

土被りの深い高架橋柱の地上部および地中部の発生せん断力に関する一考察

日建設計シビル 正会員 ○青木佑輔 西山誠治 川満逸雄

1. はじめに

兵庫県南部地震以降、道路や鉄道構造物の RC 柱のせん断破壊に対して鋼板巻き補強等が数多く実施されているが、土被りが深い構造物も存在する。土被りが深い場合、地盤抵抗により柱のせん断力が減少するが、地盤抵抗が大きすぎると地上部柱のせん断スパンが短くなるため、地上部の発生せん断力が大きくなる。また、地中部において逆方向のせん断力が大きくなる場合もある。これらの性状は、地盤ばねを考慮した骨組解析により評価できるが、数多くの構造・地盤条件を詳細に検討することは煩雑である。簡単に地上部および地中部の柱のせん断力を推定できれば有用である。

そこで、本検討では、土被りを有する橋脚柱を対象に、土被りと地盤抵抗をパラメトリックに変化させた解析を実施し、地中部および地上部のせん断力の傾向を調査する。

2. 検討条件

対象構造物は一般的な鉄道の高架橋柱を対象とする。解析概要を図 1~2 に示す。柱 1 本のモデルとして柱上端は回転固定の水平ローラー、柱下端は固定とする。柱は 0.5D 程度 (D:部材幅) で分割して M ϕ 関係の非線形特性を設定する。曲げ耐力は、土被り無しの場合の柱の水平耐力が、土被り 5D の場合の地盤反力の上限値の地表から柱下端までの合計値と同程度の設定とした。土被りは 1D~5D まで変化させ、地中部の柱前面には鉄道基準より上限値を有する地盤ばねを設ける。地盤反力の上限値は、N=10 程度の砂質土を想定して算出した値を基本値とし、基本値の 1~4 倍をパラメトリックに変化させて検討する。検討条件を表 1 に示す。

3. 検討結果

3.1 地中部のせん断力 地中部柱下端のせん断力(せん断力最小値 V_{min})と (1)地盤反力の上限値および (2)地盤反力発生値の関係を図 3 に示す。(1)は柱の水平耐力(V_{mu})で(2)は地上部柱の発生せん断力(V_d)で正規化している。(1)は解析無しで得られる情報(ΣR_d (全降伏)/ V_{mu})から地中部せん断力を推定するもので、(2)は解析の結果求まる値($\Sigma R_d/V_d$)で整理したものである。同図には、地盤反力上限値の倍率が同じケースを線で結んでおり、各線には土被り 1D~5D の場合の 5 つのプロットが存在する。図 3 より、以下のことが分かる。

- 全地盤抵抗が柱の水平耐力と同程度 (R_d (全降伏)/ V_{mu} , $R_d/V_{mu}=1.0$) までは(1), (2)の差は小さい。これは全地盤ばねが上限値に達しているためである。また、この領域までは地中部でせん断力が単調に減少していく。図 3(1)(2)が同程度であり、 R_d (全降伏)/ V_{mu} は解析無しに決定できるため、地中部の補強省略範囲の推定に用いることができる。
- 全地盤抵抗が柱の水平耐力よりも大きい場合 (R_d (全降伏)/ V_{mu} , $R_d/V_{mu}>1.0$)、地盤ばねが全て降伏する前に柱が水平耐力に達するため、(1)(2)で差が生じる。地上部柱のせん断力 V_d と、地盤反力発生値 ΣR_d が解析無しに推定できれば、(2)より地中部の発生せん断力を推定できる。地上部柱のせん断力は次で考察する。地盤反力発生値 ΣR_d の簡易な推定は今後の課題である。

3.2 地上部のせん断力 地上部柱のせん断力 V_d と、(1)地盤反力の上限値および(2)地盤反力発生値の関係を V_{mu} で正規化して図 4 に示す。これより、以下のことが分かる。

- 図 4(2)で地盤反力発生値を用いると地上部のせん断力は、各ケースで 1 本の線で表現できる。見かけのせん断スパンと関係していると考えられる。土被りが大きく水平耐力に比べて地盤抵抗が大きいほど、地上部

キーワード 地盤抵抗, 耐震補強, RC 柱

連絡先 〒541-8528 大阪市中央区高麗橋 4-6-2 (株)日建設計シビル TEL06-6229-6372

の発生せん断力が大きくなる事が分かる。このような場合は、せん断補強に関する耐震診断等で発生せん断力の推定に注意する必要がある。この場合も、地盤反力発生値 ΣRd が推定できれば、図4(2)より地上部柱のせん断力を推定できるが、今後の課題である。

4. まとめ

土被りを考慮した高架橋柱の地上部および地中部の発生せん断力をパラメトリックに検討し、基本的な性状について検討したが、発生せん断力を簡略的に推定するには検討を継続する必要がある。また、基礎の影響を考慮する場合や土間コンクリートがある場合なども今後の課題である。

