

ゴム支承アンカーの設計法の検討

九州工業大学 学生会員 川原陵
九州工業大学 正会員 幸左賢二
阪神高速道路公団 正会員 丹波寛夫

1. はじめに

耐震性向上のため、橋脚の金属支承をゴム支承に変える際、設計水平震度の増加により支承部アンカーを補強する必要が生じる。また、ゴム支承単体での挙動はある程度把握されているが、水平、鉛直の二方向荷重作用下における支承アンカー部の終局挙動は現在まで十分に把握されていない。そこでアンカー鉄筋なし、既設アンカーのみ、既設および補強アンカーの3種類で実験を行った。また、二方向荷重作用下においては支承下面部に水平力によりモーメントが発生し、モルタルとコンクリート面の付着耐力がかなりあることが予想される。したがって今回は、コンクリート付着に着目したタイプ（アンカー鉄筋なし）について支承部全体系の挙動を評価した。

2. 実験方法

載荷要領を図-1に示す。載荷桁は、実橋とほぼ同等の支承回転角を再現するために、支承部の回転角が支間40(m)程度のI桁と同等になるような剛性を有している。ゴム支承は設計変形能が300(%)であるので、せん断変形が300(%)=180(mm)に達した時点でせん断変形を拘束するためのストッパーを取り付けた。よって水平変位量180(mm)を超える場合の水平力はストッパーを介してベースプレートに伝達される。また載荷ステップについては、鉛直荷重載荷は48(tf)で一定のまま、水平荷重は単調増加とした。図-2に示すように、上査、ベースプレートおよび台座の水平変位を変位計により計測する。

3. 実験結果

供試体の損傷状況を以下に示す。

- 〔1〕138.0(tf)：モルタル側面にひび割れが発生した。
- 〔2〕156.0(tf)：最大荷重に達し、荷重側ベースが1(mm)浮き上がり、台座上面にひび割れが発生した。
- 〔3〕94.1(tf)：台座全面が押し出し破壊し、荷重側ベースが1(mm)浮き上がった。
- 〔4〕最終状態：ベースプレートとモルタルは一体化したままで、載荷側のモルタルと台座は剥離している。反対側は一体化したベースプレートとモルタルが台座コンクリートをえぐり取るかたちで破壊している。

図-3に荷重-変位曲線(上査)、図-4に荷重-変位曲線(台座)、図-5に〔1〕〔2〕〔3〕時のクラック図、図-6に最終破壊図を示す。

図-3より変位が180(mm)に達するまでは、ひび割れ

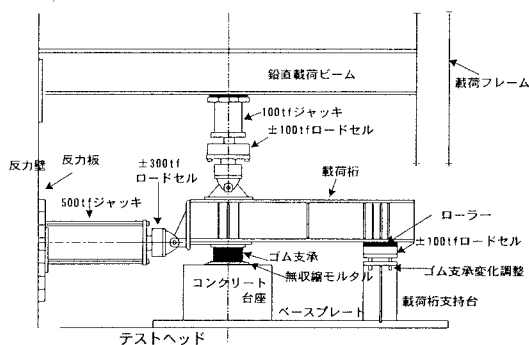


図-1 載荷要領図

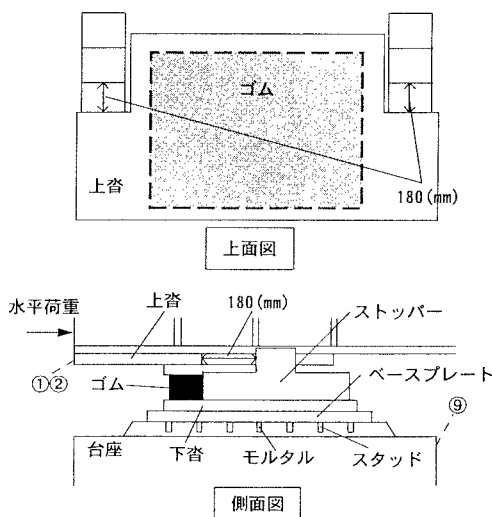


図-2 ゴム支承部

〔1〕による変化が見られるが全体としてはゴム支承自体が変形しており、その後上巻がストッパーと接触した後、一旦荷重が下がったが（図-4のA点より、台座のずれが原因と考えられる）変位は増加せず荷重のみが増加し最大荷重〔2〕に達した。また、図-4より最大荷重から約94(tf)〔3〕までの間に5(mm)ほど台座が変位しており、押し抜きせん断破壊が起こったと考えられる。

コンクリート付着剥離荷重：138.0(tf)

