

I-443 水平反力分散沓を有する清水川橋の荷重分担と振動特性

日本道路公団福岡建設局 正○安松 敏雄
 九州大学工学部 正 烏野 清 正 北川 正一
 正 堤 一
 新日本製鉄 正 柳 悦孝

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¹⁾²⁾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載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。

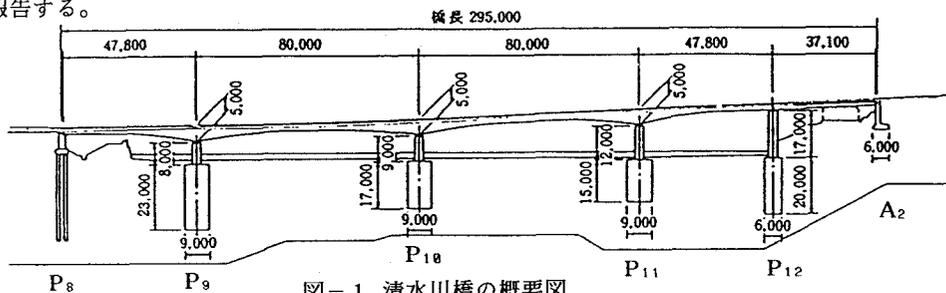


図-1 清水川橋の概要図

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橋脚上に図-2に示すせん断ばね定数を有する反力分散沓、P8とP12上では滑りリング沓が用いられている。載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(最大能力180t, 150mm)を2台ずつ、P9~P11の各橋脚にセットした。測定としては各ゴム沓のせん断変形とP12およびA2上で桁の絶対変位を測定した。

(1) 橋脚単独水平載荷試験

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の水平載荷試験を行った。図-3はP11橋脚載荷時の荷重とゴム沓の相対変位の関係を示す。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の滑りリング沓に生じる摩擦力は構造が同じであることから等しいと仮定している。表-1に結果を示す。載荷橋脚に生じた水平力と変位の関係より地盤ばね定数(K)を算定し、固有値解析に用いた。

(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-4

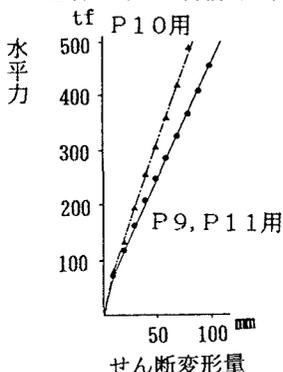


図-2 せん断ばね定数

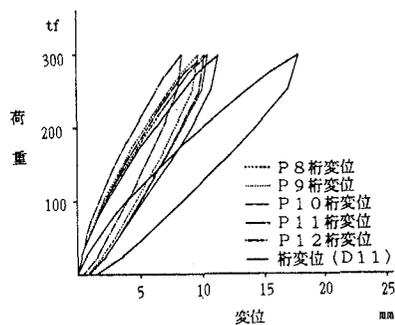


図-3 履歴曲線(P11載荷)

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。図-2に示すようにゴム沓のせん断ばね定数は変位10mm以下で変化しており、設計では10mm以上の値を用いていることから、全分担力が実験値と設計値で多少異なっている。

表-1 各橋脚の分担力および滑りリング沓の摩擦力

載荷橋脚	載荷力 F _{tf}	ゴム支成分担力 (tf)					載荷橋脚	
		Q ₈	Q ₉	Q ₁₀	Q ₁₁	Q ₁₂	力 _{tf}	変位 _{mm}
P ₉	250	28	88	55	51	28	162	5.37
P ₁₀	299	20	71	125	63	20	174	6.17
P ₁₁	299	14	74	76	121	14	178	8.94

(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。この振動より求めた1次の固有振動数および減衰定数を図-5に示す。1次の固有振動数および減衰定数がゴム沓のせん断変形量によって変化している。図-6は滑りリング沓に働く摩擦力と沓の移動量を示したもので沓が滑り始める範囲内でせん断ばね定数が変化しており、面内1次振動数に影響を及ぼしているものと考えられる。しかし、地震時の大変形振動では沓の変形が大きいため固有振動数は0.9Hz程度となることが予想される。

表-2は実験および水平載荷試験より得られた地盤ばね定数を用いて解析した固有振動数である。滑りリング沓をせん断ばね(CASE1)およびローラー支承(CASE2)として解析した結果を比較してみると、面内1次振動の実験値はほぼ両者の中間値となっている。他の次数では常時微動結果と解析値はほぼ一致している。

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。

表-2 固有振動数(Hz)の実験値と理論値の比較

	次数	CASE1	CASE2	加振試験	常時微動
面内	1	1.15	0.83	0.92~1.10	-
	2	1.19	1.19	-	1.17
	3	1.92	1.92	-	1.83
	4	3.03	3.03	-	2.83
面外	1	1.23	1.23	-	1.29
	2	1.75	1.75	-	1.88
	3	2.54	2.54	-	2.54

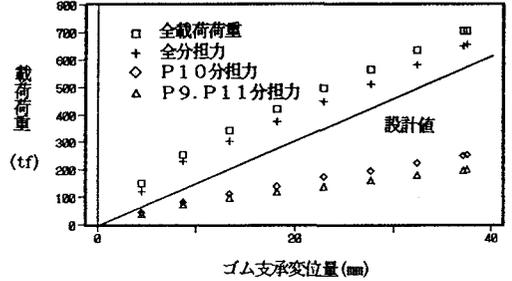


図-4 分担力と載荷荷重

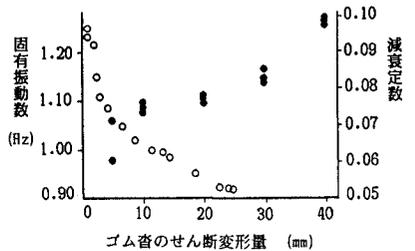


図-5 固有振動数および減衰定数

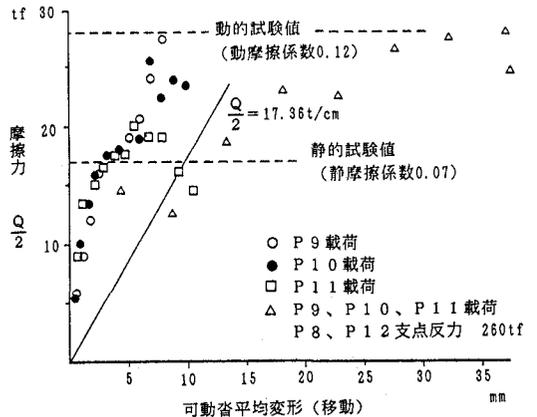


図-6 滑りリング沓の変形

<参考文献>

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