

コンクリート充填鋼管アーチ橋の動性能に関する研究

長崎大学工学部 学生会員 ○保手浜篤 長崎大学工学部 学生会員 Wu Qing Xiong
 長崎大学工学部 フェロー会員 高橋和雄 長崎県土木部 村里静則
 三菱重工業(株)長崎造船所 正会員 吉村光弘 長崎大学工学部 正会員 中村聖三

1. まえがき

コンクリート充填鋼管(CFT)アーチ橋は、剛性、耐力に優れ、橋梁の建設費の縮減が期待できるため、今後架設数が増加すると予想される。長崎県内に架設が予定されている第二西海橋(仮称)では、この形式が国内で初めて採用されており、現在、製作に向けた準備が進められている。

CFTアーチ橋は中国では100橋を超える架設実績があり、静的挙動はかなり明らかにされているが、走行車両による応答や大地震動を受ける場合の安全性については、十分な検討が行われていないのが実状である。

そこで本研究では、国内で初めて架設されるCFTアーチ橋である第二西海橋を対象として、固有振動解析、走行荷重による応答解析および地震応答解析を行い、CFTアーチ橋の応答特性を把握するものである。

2. 第二西海橋の概要と解析モデル

第二西海橋は、佐世保都市圏と長崎都市圏を結ぶ延長50kmの西彼杵道路の中で針尾瀬戸海峡に架けられる橋梁である。橋梁の一般図および断面図を図-1に示す。橋梁形式は、架設予定位置の景観や現在の西海橋との調和および橋梁の建設費の縮減等を考慮して、CFTを用いた鋼中路ブレースドリブアーチ橋が採用された。橋長は300m、アーチ支間長は230mである。アーチリブは直径812.8mmの鋼管に高流動コンクリートを充填したCFTであり、床版は合成床版である。本橋は自動車専用橋であるが、県立公園中に建設されることを考慮して、桁下に添架歩道が設置されている。本橋梁の解析モデルを図-2に示す。

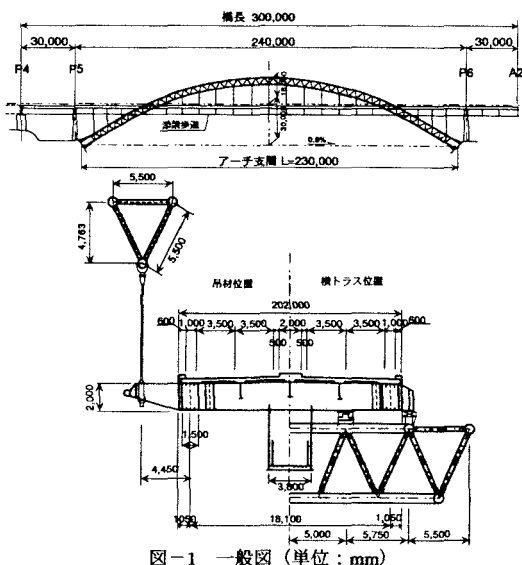


図-1 一般図(単位: mm)

3. 固有振動特性

図-3に示すように、第二西海橋は、面内方向ではアーチ橋特有の逆対称振動モードが基本振動モードで、面外方向では1次モードが対称モードである。

4. 走行荷重による応答特性

橋梁-車両-路面モデルを用いて、走行荷重による応答解析を行った。1自由度でモデル化した走行車両(車両質量 $m=25t$, 固有振動数 $f=3.0Hz$, 減衰定数 $h=0.03$)を用い、走行速度 $V=80km/h$ の場合について検討した。

なお、路面状態は最良とした。図-4に示すように、アーチ支間部では、アーチリブおよび補剛桁の応答

レベルは同程度であり、最大加速度は約 $0.4m/sec^2$ である。一方、P4-P5およびP6-A2間では、補剛桁の応答が大きくなっている。これは、図-5に示すように、側径間の固有振動数が車両の固有振動数とほぼ一致しており、共振が生じているためと思われる。

