

地震応答解析における近接構造物の影響についての考察

パシフィックコンサルタンツ(株) 正会員○山本 健太、橋本 知尚

1. はじめに

近年、都市部では地下鉄、道路、建築基礎、各種ライフラインなどにより、地中構造物の輻輳化が進行しており、それに伴い地中構造物の近接施工も年々増加している。地中構造物の近接施工による影響に対しては、国や各企業体によって、基準や指針が定められている。しかし、各基準内における近接施工による影響としては、新設の地中構造物の施工により地盤の応力が再分配されることに起因する地盤変状の影響が主であり、近接構造物による地震時の挙動に対する影響については具体的な記述がないため、近接施工時の耐震設計手法は各人に依っているのが現状である。本報告では、地震応答解析における近接構造物の影響について、応答震度法を用いて検討した。

2. 検討手法

2-1 対象構造物

検討の対象構造物として、一般的な 2 車線の道路トンネルを想定し、近接する 2 つの構造物のいずれも、頂版厚 0.8m、側壁厚 0.8m、底板厚 0.9m、内空幅 7m、内空高 5.5m、土被り 4m の一層一径間のボックス形状とした。以降、便宜的に左 BOX、右 BOX と呼称する。

2-2 解析手法と変数

2 次元 FEM モデルを用いた応答震度法により解析を行った。表層地盤は浅層(単一沖積層)と深層(単一洪積層)の 2 層地盤とし、地震時の剛性を等価剛性として考慮した。地震動は道路橋示方書のレベル 2 タイプ II を用いた。解析の変数は、1)近接の有無と程度(側壁外面の間隔)、2)沖積層の地盤剛性(せん断波速度)、3)硬軟境界位置とし、表 1 に示す 16 ケースについて検討を行った。

3. 解析結果

3-1 発生せん断力

沖積層の剛性や、硬軟境界位置に関わらず、近接間隔が狭いほど近接部材(左 BOX の右側壁、右 BOX の左側壁)の発生せん断力が小さく、間隔が拓くなるにつれ大きくなっている。そして、近接構造物がない単独の状態(CASE1、5、9、13)が最も発生せん断力が大きい。

一方、図 2 より、近接構造物がない状態では、周囲の地盤の変形を直接受けるため、せん断力分布に大きく段差が見られるが、近接構造物がある状態では、せん断力分布の段差が小さくなり、近接間隔が狭くなるほどその分布が直線状に近づく。その結果として、一部、近接構造物がある状態の方がせん断力が大きくなる箇所が発生した。沖積層の地盤剛性の差に着目すると、地盤条件が良い方が近接による発生せん断力への影響が大きい。発生断面力の大きさについても地盤条件が良い方が小さくなっている。

