

I - B118 斜橋の回転に伴う落橋を防止するための落橋防止構造の効果

東京工業大学工学部 学生会員 渡邊学歩 東京工業大学工学部 F 会員 川島一彦
東京工業大学工学部 正会員 庄司 学 (株) ピー・エス 正会員 武村浩志

1. まえがき

斜橋に強震動が作用すると、桁が回転し、落橋することがある。本解析では、支承部が破壊した後の斜橋をモデル化して非線形動的解析によって斜橋の回転を再現すると共に、落橋防止構造を取り付けた場合の効果を検討する。

2. 解析対象橋および解析モデル

支間長 40m、最大幅員 9.5m、斜角 50 度の斜橋を解析対象とし、図 1 のようにモデル化した。破壊した後の支承のモデル化には不明な点が多いため、第一近似として橋台と桁間に生じる摩擦力を図 2 (a) に示すようなバイリニア型モデルによって表すこととし、摩擦係数 μ は 0.05 とした。桁と橋台間の衝突は図 2 (b) に示すように衝突ばねによって表した。橋台と桁間には 5cm の遊間を設けることとした。この斜橋のモデルに、兵庫県南部地震の際に神戸海洋気象台で記録された NS 成分、EW 成分を、それぞれ橋軸方向、橋軸直角方向に作用させて非線形動的解析を行った。落橋防止構造としては、図 3 に示すように PC ケーブルを用いた上部構造と下部構造を連結する構造とし、鋭角端側及び鈍角端側に各 10 本を一組として配置した。ケーブルを装着する方向は、X 軸方向としたタイプ 1、x 軸方向としたタイプ 2、y 軸方向としたタイプ 3 の 3 種類とした。PC ケーブルは図 4 に示すような履歴を示すが、ここでは、解析モデル上の制約からトリリニア型の非履歴モデルを仮定した。ケーブル長はタイプ 1、2 では 2m、タイプ 3 では 6 m とした。桁が各ケーブルの設置方向にタイプ 1、2 では 30cm、タイプ 3 では 50cm 移動すると、落橋防止構造が作動するように仮定した。これは、桁かかり長 SE が 1m であり、道示に従えば落橋防止構造の設計移動量 SF を 75cm 以下にする必要があるためである。なお、PC ケーブルの耐力は PC 鋼材の許容応力度の規定に基づいて求めた値の 1.5 倍として 300 t f とした。

3. 落橋防止構造の効果

落橋防止構造がない場合には、強震動が作用すると、桁はすぐ反時計回りに回転し始める。桁と橋台間の x 軸方向の相対変位は、図 5 に示すように桁が橋台から離れる方向に大きくなり、残留変位を生じるようになる。相対変位は桁の鈍角端よりも鋭角端側で大きくなるが、これは、桁の重心位置から鈍角端までのアーム長 (33.9 m) よりも、鋭角端までのアーム長 (49.7 m) の方が長いためである。落橋防止構造を取り付けた場合に桁に生じる反時計回りの回転角を示した結果が図 6 である。上述した落橋防止構造がない場合の結果も比較のために示している。図 7 は橋台 2 側の鋭角端、鈍角端におけるケーブルの作用力を示している。各タイプの落橋防止構造の特徴を以下に記す。

- (1) タイプ 1 を用いた場合には落橋防止構造がない場合に比べて、桁の回転は小さくなる。しかし、3~4 秒付近では、タイプ 2、3 を用いた場合と比較して桁の回転が 4.8 度と大きい。ケーブルも 3 タイプの中では最も大きく塑性化しケーブルの遊間として与えた 30cm を含めると、鋭角端側では x 方向の変位は 90cm に達する。
- (2) タイプ 2 では、桁の回転角は最大でも 0.9 度程度に抑えられている。タイプ 1 と同様、鈍角端側のケーブルは塑性化する。
- (3) タイプ 3 では、上記とは異なり、ケーブルの変形量は鋭角端と鈍角端とではそれほど差がない。これは桁の回転に伴って支承線方向に生じる桁の変位が位置によらず一定であるためである。この結果、ケーブルは 4 本とも荷重をほぼ均等に負担し、この結果 PC ケーブルの変形はほぼ弾性範囲内に収まる。

耐震設計、免震設計、斜橋、動的解析、橋、落橋防止構造

〒152 東京都目黒区大岡山 2-12-1

TEL 03-5734-2922 FAX 03-3729-0728

〒170 東京都豊島区南大塚 3-20-6

大塚 F T ビル 6 F

TEL 03-5734-2922 FAX 03-3729-0728

4. 結論

- (1) タイプ2、3の方が、タイプ1よりも、桁の回転を止める効果が高い。
- (2) タイプ3の落橋防止構造はタイプ1、2とは異なり、PCケーブルがほぼ均等に水平力を分担し、このため、タイプ1、2と同程度の耐力を有するケーブルを用いるものとすれば、ケーブルに生じる水平力は小さい。