支承部に二方向荷重をかけることにより曲げモーメントが作用する。その作用力によりベースプレートが浮き上がる状況を次式により算出する。

$$\sigma_r = -(N/A) + P \times (h/Z) \cdots \cdots (1)$$

ここで、 $\sigma_r = 17.5(\text{kgf/cm}^2)$ （圧縮強度（350）の1/20と仮定）となるようなPを算出すると123.3(tf)となり実験結果の138.0(tf)とほぼ一致した傾向が得られた。

最終破壊荷重：156.0(tf)

最終破壊荷重の算定式については、押し抜きせん断破壊が起こったので、道路橋示方書式により計算する。

$$P_c = \alpha \times \sqrt{(\sigma_{ck}) \times A_c} \cdots \cdots (2)$$

$$P_{si} = \beta \times (1 - h_i/da) \times \sigma_{sy} \times A_s \cdots \cdots (3)$$

耐力は、コンクリートの負担分と鉄筋の負担分と和として評価できるので図-6より確認された、押し抜きせん断破壊したひび割れで囲まれる点線部を断面積として A_c を算出すると、

$$(204 + 97) \times 75.6 / 2 + \{ (53.5 \times 75.6) / 2 \} \times 2 = 15443(\text{cm}^2)$$

$$P_c = 0.197 \times \sqrt{(350) \times 15443} = 56.9(\text{tf})$$

$$P_u = P_c + P_s = 56.9 + 75.1 = 132.0(\text{tf}) \text{ となる。}$$

実験値と比較すると、約1割程低い値となった。これは断面積の算出方法として、破壊面をストッパーの真中の位置からとったが、実際には載荷側の位置から破壊していると考えられ、その位置から断面積を同様の方法で算出すると146.2(tf)となり、実験値に近づくことがわかった。

4. まとめ

今回はアンカーボルトなしのタイプであったが、支承部全体系の挙動としては、コンクリートの付着破壊が起こっても、すぐには終局的な破壊には至らなかった。このことから付着破壊が起こってもモルタルと台座間は、鉛直載荷荷重により十分に荷重が伝わり、最終的には押し抜きせん断破壊に至ることがわかった。最終破壊荷重は、算定式に比べて、定性的には一致している。

参考文献

1) 幸左賢二・丹波寛夫・播金昭浩：

P C橋脚上のゴム支承アンカー部の挙動検討，プレストレストコンクリート技術協会第9回シンポジウム論文集，p323～328

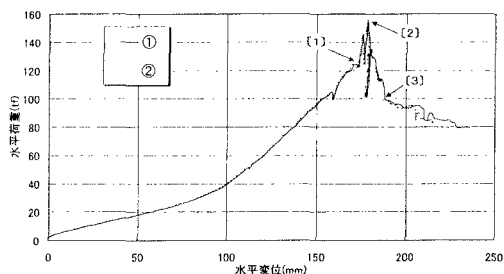


図-3 荷重-変位曲線（上巻）

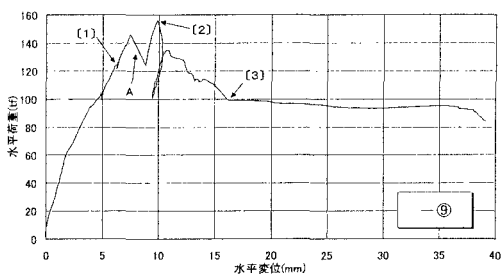


図-4 荷重-変位曲線（台座）

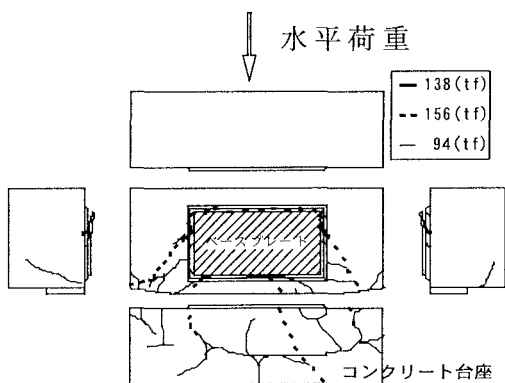


図-5 クラック図

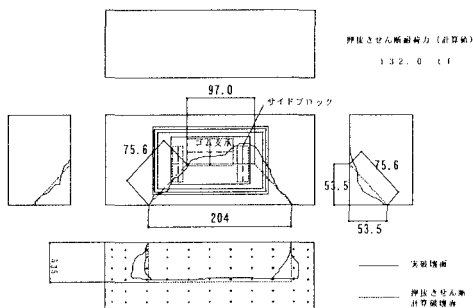


図-6 最終破壊図