

(B-2) ダンパ方式による耐震構造

首都高速道路公団工務部 正員 上前行孝

連続桁などの地震時水平力を固定橋脚だけでなく、可動橋脚にも分担させて、設計の合理化と工事費の節減とを計るために、筆者は以下述べる2方式を提案したい。

その1は、可動橋脚で橋脚と橋体との間にオイルダンパを挿入して、地震時の共振を防止し、下部構造に与える影響を少なくし、結果的には可動橋脚にも水平力を分担させることを目的としたものである。(オイルダンパ方式) 図-1 参照

その2は、SU式ダンパと名付け、やはり連続桁などにおいて支承をすべて可動支承であるとし、橋体と橋脚との間に所要の断面積および長さを有する高張力鋼材による部材で連続し、温度変化などによる影響に対しては可動し、地震時水平力を各橋脚に分担させることを目的としたものである。(SUダンパ方式) 図-3 参照

従来の道路橋の地震時に対する考え方は、震度法により橋軸方向の水平力は固定橋脚でとり、可動橋脚は橋軸直角方向の地震力についてのみ考え、橋軸方向は支承省の摩擦力に対してのみ

設計してきた。このために固定橋脚は過大となり、下部工事費の不経済はまけられなかった。そこでこの2方式により可動橋脚にも地震時水平力を分担させ、なお地震時の振動特性を動的現象として解明し、下部構造に与える影響を軽減しようとしたのである。

1. オイルダンパ方式について

図-1のような連続桁について次のような諸条件を仮定する。

- 橋軸方向の地震についてのみ考え、横方向は支承省でとる。
- 構造物は弾性限界内で変形する場合についてのみ扱う。
- 図-1の連続桁に対する振動系を図-2のように仮定する。
- 地震動は単弦振動とし、Elcentro (1940) 記録による。
- 支承省の摩擦力 F は等価粘性減衰係数におきかえる。
- 橋体は剛体として考え、橋脚基礎の減衰作用は考えない。
- 記号。 x_0 : 地震動による地表面の変位。

x_1, x_2 : 固定、可動橋脚の支承部の変位。

k_1, k_2 : 固定、可動橋脚のバネ定数

C_d : オイルダンパの減衰係数

F : 支承省に作用する摩擦係数 μ による摩擦力 ($C_e = 4F/\pi \omega a$)

M : 上部橋体の質量

以上のことから次の微分方程式が成立する。

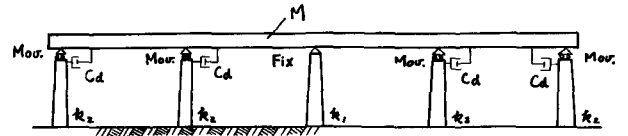


図-1 オイルダンパをつけた連続桁

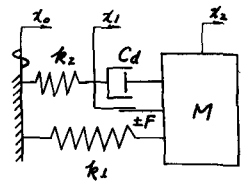


図-2 オイルダンパをつけた連続桁の振動系

$$m \ddot{x}_2 + k_2(x_2 - x_0) \pm C(\dot{x}_2 - \dot{x}_1) + (\pm F) = 0 \quad (1)$$

$$F C(\dot{x}_2 - \dot{x}_1) - (F F) + k_1(x_1 - x_0) = 0 \quad (2)$$

上式を夫々の振中比について整理し、最大振中比を求め、地震動記録から橋脚に与える水平力を求める。筆者の計画した橋脚は、この水平力を30%増を各橋脚の設計荷重として計算している。各橋脚に作用するこの場合の設計荷重の総計は橋梁重量に密度0.3を乗じた場合の水平力と略同一となった。

2. SUダンパ方式について

図-3のような連続橋において、計算上次のよう各諸条件を規定する。

- 支承はすべて可動支承とする。
- 温度変化は地震時最高±20°Cとする。
- 橋体、ダンパの線膨脹係数は同一。
- 地震の水平力は規定の密度による。
- ダンパ部材は高張力鋼材を使用し、温度変化に相当するプレストレスを導入。
- 上部架設完了後一端橋体、他端と橋脚

にとりつけ、架設時の諸条件を調整して定着する。

なお設計計算はつぎの順序を進めて行う。まづ 1) 温度と地震の合成に対しての部材の所要断面積を求め、2) この断面積で下部構造の水平力を算定すると同時に部材の長さ α を決定する。3) 動的解析を加え、場合によりオイルダンパを添加する。

図-3において、温度変化により桁はA橋脚を中心と伸縮する。

α を部材の長さ、 l を中心から考えた橋脚までの距離とすると、一般に温度変化 t °Cの時ダンパのうけるヒズミは
$$\Delta x/x = \alpha t/x \quad (3)$$

したがって温度応力は
$$\sigma_t = \alpha t E/x \quad (4)$$

故に温度変化による下部の水平力は部材の許容応力 σ_a とし、地震の水平力を H として

$$N = H/\sigma_a/\sigma_t - 1 \quad (5)$$

α を変化させて N を少くすれば、地震時に各橋脚のうける水平力の差は少くなり、分散の効果がえられる次第となる。このSUダンパ方式の利点は下部工事量の節減が大となる。バネ率 C と部材の長さ α により自由に明確に決定できる。計算が簡単で、部材の工費が低廉である。動的取組も下部構造のダンパに無関係に計算しうる場合がある。等々多い。

おわりに、これらの方式の検討にあり、岡本壽三博士の御指導に対し深く感謝し、又オイルダンパの計画に当たり、おやば工業の技術陣各位の御協力を始め、諸先輩より御激励を戴いたことに対して心より敬意を表するものである。

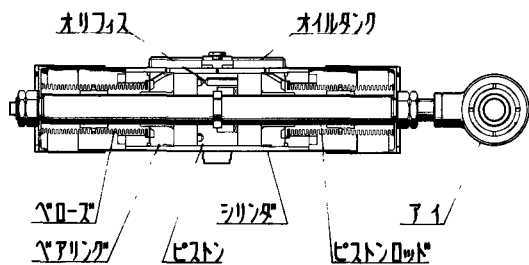


写真-1 橋梁用オイルダンパ

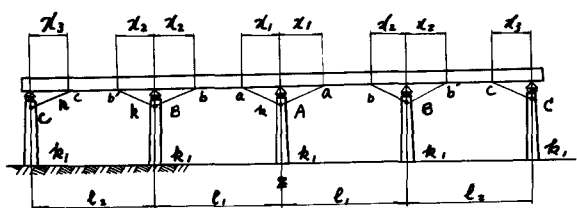


図-3 SUダンパ方式による連続橋の模型

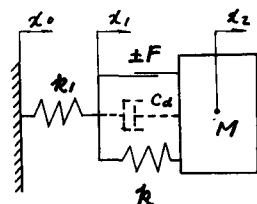


図-4 SUダンパ方式の振動系