

3径間連続トラス橋（生月大橋）の固有振動特性および非線形地震応答に関する研究

| | | | | | |
|--------------------|--------------|---------------|--------------------|------------|---------------|
| 長崎大学工学部 長崎大学工学部 | 学生会員 フェロー | ○窪田圭吾 高橋和雄 | 長崎大学工学部 長崎大学工学部 | 正会員 正会員 | 呉 慶雄 中村聖三 |
| | | | | | 三菱重工業 フェロー |
| | | | | | 犬東洋志 |

1. まえがき

下路式の3径間連続トラス橋である生月大橋（橋長800m）は完成してから約10年が経過している。しかし、これまで固有振動解析および地震応答についての検討は行われていない。そこで本研究では施工図面集、工事誌¹⁾を参考にして、3次元有限要素モデルを作成し、固有振動特性および非線形地震応答を明らかにする。

2. 解析概要

2. 1 生月大橋の概要

生月大橋は長崎県北西部の生月島と平戸市を結ぶ離島架橋である。昭和55年度に事業に着手し、平成3年7月に供用が開始された。本橋の橋梁形式は経済的・技術的観点からトラス形式が選定され、トラス橋の形式としては下路式の3径間連続トラス橋が採用された。トラス部分の中央径間は400m、側径間は200mであり、中央径間400mは連続トラス橋としては世界最大である。また、主構間隔は13.50m、有効幅員は6.5mとなっている。主要鋼材はSS400、SM490YおよびSM570である。塗装については、耐候性・耐食性に優れ、累積塗装費用が少ないフッ素樹脂系塗装が使用されている。解析対象橋梁の側面図を図-1に、中間支点上対傾構を図-2に示す。

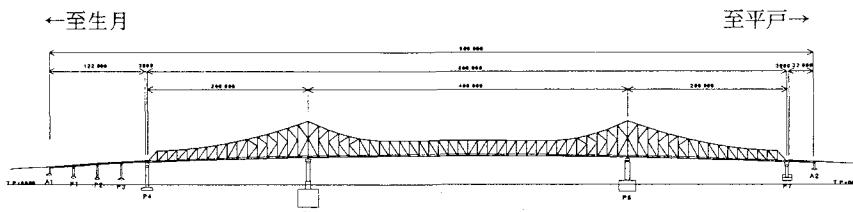
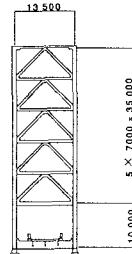


図-1 側面図 (mm)

図-2 中間支点上
対傾構(mm)

2. 2 解析条件

モデル化は、施工図面集および工事誌¹⁾を参考とし節点、部材を設定した。拘束条件は鉛直方向および橋軸直角方向は全て拘束であり、橋軸方向については、P6橋脚上の支点のみ拘束である。3次元骨組モデルを図-3に示す。非線形モデルはファイバー要素とし、材料は完全弾塑性モデルとする。

減衰はレーリー減衰を用いる。減衰定数は0.02とする。入力地震波については、道路橋示方書²⁾に基づいてI種地盤のタイプIおよびタイプIIの6個の標準波形の地震波を使用する。地域別補正係数は0.7である。地震波の入力方向は、面外（橋軸直角）方向および面内（橋軸）方向とする。

3. 固有振動解析

本橋梁の固有振動解析を行った10次振動モードまでの固有振動数と刺激係数を表-1に、また、面外および面内の固有振動モードを図-4に示す。この表から、7, 9次モードの橋軸方向および1, 4次モードの橋軸直角

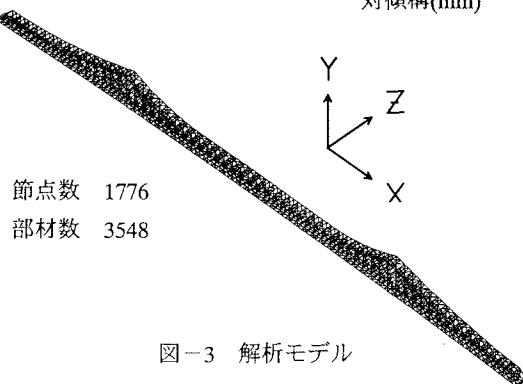


図-3 解析モデル

方向の刺激係数が特に大きく、これらの振動数を特性に含む入力地震波に対して応答が大きくなることが予想される。

表-1 固有振動数と刺激係数

| 次数 | 固有振動数 (Hz) | 刺激係数 | | |
|----|---------------|---------|---------|---------|
| | | 橋軸 | 鉛直 | 橋軸直角 |
| 1 | 0.237 | 0.000 | 0.000 | 54.125 |
| 2 | 0.352 | 12.858 | 34.970 | 0.000 |
| 3 | 0.496 | 0.000 | 0.000 | -38.815 |
| 4 | 0.584 | 0.000 | 0.000 | -63.176 |
| 5 | 0.614 | -26.441 | 3.867 | 0.000 |
| 6 | 0.630 | 0.000 | 0.000 | 4.250 |
| 7 | 0.826 | -51.142 | 61.284 | 0.000 |
| 8 | 0.882 | 0.000 | 0.000 | -4.779 |
| 9 | 0.932 | -67.622 | -38.454 | 0.000 |
| 10 | 1.036 | 0.000 | 0.000 | 35.858 |