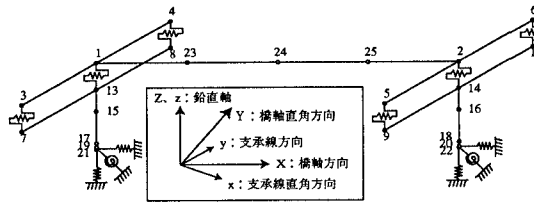


図1 解析対象とする斜橋モデル

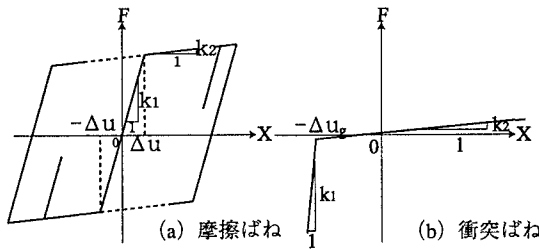


図2 摩擦ばねと衝突ばね

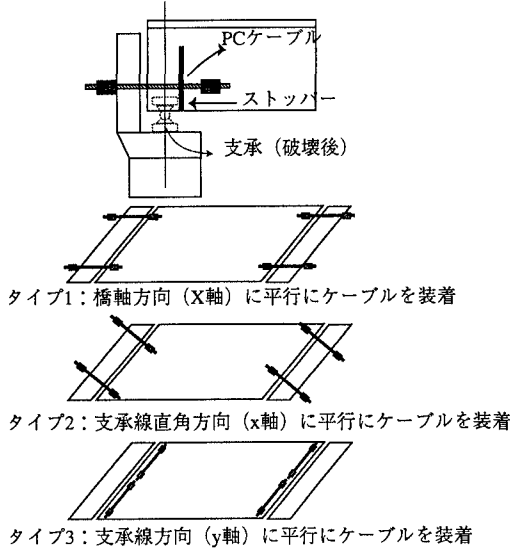


図3 落橋防止構造

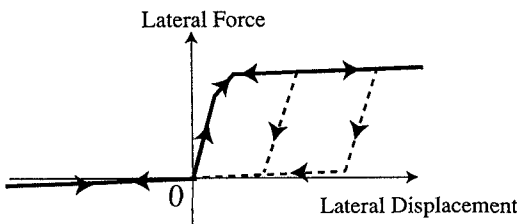


図4 PCケーブルの履歴特性

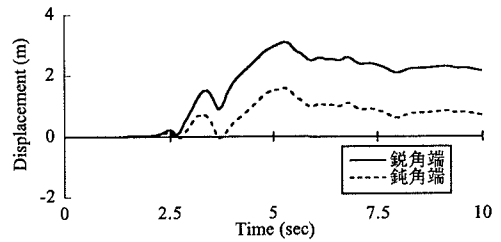


図5 桁～橋台間の相対変位

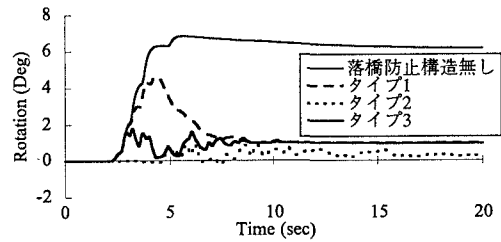
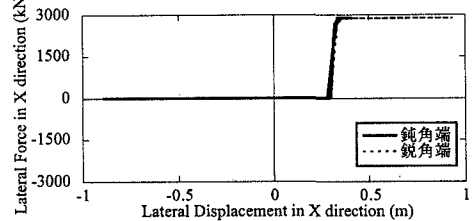
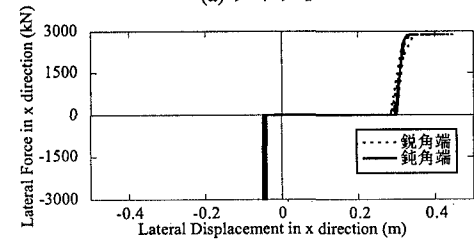


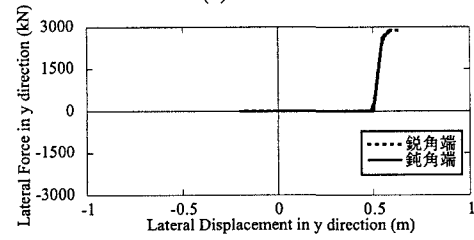
図6 落橋防止構造の桁の回転抑制に対する効果



(a) タイプ1



(b) タイプ2



(c) タイプ3

図7 PCケーブルの荷重-変位曲線