

## 第2章 橋台および橋脚

### 第2条 地震力の作用方向

橋台、橋脚に対する地震の影響は 一般に 線路方向および線路直角方向に分けて考えるものとする。ただし、斜角橋りょうその他において前記以外の方向の地震が危険となる場合は その方向に対する地震の影響を考えなければならない。

〔解説〕 地震には方向性がないので 構造物としては最も危険側となる方向に地震の影響を考えなければならないわけであるが、一般には線路方向および線路直角方向について検討しておけばよく これを組合せる必要もない。

### 第3条 橋台、橋脚に作用するけたの地震力

橋台、橋脚に作用するけたの地震力は けた種別、支承条件、下部構造の剛性等に応じて 橋台、橋脚に分担されるものとする。

〔解説〕 けたから下部構造に伝えられる地震力の合力が 下部構造の中心線から偏心する場合には下部構造に回転モーメントを生ずるのでこれに対しても強度計算または安定計算等において考慮しなければならない。

たとえば 1. 上下線単独の連続けたの下部構造上に固定または可動の同種類の支承を設けない場合。

2. けたの支間または重量が線路方向の上下線において異なる場合。

#### (1) 線路方向の地震のうけ方

##### 1.1 単純けた

a. 一般的の固定・可動支承の場合 “第19条(1)支承に作用する力”による。

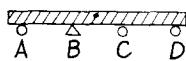
b. ゴムシューの場合 “第19条(1)支承に作用する力”による。

なお 相隣る橋台、橋脚のく体および基礎の構造寸法が異なる場合には、けたの地震力のうけ方はさらに下部構造の変形も考えて定めなければならない。

##### 1.2 連続けた

a) 一般的の固定可動支承の場合

$W$  : けたの全重量(および活荷重)



$R$  : 反力

$H$  : 支承に作用する水平力

$K_h$  : 地震の水平係数

図 2-2-1

$\mu$  : 可動シューの静摩擦係数

#### 可動シュー

$$H_A = R_A \cdot \mu_A, \quad H_C = R_C \cdot \mu_C, \quad H_D = R_D \cdot \mu_D$$

#### 固定シュー

$$H_B = W \cdot K_h - \frac{1}{2} (H_A + H_B + H_C) \geq \frac{1}{2} W \cdot K$$

#### b) ゴムシューの場合

第19条(1)支承に作用する力による。

支承に作用するけたの水平地震力は、一般に各支承が横方向に移動しないものとして求めた略算による支点反力としてよい。

けたの剛性が高い場合には下部構造の弾性の差により水平反力に差異を生ずるので 次の考慮が必要である。

すなわち、一連のけたをうける下部構造および基礎(地質を含む)が、線路直角方向に関し、相互に異なる場合は、単位水平荷重によるけた座面の水平移動量に反比例して支承が水平方向に移動するものとして、支承に作用する地震力を求めるものとする。

#### 第4条 橋台、橋脚の位置の選定および根入れ

橋台、橋脚は周囲の条件、地質の性状、等により基礎地盤が地震時に著しい移動、変形を起すおそれのある場所を避け 根入れを十分にとることが望ましい。

#### (解説) (1) 位置の選定

震害調査によると橋脚または橋台位置が盛土斜面中あるいは盛土斜面の上部または下部にあると地震時に盛土が低い方に移動崩壊し その影響をうけて下部構造が移動または傾斜した例がある。

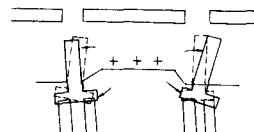
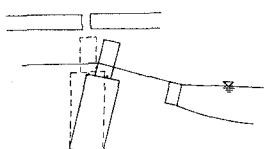


図 2-2-2

地盤が軟弱な場合または地震時に流動化する砂地盤では特に斜面移動の傾向が著しいので、下部構造物の位置としては これらのおそれのある箇所を避けることが望ましい。

やむを得ず 地震時に移動のおそれのある箇所に下部構造を設ける場合には 地震時の橋脚の変位を考えてその場合でもけたが落下しないように けたは連続とするか あるいは単げた相互に連結するほか 下部構造上部にけたの落下防止のためのずれ止を設け 下部構造が大きく変位する場合でもけたが落下しないような措置をとるのがよいと思われる。

