

## ボックスカルバートの耐震設計における 設計法の違いによる設計結果の差異と若干の考察

岐阜大学大学院工学研究科、(株)オリエンタルコンサルタンツ 正会員 ○大原 隆一郎  
岐阜大学 工学部 正会員 本城 勇介  
岐阜大学 工学部 正会員 大竹 雄

ボックスカルバートの耐震設計において、実務で採用でき得る簡易で経済的な設計手法(手順)について検討した。一般的に行われている応答変位法と一次元等価線形化地盤応答解析(以下 Shake)および全応力動的 FEM 解析(以下 FEM 解析)を行った結果を比較検証し、Shake を用いた手法の有効性を示した。

### 1. はじめに

ボックスカルバートをはじめとする地中構造物の耐震設計は、主に応答変位法により行われているが、道路構造物として参考としているのは「共同溝指針<sup>1)</sup>」や「駐車場設計・施工指針<sup>2)</sup>」であり、これらの指針が対象としている地震動は、発生する確率が高いがそれほど強度は大きくないレベル1地震動を想定しているものである。既往最大級のレベル2地震動における耐震設計については、下水道耐震設計指針<sup>3)</sup>に準拠して応答速度や提案式等を採用して実施されているのが現状である。

これらの指針に準拠して耐震設計を行うと、常時およびレベル1地震動で決定している鉄筋量よりも多くなる傾向があり、地上構造物に比べ耐震性は高いといわれている地中構造物としては、過大な設計になっていないか疑問を感じる場所である。

本論文は、応答変位法と Shake および FEM 解析を行った結果を比較検証し、実務において採用でき得る簡易で経済的な設計手法(手順)の確立、特に Shake を用いた設計手法の有効性の検証を目的とした研究結果を取りまとめたものである。

### 2. 検討条件

本検討においては、良質な砂質土上に盛土して計画したバイパス道路を横断するボックスカルバートを想定している。ここで、地盤条件の違いが解析結果に及ぼす影響を考慮するために、二層地盤(地盤条件変化)と一層地盤(一様地盤)による2ケースの条件を設定した。さらに、土被りの影響を考慮するために3種類の土被り条件を設定し、合計4ケースの条件で解析を行った。

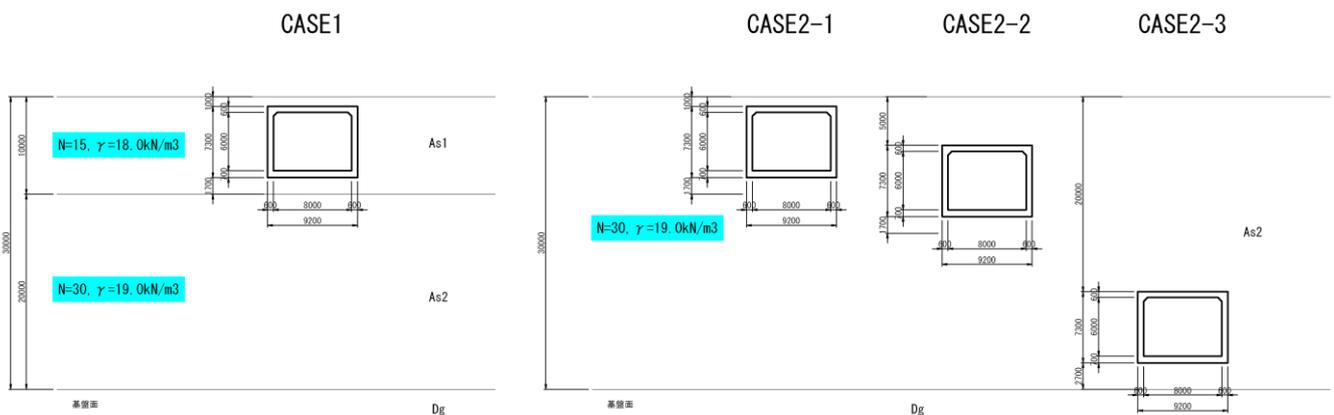


図1 検討モデル図

キーワード 地中構造物, ボックスカルバート, 耐震設計, 動的解析

連絡先 〒501-1193 岐阜県岐阜市柳戸1-1 岐阜大学工学部 TEL 058-293-2365

〒151-0071 東京都渋谷区本町3-12-1 (株)オリエンタルコンサルタンツ 関東支店 TEL 03-6311-7851

### 3. 検討結果

図 4,5 にモーメントおよびせん断力の分布図を示す。各ケースにおけるそれぞれの部材に発生する断面力を比較し、横軸解析手法を基準とし縦軸解析手法との比率を示したものである。

