# I-269 気仙沼大橋の振動特性及び耐荷力について

気仙沼市役所　浦島 達夫　村上 拓郎
東北工業大学　正員 高橋 龍夫
(株)復建技術コンサルタント　正員 永井 茂, 正員 藤島 芳男, °正員 遠藤 敏雄

近年、鋼材の開発、溶接技術の進歩、合成桁の使用等があいまって、橋梁の軽量化がはかられている。この結果、歩道橋を含めて「最近の橋はよく揺れる、設計上の欠陥によるのではないか」と言われることもある。そして、この「よく揺れる橋梁」を通行する歩行者あるいは、信号待ち等で橋上に一時停車している自動車のドライバーから種々の苦言が提される橋梁も多い。即ち、振動で橋が壊れるのではないかという不安感、設計上、あるいは施工上の欠陥があるのではないかという非難、振動に対する生理的な不快感や嫌悪感等である。一般的には「橋がよく揺れる」ことにより生じる不安や嫌悪感は、主観的な要素が多く入り一義的には定め難い。そのため「十分なる動的安定性の検討があれば、多少の振動は問題ではない」という考え方もあると思われるが本来、橋梁は安全であるとともに、快適な利用を保障することが大切である。

本報告にとりあげた気仙沼大橋もこの「よく揺れる橋」の範囲に入る橋であり、その実態を把握するために行った振動及び耐荷力試験の一部を報告するとともに「よく揺れる橋」に対する考察を加える。本橋は気仙沼市中谷地において、市道が大川を跨ぐ地点に、昭和44年に架設された。橋長 109.62m、四径間（支間長 $l$=26.78m）からなる活荷重合成単純格子桁橋でありその断面は図-1に示すものである。

本橋の振動は架設当初より、かなりの振動が生じていたように思われるが、昨今、自動車の重量が急激に増加したため、走行する自動車により生じる振動が、橋上を通行する歩行者により大きい不快感や不安感を与えるにいたったものと思われる。特に、架設地点が港と国道45号線を結ぶ中間にあり、冷凍魚や原油を満載した、大型の特殊車輌の通行が多く、より大きな振動を生じさせている。

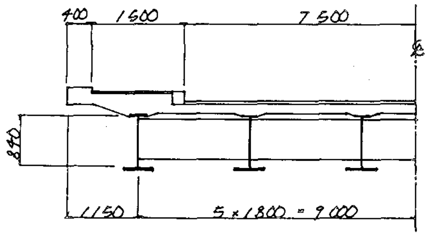


図-1

振動試験は、一般の通行車輌による振動をキャッチするとともに、試験車輌を用いて、この試験車輌の走行速度を変化させ、本橋に生じる振動性状の把握につとめた。

本試験に用いた試験車輌は、日産UDダンプトラック、日野ダンプトラックを各々1台づつ用い、各車輌に砂利を満載し、全重量約20tとした。

図-2は試験車輌の走行より、本橋に生じる振動性状の一部を示したものである。この図は試験車の走行によるたわみを、径間中央に設置された電磁式たわみ計により測定したものであり、径間中央点の動的影響が加味されたたわみの影響線とも考えられる。①より順に、車輌の走行速度がおよそ 50Km/h, 40Km/h, 30, 20, 10 の時のものである。一般的に言って、試験車輌の走行速度が大きい場合に、振動も大きく生じる傾向にあるが徐行した時