5. 非線形地震応答特性

道路橋示方書に基づいて、橋軸直角方向に地震波を入力して、地震応答解析を行った。入力地震波は、タイ

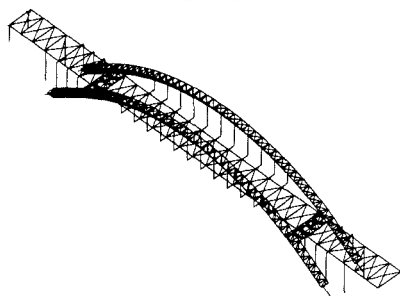


図-2 解析モデル

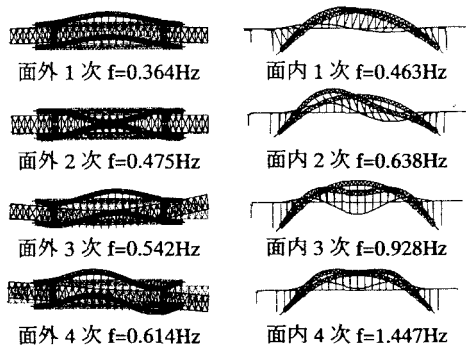


図-3 主要な振動モード

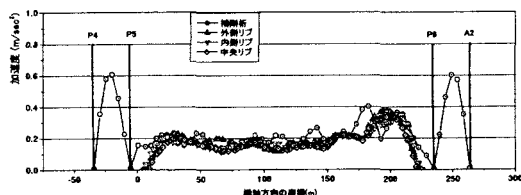


図-4 走行車両による橋梁の最大応答($V=80\text{km/h}$)

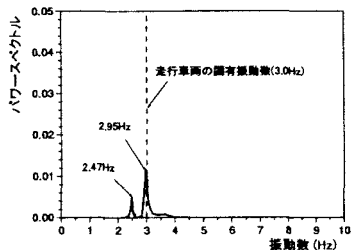


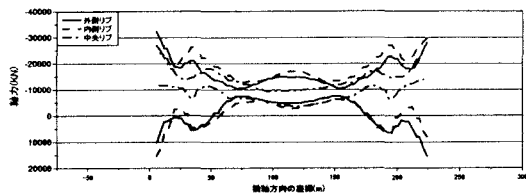
図-5 走行車両による側径間中央点の応答スペクトル (P4-P5)

ブⅡのⅠ種地盤の標準波形を用いた。アーチリブの非線形モデルは軸力変動を考慮したtrilinearモデル、橋脚はひび割れを考慮した武田型M- Φ モデル、吊材は圧縮力を受けられない非線形部材とした。

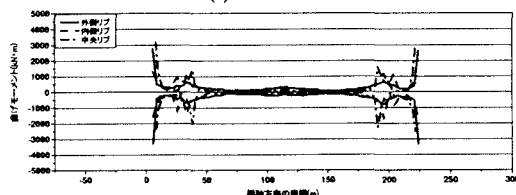
地震によるアーチリブの最大応答を図-6に示す。アーチリブのスプリング部の曲げモーメントおよび軸力が大きい。N-Mz相関曲線を図-7に示す。ここに、第一降伏面は引張縁側が鋼管降伏に達する状態で、第二降伏面は圧縮縁側がコンクリート終局に達する状態で定義している。図-7より、中央アーチリブの軸力の変動は小さいが、外側および内側アーチリブの軸力の変動は大きい。外側および内側アーチリブは第一降伏面を超えているが、第二降伏面に達していない。これより、本橋は、大地震に対して安全であると評価できる。

6. まとめ

CFTアーチ橋である第二西海橋は、走行荷重による応答は小さく、大地震に対しても安全であるということを確認した。

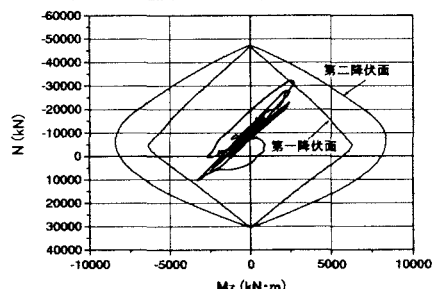


(a) 最大軸力

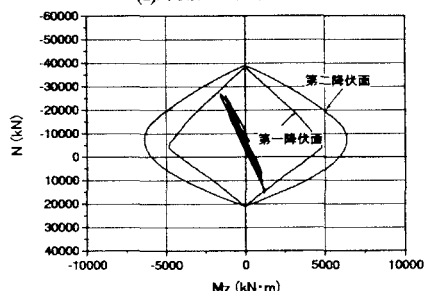


(b) 最大曲げモーメント

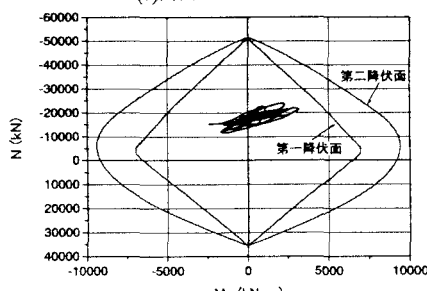
図-6 地震による橋梁の最大応答



(a) 外側アーチリブ



(b) 内側アーチリブ



(c) 中央アーチリブ

図-7 アーチリブのスプリングのN-Mz相関曲線