## (2) 根入れ

地震力または地震時土圧による橋台、橋脚の滑動または傾斜を防ぐには 前面および側面土の抵抗が過去の震害の例からみて非常に有効であることが実証されているので、なるべく根入れを深くすることが望ましい。なお、根入れ上部の土は流水による洗掘、凍結融解による強度低下、他の工事による掘削または埋もどし後の輻圧不十分、等のためその有効深さが減ることがあるので注意を要する。

洗掘の影響をうける河川、海中等の橋台、橋脚の地震荷重と組合わせて考える有効根入れ深さは洪水時、暴風時等の異常時における洗掘状態ではなく、一般にはこれが埋もどされた常時の状態におけるものを対照と考えてよい。

なお、根入れの効果は支持力のほか フーチングおよびく体に働く水平抵抗に対する影響が大きいものであるから、地中のくいを地上までのばして橋脚く体とし フーチングのない構造とするような時は 水平抵抗、変位および傾斜については厳重に検討しなければならない。

## 第5条 橋台

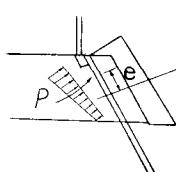
橋台は地震時の土圧による過大な変位を避けるよう、特に軟弱地盤においては十分な考慮を払わなければならない。

### 〔解説〕 (1) 斜角橋台

斜角橋台背面に作用する土圧は、平面的にみて図のように鈍角端で最大、鋭角端で最少となる傾向の分布を示し、土圧の合力の作用位置は橋台中心線と一致せず、土圧により  $M = P \cdot e$  の回転モーメントが作用することとなり、基礎の水平抵抗が不足する軟弱地盤においては常時でも橋台が回転した

図 2-2-3 例がある。地震時にも同様な傾向が認められる。

これに対しては 斜角橋台をなるべく避けるか角度を大きくすることが望ましいが、やむを得ない場合でも鈍角端側のフーチングを拡大して過大な反力を避けるかボックス形式とすることが必要



である。

### (2) パラペットの強化と緩衝材

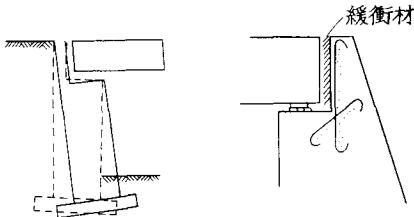


図 2-2-4

橋台が傾斜または滑動する時けたとパラペットが密着して けたがストラットの作用をして橋台を支えた例あるいはパラペットがけたと接触して破壊した例が多い。

地震時にけたのストラット作用を許容できる場合、たとえば鉄筋コンクリートけた、P C けた、I ピーム

埋込けた、等の橋台では けたからの水平反力を抵抗できるようにパラペットを鉄筋コンクリート片持ばかりとして設計し けた端とパラペットとの間はアスファルト系またはゴム質の填充材を入れて地震時の衝撃を少なくすることも一方法である。

この場合、橋台フーチングの滑動に対しては 根入れの深い場合または基礎地質が良好な時はその危険性は少ないとと思われるが、地盤が軟弱な時はフーチング前面と隣接する橋脚相互に間にストラットを入れた例があり 特に 1 径間の場合は両橋台間に地中ばかりを入れると滑動に対する抵抗が増加する。橋台前面に硬固な舗装があれば これはストラットの代用となる。

ストラットに作用する土圧としては背面土の地震時の主働土圧および橋りょう自重に作用する地震力を考えればよい。土が流動化するところでは流体圧程度のさらに大きな力が作用することがあるので注意を要する。

### (3) ヒンジ橋台

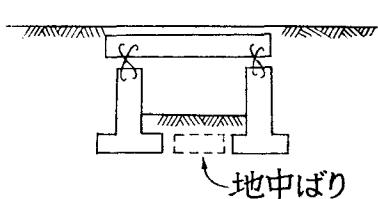


図 2-2-5

ヒンジ橋台は 背面の土圧に対し積極的にけたをストラットとして働く構造の一例であって 新幹線ではスパン 10 m 斜角 7.5°までの鉄筋コンクリートけた、I ピーム埋込けたに用いられた。