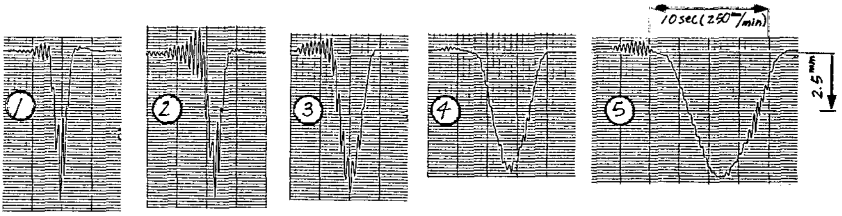


図-2

（10 km/h）よりも 20 km/h 近傍の速度で走行した場合の方が生じる振動振巾が小さい傾向を示した。

測定値より算定した気仙沼大橋の1次の振動数は $f_1$ = 3.02 Hz であり，この振動の対数減衰率は δ≒0.24 であった．試験車輌の走行では，1次の振動のみが観測されたが，一般車輌により2次の振動と考えられる $f_2$ = 11.8 Hz が観測されたが，このケースはごく稀であった。試験車輌により生じた振動加速度の最大は 60 gal であり，一般の自動車の走行により生じた振動加速度の中には，80 gal に近いものが観測された。伸縮継手上を通過する衝撃により橋に生じる加速度は別として，橋の固有振動により生じる加速度で 60～80 gal は決して小さい値ではない。

図－3は，人間の感覚と振動振巾及び振動数との関係を示した資料の一種である．図中 e－e 線は，「かすかに感じる」，c－c は「明確に感じる」，b－b は「少し歩きにくい」，a－a は「大変歩きにくい」等々*であり g－g は「不快である」**，BS はイギリスの示方書で定められている値である。この図によれば気仙沼大橋の場合には振動数が 3.02 Hz であるから振動振巾が 1 mm を越した時で「少し歩きにくい状態になり「不快である」という感覚を歩行者に与えることになる。観測された最大振動振巾は 1.6 mm と 1 mm をはるかに越す値もみられるので，常時とは言えないにしても，橋上を通行する歩行者に少なからず不快感を与えているものと思われる。

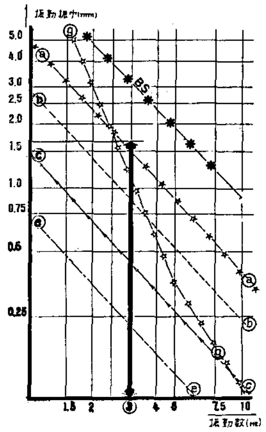


図 － 3

尚，英国では，歩道橋の振動を減少させる目的で制振器の設置が行なわれている。我が国においても，橋梁の動的安定性の検討のみならず，利用者の生理的な感覚への影響を検討することが望まれる。

一方橋桁の耐力は，静的載荷試験によって検証した。静的載荷試験によって得られた曲げ応力は，最も苛酷と考えられる載荷状態に対しても余裕のあるフランジ断面であった。しかし，本橋は活荷重合成桁として設計製作されており床版の完全なる合成作用が不可欠である．本橋の合成作用の状況を把握するため図－4に支間中央点の曲げ応力度分布を描いたものである。曲げ応力の分布が直線的に変化するものとすれば，上下フランジ応力を結んだ直線がウェブプレートと交叉する点が実際の合成断面の中立軸である．架設時の設計計算書の中立軸(●)と測定結果より算定した中立軸は良く一致することがわかる．したがって橋桁の耐力は，合成桁としての機能及び荷重分配がほぼ設計通りに働いていると考えれば，特に問題はないと判断できる．床版の設計は，S39年示方書により行なわれた，S57年にひびわれ補修（樹脂注入）が施されている。現床版は，現行示方書で設計すると鉄筋で 115% の応力超過がみられた。鋼桁に比べ床版は，振動による疲労や衝撃の影響を直接に受けやすく今後早急にひびわれ巾の拡大が予想される。合成桁の場合は，床版の破壊が即橋全体の劣化にも繋がるので床版の補強は，すみやかに実施する必要があり，補強方法については，現在市役所にて検討中である。

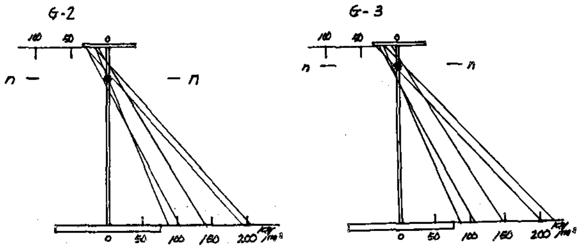


図 － 4

* 小堀，梶川 ： 土木学会論文報告集 NO 222 NO 230

** 三輪，米川 ： 振動の評価法 日本音響学会誌 27-1 1971