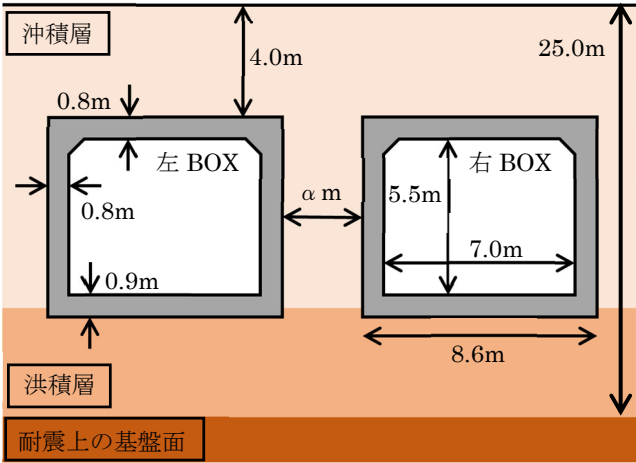


図 1 検討構造物形状

表 1 解析ケース

No.	側壁間隔	沖積層 Vs	硬軟境界位置
CASE1	近接なし	100m/s	底板位置
CASE2	2m	100m/s	底板位置
CASE3	B/2 (=4.3m)	100m/s	底板位置
CASE4	B (=8.6m)	100m/s	底板位置
CASE5	近接なし	150m/s	底板位置
CASE6	2m	150m/s	底板位置
CASE7	B/2 (=4.3m)	150m/s	底板位置
CASE8	B (=8.6m)	150m/s	底板位置
CASE9	近接なし	100m/s	側壁中心位置
CASE10	2m	100m/s	側壁中心位置
CASE11	B/2 (=4.3m)	100m/s	側壁中心位置
CASE12	B (=8.6m)	100m/s	側壁中心位置
CASE13	近接なし	150m/s	側壁中心位置
CASE14	2m	150m/s	側壁中心位置
CASE15	B/2 (=4.3m)	150m/s	側壁中心位置
CASE16	B (=8.6m)	150m/s	側壁中心位置

キーワード：地中構造物 近接施工 耐震設計

連絡先：〒101-8462 東京都千代田区神田錦町三丁目 22 番地テラススクエア TEL 03-6777-4748

3-2 発生曲率

CASE1～CASE4 の近接部材（左 BOX の右側壁、右 BOX の左側壁）の発生曲率を比較すると、近接間隔が狭いほど発生曲率が小さく、間隔が広がるにつれ大きくなっている。そして、近接構造物がない単独の状態（CASE1、5、9、13）が最も発生曲率が大きい。一方、CASE5～CASE8 については発生曲率に大きな差は見られなかった。

沖積層の地盤剛性の差に着目すると、地盤条件が良い方が近接による発生曲率への影響が小さい。発生曲率自体についても地盤条件が良い方が小さくなっている。

3-3 層間変形角

沖積層の剛性や、硬軟境界位置に関わらず、近接間隔が狭いほど近接部材（左 BOX の右側壁、右 BOX の左側壁）の層間変形角が小さく、間隔が広がるにつれ大きくなっている。そして、近接構造物がない単独の状態（CASE1、5、9、13）が最も層間変形角が大きい。

4. まとめ

1) 本報告のケースにおいては、近接構造物を考慮せず、周囲を地盤に囲まれた状態と仮定し解析を行うことが、発生断面力に対して安全側の設計となった。ただし、近接構造物を考慮しない場合、実際よりせん断力分布の段差が大きいので、せん断補強筋を配置する際に、せん断力が小さい側壁スパン中央などに対して極端にせん断補強筋量を減らすことは危険側となる可能性がある。

2) 地盤条件が良い方（せん断波速度が大きい方）が、発生せん断力に対しては近接影響の差が出やすく、発生曲率に対しては近接影響の差が出にくい結果となっている。これは、地盤の剛性が高い方が、断面力は伝達しやすいが、変形は出にくいことが原因と考えられる。

3) 本報告では地盤の剛性を等価剛性としたが、実際にはボックスで挟まれた範囲の地盤は周辺地盤と剛性低下の傾向が異なる可能性がある。実際には、より剛性が高く、発生せん断力に対する影響が大きくなると考えられる。