4. 非線形地震応答解析

タイプIの3個の地震波を橋軸直角方向に作用させた場合の主桁下弦材の最大軸力と最大モーメントを図-5に示す。図-5(a)を見ると軸力が降伏軸力より大きく、降伏している部材があることが確認される。また、P6橋脚上支点付近の部材E097については、図-6に示す応力-ひずみの履歴曲線により降伏していることがわかる。この部材では、軸力は降伏軸力よりも小さいが、曲げモーメントが大きくなっているため降伏に達している。これは、P6橋脚上支点が橋軸方向を拘束している影響であると考えられる。この場合に降伏した部材を図-7に示す。なお、トラス部材の座屈は考慮していない。

図-8に示す中間支点上対傾構の応答を見ると軸力および曲げモーメントともに対傾構の最下部において最も大きくなる。

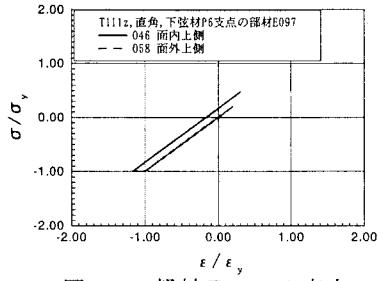


図-6 部材E097の応力-ひずみの履歴曲線

5.まとめ

橋軸方向の地震力を受ける場合や入力地震波の影響については講演時に発表する。

参考文献

- 長崎県道路公社：生月大橋工事誌、1996.2
- 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 V耐震設計編、2002.3

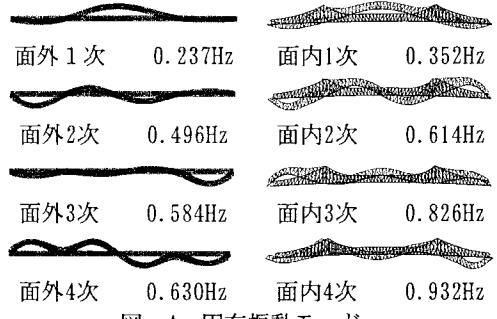


図-4 固有振動モード

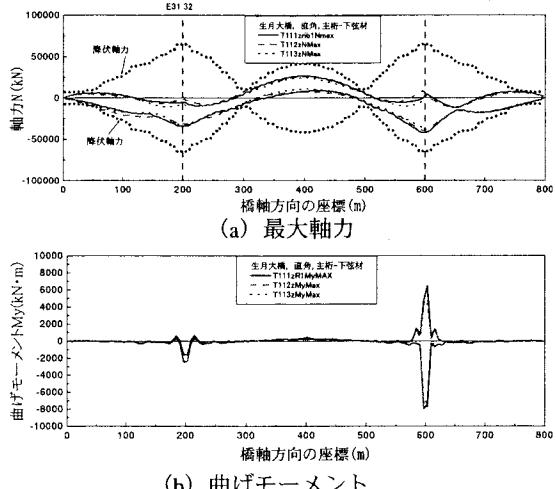


図-5 主桁の下弦材の最大応答

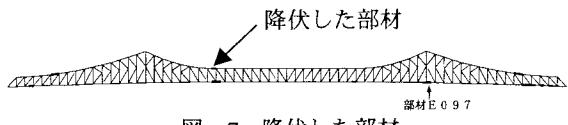


図-7 降伏した部材

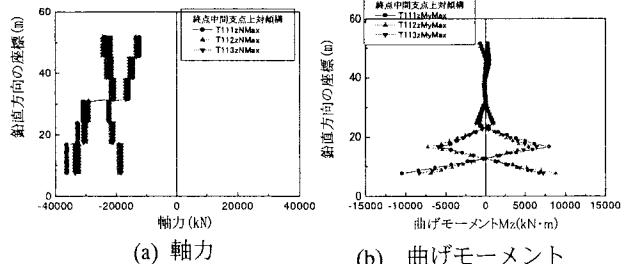


図-8 中間支点上対傾構の応答