

ツインリンクもてぎオーバルコースPC桥梁の高速走行性に関する検討

大日本土木 PC技術室 正会員 中井 督介
同 上 坂井 隆之
同 上 正会員 渡邊 巧

1. はじめに

「ツインリンクもてぎ」は、栃木県芳賀郡茂木町に位置し、ロードコースとオーバルコース(スーパースピードウェイ)の2つの異なる種類のコースを併せ持つサーキット場である。ロードコースとオーバルコースには2つの立体交差があり、PC桥梁で構築されている。

PC桥梁上を時速300 km/hもの高速で車両が走行した例は今までになく、桥梁の動的挙動が競技車両の走行に与える影響が心配された。

本稿では、ツインリンクもてぎのオーバルコース内に建設されたPC桥梁(オーバル1号橋、オーバル2号橋)のうち、オーバル1号橋を対象として競技用車両が高速で走行した場合の桥梁の動的挙動および車両走行性の検討を行った。

2. 解析概要

本検討では、桥梁の動的挙動のみでなく走行車両の動的挙動も把握する必要がある。解析には、高速走行時の走行車両と桥梁との動的相互作用を考慮することが可能な解析プログラム「鉄道車両と線路構造物との動的相互作用解析シュミレータ(DIASTARS)」¹⁾を用いた。

桥梁のモデル化には、オーバル1号橋の設計から得られた断面諸元を用いてモデル化した。競技車両の走行パターンは、フォーメーションラップ時とした。モデル図および走行パターンを図-1に示す。これらにより、桥梁の動的たわみおよび走行車両の車体動揺(車両中心の鉛直応答加速度)と輪荷重変動を求めた。

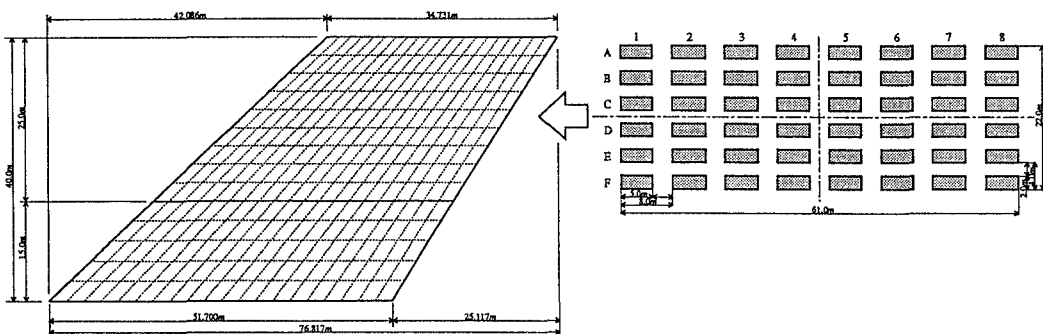


図-1 オーバル1号橋モデル図、走行パターン図

3. 検討結果

(1) 桥梁の固有振動数

オーバル1号橋のモード変形図を図-2に、モード振動数を表-1に示す。基本固有振動数である1次モードの固有振動数は3.2Hzであることが分かる。これに対し、同じ桁高スパン比の単純桁橋の固有振動数は2.3Hzと算定される。オーバル1号橋の固有振動数は、同じ桁高スパン比を有する単純桁橋と比較すると、固有振動数が1Hzほど高くなることが分かる。このことは、高速走行車両を支える橋梁としては有利な方向であると言える。

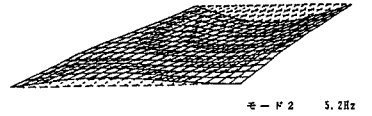
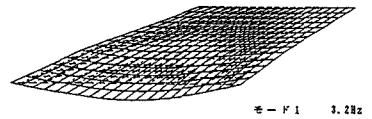
表-1 モード振動数

モード数	固有振動数
1	3.2
2	5.2
3	7.6
4	11.0
5	14.7

キーワード: プレストレスコンクリート、橋梁/連絡先: 〒162 東京都新宿区市谷田 2-35, TEL 03(5229)8811, FAX 03(3235)8227

（2）支間中央のたわみ

図－3に短辺支間付近の支間中央のたわみを示す。支間中央のたわみの最大値は、0.468mmで短辺の支間中央で生じている。短辺支間長と同等の支間を有し、同じ剛性の単純桁橋のたわみ量は0.5mmである。競技車両の走行によるたわみは、単純桁橋の静的なたわみ量とほぼ同じであると判断できる。