ヒンジ部の鉄筋は橋台背面の地震時土圧または活荷重載荷時の土圧と制動荷重に対し、橋台上下端をヒンジと仮定

してその必要量を求めた。橋台前面の主鉄筋は橋台上下端をヒンジとした場合につき 背面の主鉄筋はフーチングの固定の影響を考えて求めるのがよい。

( 鉄道土木 37 年 11 月 4 卷 11 号 ヒンジ橋台の設計計算例参照 )

-〃- 12 4 12 -〃-

ヒンジ橋台では根入れの深い場合を除き 一般に地中ストラットを設け滑動に抵抗させる必要がある。

#### (4) 箱形橋台・U形橋台

橋台の地震時土圧による傾斜または滑動抵抗を増すためには、橋台の奥行を大きくすると底面反力の偏心の影響が少くなり、底面前端の反力の過大を防止でき、また底面積の増加にともなって粘着力も増大し、滑動抵抗も大きくなるので、箱形またはU形橋台は耐震的に有利な構造である。

なお、これらの形式では盛土端の土を盛りこぼしとして翼壁を省略することができる、特に軟弱地盤で基礎の水平抵抗が少ない場合は、常に地震時にも有利である。U形橋台については鉄道土木4巻5号（昭和37年5月）が参考となる。

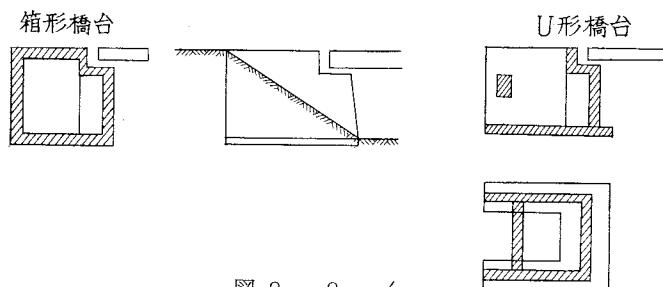


図 2-2-6

#### (5) 土圧をうけない橋台形式

##### a) 小橋台

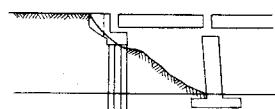


図 2-2-7

盛土端部の盛りこぼし法肩に側径間のけたをうけるために設けた高さの低い橋台を小橋台と云う。

小橋台は積極的に土を留めるよう壁ではなく、盛土上部においてけたの鉛直反力をうける目的のものであるので、地震時の過大な土圧を避けることができる。しかし、橋台の水平抵抗は斜面の安定によるものであるから、地震時の斜面の安定についての検討が必要である。

ラーメンは図2-2-8のように両側法尻付近の橋脚と1径間両端張出しけたからなるラーメン構造で、地震時に弱点となる橋台を省略した構造である。なお、張出し長

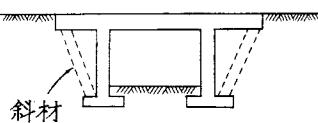


図 2-2-8

が大きい場合は、橋脚基礎とけた端とを結ぶ斜材を設け、けた端の沈下を少なくした構造もある。

### 第6条 橋 脚

橋脚は上部構造、現地の状況、等に適応した構造形式とし、特に無筋コンクリート造は原則として避けなければならない。

〔解説〕 橋脚の形式は材料あるいは設計上からみると、重力式または半重力式の無筋コンクリートまたは過少鉄筋コンクリート造のマッシブなもの 鉄筋コンクリートまたはプレストレストコンクリートの壁、柱、はり等よりなる壁式構造またはラーメン構造、および鉄骨または鉄骨鉄筋コンクリートを用いたポスト構造またはラーメン構造のスレンダーな形式に分けることができる。

耐震構造としては 無筋コンクリートは伸び変形量が少なくショックに弱いので原則としては避けるべきであり また、マッシブな過少鉄筋コンクリート造も自重が重いので大地震の少ない地域または地盤が良好な個所を除いて避けるのが望ましい。

