

ゴム支承を有する連続橋（清水川橋）の振動特性

日本道路公団福岡建設局 正 ○安松敏雄  
九州大学工学部 正 鳥野 清 学 麻生 稔彦  
学 柳 悦孝  
八千代エンジニアリング(株) 正 大浦 正昭

1 まえがき

近年、PC橋においては大反力ゴム支承を用いた反力分散構造が採用され始めている。この形式は上部工の乾燥収縮・クリープ・温度変化および地震時慣性力によって生じる水平力を各橋脚に均等および任意に分散しようとするもので、固定橋脚に過大な水平力が集中する1点固定連続橋の問題を解決できる構造となっている。この種の橋梁に対して実験により検証した例としては石狩川橋梁等<sup>1)</sup>がみられるが、今のところ事例は非常に少ない。そこで、鹿児島県の国分単人道路に建設された大反力ゴム支承を有する清水川橋に対して、油圧ジャッキにより静的载荷および動的試験を実施し、反力分散や動特性の確認を行ったので報告する。

2 試験概要および結果

本橋は図-1に示すようにPC4径間連続箱桁橋とPC単純T桁橋とからなっている。P9～P11橋脚上に反力分散沓、P8とP12上では滑りリング沓が用いられている。载荷装置としては公団所有の急速開放弁付き油圧ジャッキ(180t, 150mm)を2台ずつ、P9～P11の各橋脚にセットした。

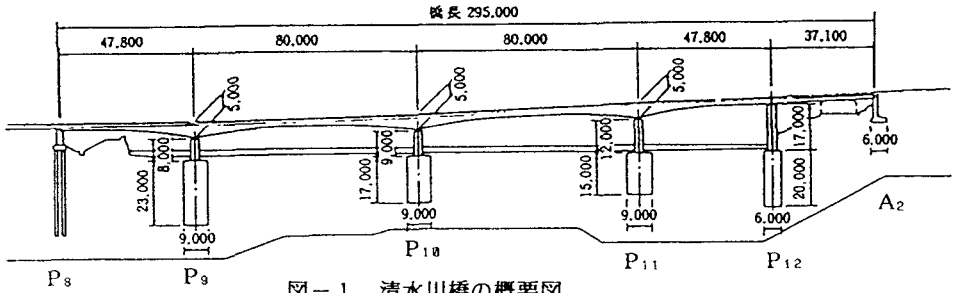


図-1 清水川橋の概要図

(1) 橋脚単独水平载荷試験

橋脚剛性および地盤ばね定数の確認のために各橋脚ごとに最大300tonの水平载荷試験を行った。試験より得られたゴム沓のせん断変形量から図-2に示す性能試験結果のせん断ばね定数を用いて各橋脚の分担力および滑りリング沓の摩擦力を求めた。ここでP8、P12に生じる摩擦力は等しいと仮定している。表-1に結果を示す。载荷橋脚に生じた水平力を設計に用いた地盤ばね定数(K)を有する基礎-橋脚の解析モデルに作用させたところ、水平変位は実験値に比べ半分以下となった。そこで、このKを約2割程度にした時に実験値と一致したことから、設計時の地盤ばね定数が大きく見積られていたことになる。

表-1 各橋脚の分担力および滑りリング沓の摩擦力

| 载荷<br>橋脚        | 载荷力<br>F<br>tf | ゴム支承分担力<br>(tf) |                |                 |                 |                 | 载荷橋脚    |          | 計算値  |        |          |
|-----------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------|----------|------|--------|----------|
|                 |                | Q <sub>9</sub>  | Q <sub>9</sub> | Q <sub>10</sub> | Q <sub>11</sub> | Q <sub>12</sub> | 力<br>tf | 変位<br>mm | K    | 倍率     | 変位<br>mm |
| P <sub>9</sub>  | 250            | 28              | 88             | 55              | 51              | 28              | 162     | 5.37     | 1.60 | 0.188K | 5.37     |
| P <sub>10</sub> | 299            | 20              | 71             | 125             | 63              | 20              | 174     | 6.17     | 2.20 | 0.204K | 6.17     |
| P <sub>11</sub> | 299            | 14              | 74             | 76              | 121             | 14              | 178     | 8.94     | 3.80 | 0.212K | 8.94     |

K: 地盤ばね定数(設計時)      K': 地盤ばね定数(実験値)

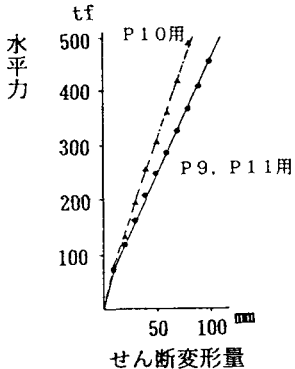


図-2 せん断ばね定数

## (2) 3橋脚同時水平載荷試験

各橋脚の分担力を確認するため各橋脚の水平変位が最大40mmになるまで同時に水平載荷を行った。図-3に載荷荷重を徐々に増加した時の各橋脚の分担力と載荷荷重の関係を示す。全載荷荷重と全分担力の差が滑りリング沓に生じた摩擦力である。実験結果から設計より多少ゴム沓の剛性が強くなっていることがわかる。