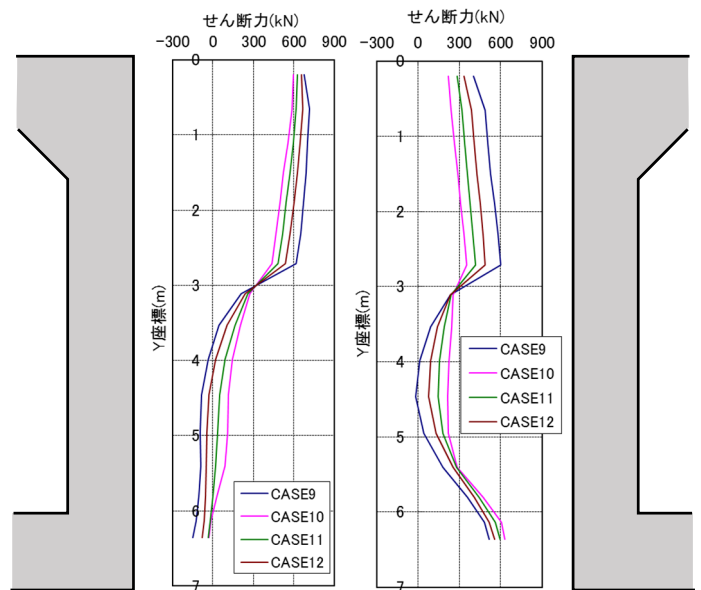


図2 せん断力分布図（左 BOX-右側壁、右 BOX-左側壁）

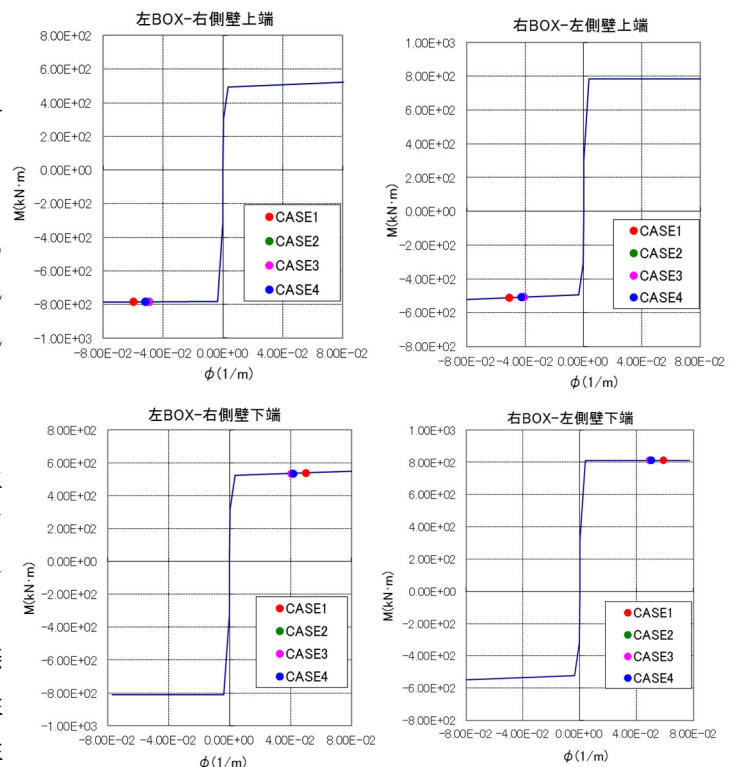


図3 発生曲率（左 BOX-右側壁、右 BOX-左側壁）

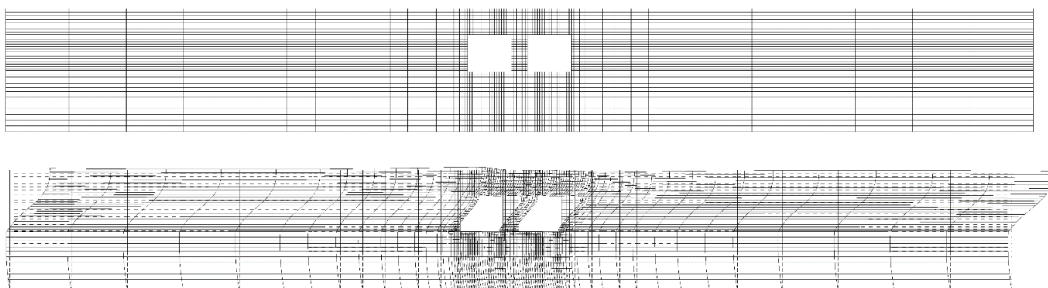


図4 CASE2 変形状況（上段：変形前 FEM モデル、下段：変形後 FEM モデル）

謝辞：地震応答解析を行うにあたり、(株)エービーシーの姜柱博士(工学)のご協力を頂きました。ここに感謝の意を表します。