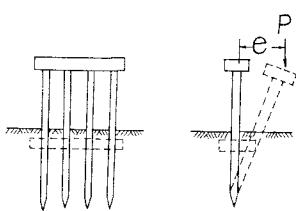


図 2-2-9

パイルベント式橋脚は基礎ぐいをそのまま空中まで延長し橋脚ぐく体としたものである。この橋脚は、水平力による弾性変形および傾斜角が大きいとけたの支点反力により大きな偏心モーメントをうけるので、設計にあたっては偏心の影響も考えなければならないから強度上十分注意して設計する必要がある。また、地中に

くいを結ぶフーチングを設けてない場合は従来の構造物に比し地中の水平抵抗が著しく減少するものと思われる。

鋼管または鉄骨によるパイルベント橋脚では変形量、曲げモーメントによる極部的挫屈、継手位置およびその強度等についても詳細な検討が必要である。以上の諸点よりみて1列のパイルベント橋脚は耐震上問題があり 斜材を入れ縦横2列以上とするのがよい。

#### 第7条 細 目

橋台、橋脚の設計では その細部設計に関しても十分に耐震的な考慮を払わなければならぬ。

〔解説〕 (1) 橋台、橋脚頂部の寸法と補強

地震動による橋台、橋脚頂部の移動量は地震、地盤、基礎、等の影響により著しく差異があるが、一般には 30cm程度の移動に対してけたが落下しないようになるべく頂部幅を広くとるとともにけたの落下防止装置を設けることが望ましい。

けた座は 下部構造の変位、傾斜によりけたが3点支持となり、特にコンクリートけたでは橋脚頂部の縁端付近の小面積に過大な反力をうけてコンクリートがはく離があるので シュート面のドライモルタルまたはコンクリートの品質が低下しないよう施工に注意するとともに けた座付近は網状または籠状の鉄筋で また、アンカーボルト埋込部の周囲らせん鉄筋その他で補強することが望ましい。

#### (2) 橋台，橋脚側面の用心鉄筋

過少鉄筋コンクリート橋台，橋脚において計算上鉄筋が不要または僅少となる場合でも  $\phi 13$  ~  $16 \text{ mm}$  鉄筋を  $30 \sim 45 \text{ cm}$  間隔程度に鉛直および水平方向に網目状に入れてひびわれに対する用心鉄筋とすることが望ましい。

#### (3) 基礎とく体との連結

基礎ぐいとフーチング，井筒の壁と蓋，井筒蓋とく体，等の接続部は断面の急変箇所のため地震による被害が少なくないので相互の接続に注意を要する。

たとえば，鉄筋コンクリートぐいの軸鉄筋はその先端にフックをつけフーチング内に十分伸ばして定着し く体と井筒の間も同様に網目が弱点とならないよう相互の鉄筋を十分に定着することが必要である。鋼管またはHぐいではこれをフーチング内のアンカーフレームに溶接するか 鋼ぐい先端に鉄筋またはアングル等を溶接してコンクリート中に埋込むか 鋼管先端を長手方向に帶状に切断し十分な埋込長をとり かつ先端をフック状に曲げてフーチングに定着する等の考慮が必要である。

#### (4) 異質基礎または2本井筒上の一体構造

橋台，橋脚の拡幅その他において，新旧基礎の形式または根入れを変えて上部は一体とした下部構造を設けると 特に沈下の予想されるところは異種の基礎が同一の沈下を生ずるとは考えられず傾斜の原因となるし，また，地震時に支持力の差により基礎の不同沈下を生じて橋脚が傾いた例があるのでこの種の構造はよくない。

また，2本の井筒上にまたがって橋脚を設けると井筒の地震時の振動性状が異なるためか く体の中間付近または井筒上部の弱い箇所にひびわれを生じた例がある。したがって，岩盤の場合を除き 下部構造は同一基礎上に設けるのがよく やむを得ず2本の井筒上にく体がまたがる場合は井筒上部を剛性の大きい地中ばかりで連結するか，または井筒の水平動の差がく体に無理を生じないように壁式または柱間に壁を設けるのがよいと思われる。

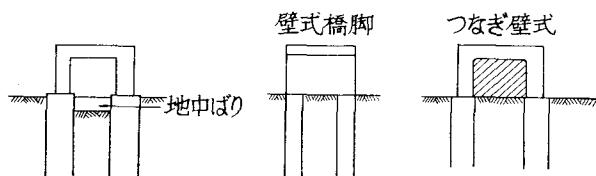


図 2-2-10