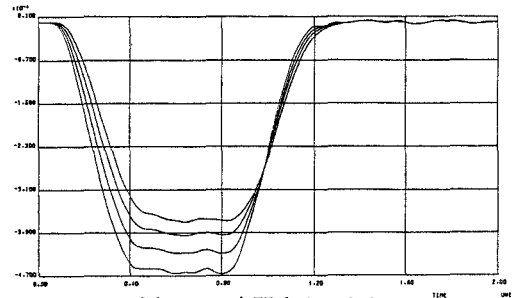


図－2 モード変形図

（3）車両重心位置での鉛直加速度

図－4にD列の1番目の車両の車体重心位置での鉛直方向応答加速度 α_v を示す。D列における車体重心位置での鉛直加速度の最大値は、 0.0147m/s^2 と計算され、非常に小さい値である。

競技車両の振動数を簡略的に $f=v/L$ （ v :速度、 L :支間）とすると、 $f=(300/3.6)/34.73=2.40\text{Hz}$ と計算される。自動車および鉄道車両の乗り心地基準として用いられているJanewayの乗り心地基準に照らすと、振動数2.40Hzに対する乗り心地係数1（非常によい）の場合の限界加速度は、 $0.2 \times 9.8 \times 1/2.40=0.82\text{m/s}^2$ と算出される。これらより、オーバル1号橋のたわみによる車両加速度は、乗り心地から判断して走行性上問題とならないことが分かる。



図－3 支間中央のたわみ

（4）輪荷重変動率

図－5にD列の1番目の車両の後輪の輪荷重変動率（ $\Delta p/P_s$ ）を示す。（ $\Delta p/P_s$ ）は、輪荷重変動（動輪荷重と静輪荷重の差： $P_d - P_s$ ）を静輪荷重 P_s で除した値である。

これより得られた輪荷重減少率の最大値は5.3%であり、走行性上問題となる値ではないと考えられる。

4. まとめ

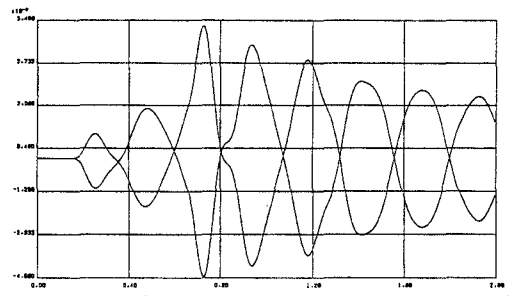
（1）橋梁の固有振動数は、3.2Hzとなり、平均支間長と同等の単純桁の基本固有振動数と比較した場合、約1Hzほど高くなる結果が得られた。

（2）フォーメーションラップ走行時における橋梁支間中央の最大たわみは、短辺支間で生じており、0.5mm程度である。短辺支間長と同等の単純桁のたわみと比較すると、ほぼ同じである結果が得られた。

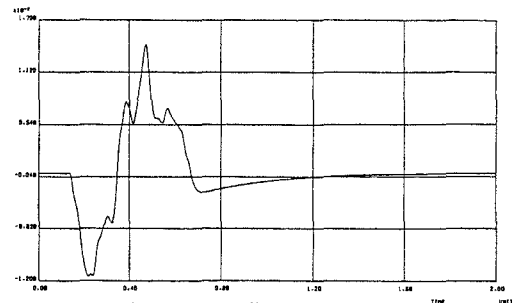
（3）車両重心位置での鉛直方向加速度の最大値は、 0.0147m/s^2 であり、橋梁走行時の走行安定性は非常によく、橋梁のたわみが走行安定性に支障をきたすことはないと考えられる。

（4）輪荷重減少率（輪荷重変動／静輪荷重）の最大値は、5.3%であり、車両の走行に問題とならない値であると考えられる。

以上より、競技車両の高速走行による橋梁の動的応答は、橋梁のたわみからも、車両の走行性に与える影響からも問題ないものと判断できる。



図－4 車体重心位置での鉛直応答加速度



図－5 輪荷重変動率

参考文献 1) 涌井、松本、松浦、田辺：鉄道車両と線路構造物の連成応答解析法に関する研究、土木学会論文集、No.513/I-31, pp.129～138, 1995.4.