

I-145

歩道橋の数値シミュレーション

○ 名古屋大学 学 鈴木森晶
九州東海大学 正 加藤雅史

まえがき

元来土木構造物というものは振動するものであり、特に歩道橋に関しては人間が直接利用する構造物であるため、その振動が人体へ及ぼす影響は使用性を論じる上で重要な要素である。そして歩道橋の振動については過去に多くの研究がなされてきた。そして筆者らも過去数年間に於いて歩道橋についての、固有振動数をはじめとして種々の研究を行ってきた¹⁾²⁾。本研究では歩道橋上を歩行者が歩行している状態を、応答解析により、各歩行状態での歩道橋の振幅をシミュレーションした。また減衰定数を変化させたときの応答振幅を求めることにより、歩道橋の減衰が使用性に影響することについて検討を行ったので、報告をする。

対象橋梁

対象とした歩道橋は表-1に示すような、箱型断面の桁を有する、H人道橋とF横断歩道橋である。どちらも昭和54年制定の立体横断施設技術規準以後に建

表-1 対象橋梁

| | 形式 | 剛性 E I (kgf·cm ²) | 支間長 (m) | 有効幅員 (m) | 死荷重 (tf) | 実測固有 振動数 (Hz) | 実測 減衰定数 |
|--------|---------|----------------------------------|------------|-------------|-------------|----------------------|------------|
| F横断歩道橋 | 単純鋼床版箱桁 | 1.26×10 ¹³ | 42.00 | 2.00 | 68.460 | f ₁ =2.81 | 0.004 |
| H人道橋 | 単純鋼床版箱桁 | 2.07×10 ¹³ | 54.30 | 4.00 | 172.062 | f ₁ =1.65 | 0.006 |

設された新しいタイプの歩道橋である。H人道橋は河川を跨ぐ歩行者専用の橋梁であり、支間長が54.3mある。F横断歩道橋はこれまで多く建設されてきた標準的な歩道橋と同じように、交通安全施設のの一つとして道路を横断する形式の歩道橋であり、支間長は42.0mである。しかしこの歩道橋は歩行者への振動の影響を考慮して設計されており、従来のもとと比較すると剛性で3倍程度、死荷重で2倍程度になっている。また固有振動数が2.81Hzとかなり高いものとなっており、そのため走行時の歩調と固有振動数が一致してしまうといった現象が発生し、過去に共振歩調で歩行した場合に歩行者に不快感を与える歩道橋として紹介した²⁾。

応答解析

今回対象とした歩道橋について応答解析シミュレーションを行うに当たり、過去に固有振動数等に関する振動測定については行っているので、固有振動数、減衰定数等は、実測により得られた値を用いた。また応答解析方法については、文献3)にある解析方法を参考にし、歩道橋上を歩行者が歩行した場合に、時刻毎に支間中央点での振幅を求める方法を用い、歩調により衝撃力を変化させて、振動振幅の状態をシミュレートした。その解析結果について表-2に示した。表-2に

表-2 応答速度実効値の実測値と解析値

| 上段：実測値(cm/s) 下段：解析値(cm/s) | 固有 振動数 (Hz) | 速度実効値 | | | |
|------------------------------|-------------------|-------|--------|--------|------------------|
| | | 共振歩調 | 2 Hz | 走行 | 5人 ランダム 歩行 |
| F横断歩道橋 | 2.81 | 2.511 | 0.129 | 3.812 | 0.286 |
| | | 3.886 | 0.040 | 1.941 | 0.200 |
| H人道橋 | 1.65 | 0.780 | 0.092 | 0.100 | 0.242 |
| | | 0.754 | 0.0480 | 0.0548 | 0.240 |

は歩道橋上を歩行したときに、支間中央点を通過したときの応答値を速度実効値に換算して示してある。なお実測値については速度計から得られた値を往復で平均した値である。なおこの実測値のうち共振歩調時と走行時では不快を感じる範囲である。ここでF横断歩道橋について共振歩調時で実測値より解析値が大きく、その他では実測値の方が解析値より大きい。これは加振力が人間の歩行および走行によるものであるため、正確に加振力が把握できないことが原因に挙げられる。さらに固有振動数が2.81Hzと走行時の歩調に近いことから、走行時に共振の影響がかさなり実測値が解析値より大きくなったと考えられる。一方H人道橋はF横断歩道橋と比較するとおおむね一致しているといえる。

減衰定数の変化による速度実効値

今回のシミュレーションには減衰定数として実測により得られた値を用いた。しかし実測には誤差があり、また算定方法によっても若干の差異があることと、設計時にダンパー等で減衰性能を高めた場合を考慮し、減衰定数が変化した場合どの程度応答値に変化があるのかを共振歩調歩行時について解析を行った。その解析結果を図-1に示す。この図-1よりH人道橋とF横断歩道橋ともに、減衰定数が0.001と0.01の時を比較すると約1/2に、同様に0.001と0.02を比較すると約1/3になっており、使用性が改善される。

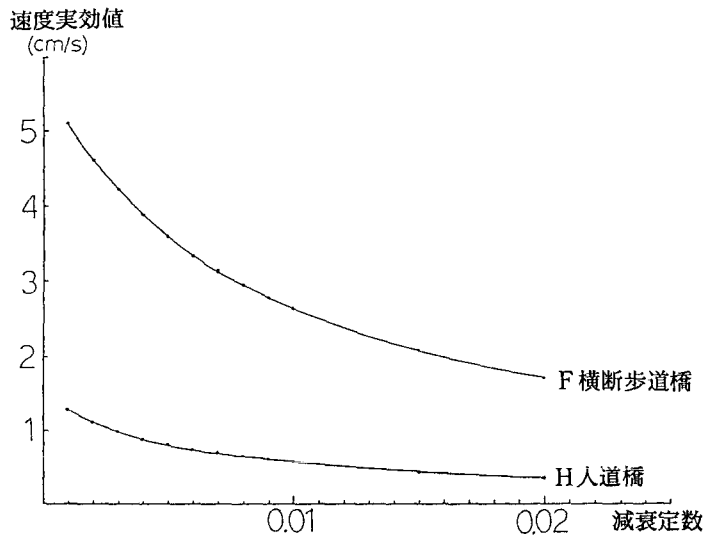


図-1 減衰定数を変化させたときの速度実効値

まとめ

- 1) 今回対象とした歩道橋は、いずれも立体横断施設技術基準制定以後に建設されたものであるが、それでも不快感を与えている場合がある。
- 2) 歩道橋の減衰定数は振動振幅に大きく影響し、減衰定数を大きくすること、つまりダンパー等で減衰性能を高めることにより、振動振幅は小さくなり、振動使用性について改善することができる。
- 3) 固有振動数が走行時の歩調に近い場合、走行時の応答解析を行う場合には、何等かの方法で補正をする必要があり、今後の課題である。

参考文献

- 1) 鈴木森晶：歩道橋の固有振動数に関する検討、名古屋大学工学部土木工学科卒業論文、1990。
- 2) 鈴木森晶、加藤雅史、田中信治：大規模歩道橋の実振動特性、平成3年度土木学会中部支部講演概要集、pp.36-37。
- 3) 梶川康男：振動感覚を考慮した歩道橋の使用性照査法に関する考察、土木学会論文報告集、No.325(1982)、pp.23-33。