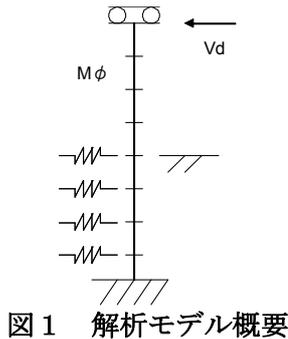


図1 解析モデル概要

表1 検討条件

| | | |
|-----------------|---|------------------------|
| 柱幅(m) | D | 0.6 |
| 全長 | H | 9.2D |
| 土被り | d | 1D~5D(1D刻み) |
| 地盤反力上限値 検討倍率 | | N=10,砂質土 1~4倍(1倍刻み) |

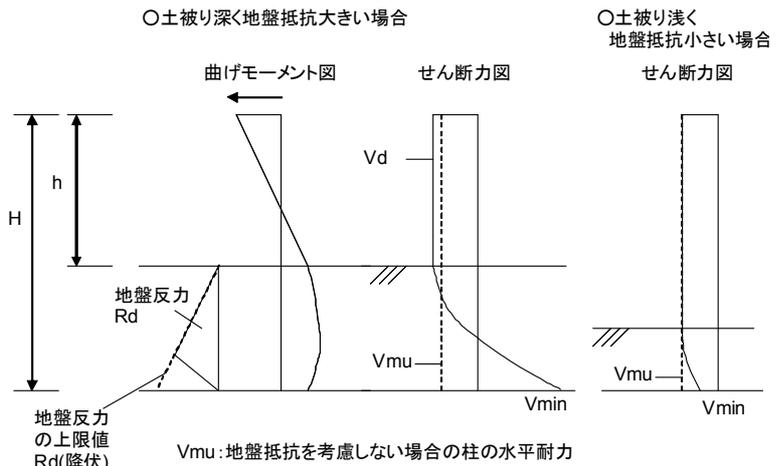
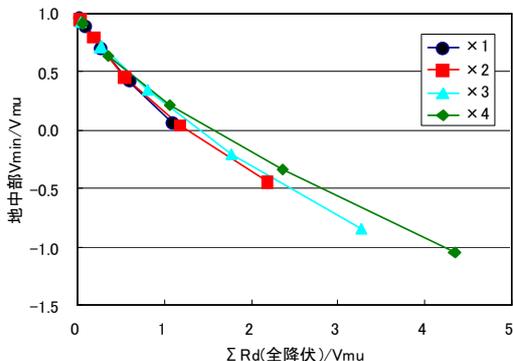
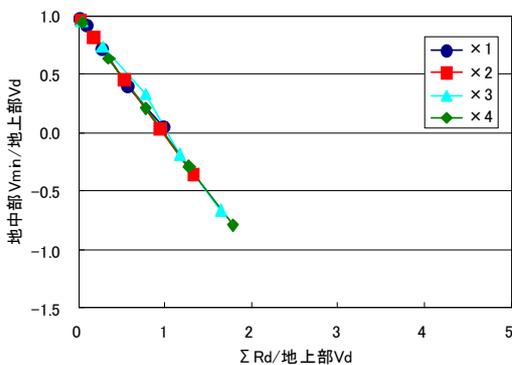


図2 解析対象

※判例の×○は地盤反力上限値の倍率を示す。



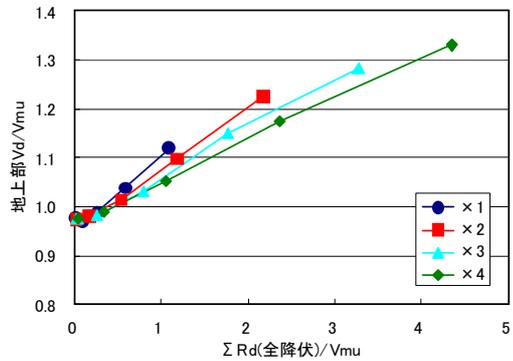
(1) 地盤反力の上限値(合計)で整理



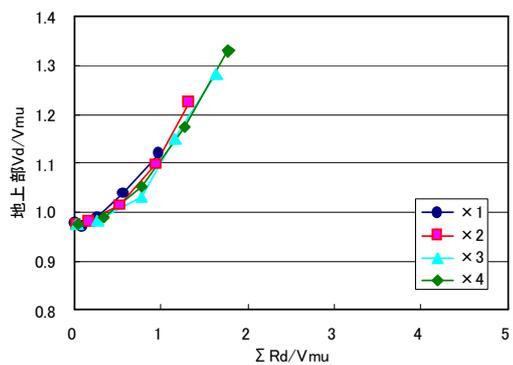
(2) 地盤反力の発生値(合計)で整理

図3 地中部のせん断力と地盤反力の関係

※判例の×○は地盤反力上限値の倍率を示す。



(1) 地盤反力の上限値(合計)で整理



(2) 地盤反力の発生値(合計)で整理

図4 地上部のせん断力と地盤反力の関係