### (3) 動的試験

(2)と同様に水平変位が30mmになるまで水平載荷した後、各ジャッキの圧力を急速開放し、桁と橋脚の減衰自由振動を求めた。図-4に橋脚の応答変位を例として示す。この図より求めた1次の固有振動数および減衰定数を図-5に示す。1次の固有振動数がゴム沓のせん断変形量によって変化することを示している。この原因としてはゴム沓の性質が静的と動的で異なることや、滑りリング沓における摩擦力の影響等が考えられる。しかし、地震時の大変形振動では沓の変形が大きいことから固有振動数は0.9Hz程度となることが予想される。減衰定数はゴム沓の変形量と共に大きくなることを示しており、また通常のRC橋に比べて減衰定数大きい。

表-2は実験および理論より得られた固有振動数である。設計時の地盤ばね定数(K)と水平載荷試験より得られたK'値による固有振動数の違いをCASE1とCASE2で比較してみると、低次振動において面内振動ではほとんど差がみられず、面内振動において多少違いがみられる。面内1次において桁が全体的に橋軸方向に振動する結果が実験値より得られたことから、CASE3は滑りリング沓の部分をローラとして解析したものである。完全な滑り支承としていることから図-5に示す結果に比べて固有振動数が多少小さくなっている。CASE3の解析結果と加振試験および常時微動試験結果は一致している。

### 3 まとめ

静的および動的試験により本橋がほぼ所定通りの剛性およびゴム支承による反力分散を示すことが確認された。

### <参考文献>

- 1) 鈴木、森田：道央自動車道 石狩川橋の設計・施工および振動試験 プレストレスコンクリート(平成2.2)

- 2) 清田、名取、佐々木、横尾：ゴム支承を用いた5径間連続鋼箱桁の振動特性について 横河橋梁技報(平成2.1)

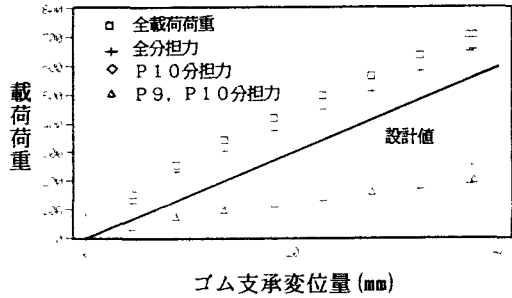


図-3 分担力と載荷荷重

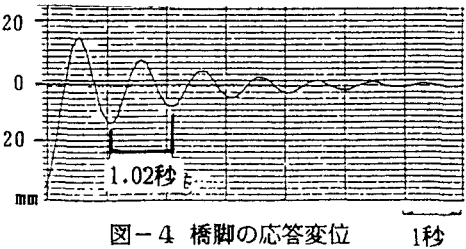


図-4 橋脚の応答変位

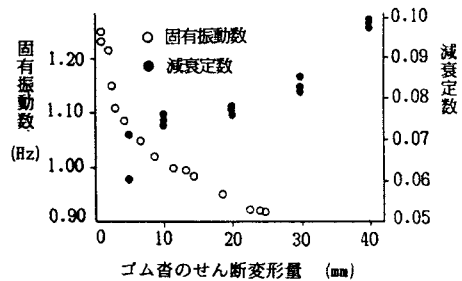


図-5 固有振動数および減衰定数

表-2 固有振動数の比較

|    | 次数 | CASE1 | CASE2 | CASE3 | 加振試験      | 常時微動 |
|----|----|-------|-------|-------|-----------|------|
| 面内 | 1  | —     | —     | 0.83  | 0.92~1.10 | —    |
|    | 2  | 1.22  | 1.22  | 1.22  | 1.25      | 1.17 |
|    | 3  | 1.98  | 1.98  | 1.97  | —         | 1.83 |
|    | 4  | 3.10  | 3.10  | 3.11  | —         | 3.37 |
| 面外 | 1  | 1.40  | 1.26  | 1.26  | —         | 1.29 |
|    | 2  | 2.15  | 1.79  | 1.79  | —         | 1.88 |
|    | 3  | 2.98  | 2.61  | 2.61  | —         | 2.54 |

(Hz)  
CASE1:設計時の値(K)を用いてP8, P12上をヒンジ支承として解析。  
CASE2:CASE1においてP9~P11の地盤ばね定数を水平載荷試験より得られた値(K')を使用した。  
CASE3:CASE2においてP8, P12上をローラ支承として解析。