 桁の固有振動数でその基本的な性状が表わされ, これに車両の動揺やレール状態の影響を考慮した式で表わすことができることを, 速度 300 km/h までについて確認することができた。

同じコンクリート桁でも, RC 桁, PC 桁の相違は 固有振動数ならびに減衰定数に多少差があるが, 大きな差異はなく, この報告における範囲を大きく脱することなく, この結果を用いて大過ないものと考えられる。

本研究のとりまとめにあたり, 御指導にいただきました松浦章夫博士 (本四公団), また資料のとりまとめに御協力をいただきました幡野玲二氏 (ハチ成エンジニアリング) に御礼申し上げます。

参考文献 松浦章夫 高速鉄道における橋桁の動的応答に関する研究

鉄道技術研究報告 No1074, 1978.3