応答変位法と Shake および FEM 解析の解析結果 (図 4,5 左図、中図) を比較すると、CASE1 についてはモーメントおよびせん断力とも基準線(青色斜線)よりも上方に位置し、応答変位法は他の 2 手法よりも断面力が小さい、すなわち過小評価していると考えられる。CASE2 については基準線よりも下方に位置し、応答変位法は他の 2 手法よりも断面力が大きい、すなわち過大評価していると考えられる。特に土被りの深い CASE2-3 については顕著で、基準線よりも大きく下方に外れた位置にある。

Shake と FEM 解析の解析結果 (図 4,5 右図) を比較すると、せん断力については一部 Shake の方が FEM 解析よりも過小評価をしている結果であるため更なる精査が必要であるが、それ以外はほぼ基準線上に位置することから概ね同じような結果を得ていると判断できる。

青:CASE1、緑:CASE2-1、紫:CASE2-2、赤:CASE2-3

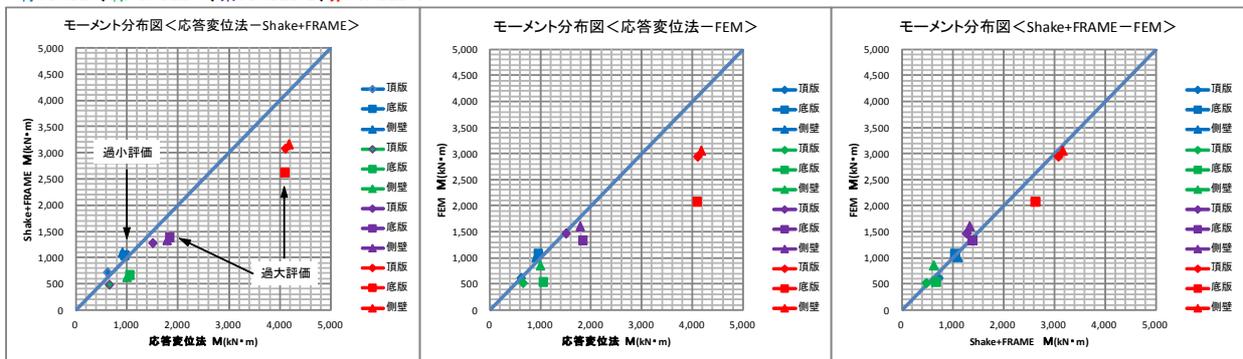


図 4 モーメント分布図 (左から応答変位法-Shake、応答変位法-FEM、Shake-FEM)

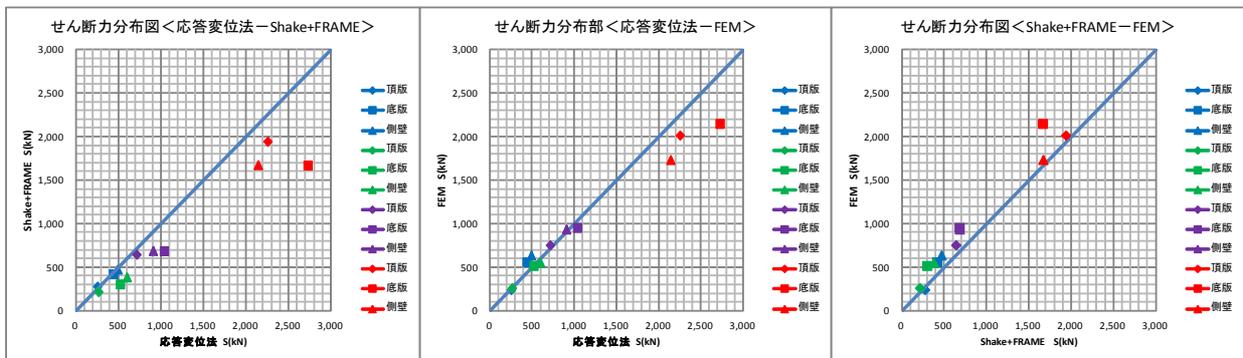


図 5 せん断力分布図 (左から応答変位法-Shake、応答変位法-FEM、Shake-FEM)

### 4. おわりに

3 種類の設計手法による解析結果の比較検証の結果、Shake を用いた設計手法の有効性は示せたものと考えられる。また、応答変位法は、1 / 4 波長則に基づく方式により変位量を算出しているため、硬質地盤と軟弱地盤の層境界部の地震応答挙動を適切に評価しているとは言えず、CASE1 のように地震時における変位が大きくなるような層境界部における函渠については危険側 (実測値よりも計算値が小さい値を与える) の設計を行っている可能性があると言える。但し、検討ケースが少なく、また単純な地盤での検討であるため、今回ケースよりも複雑な地盤 (軟弱な地盤) における検討を実施し、更なる検証を行うことを今後の課題とする。

### 参考文献

- 1) 日本道路協会：共同溝設計指針 1986 年 3 月、2) 日本道路協会：駐車場設計・施工指針 同解説 1992 年 11 月
- 3) 日本下水道協会：下水道施設の耐震対策指針と解説 2006 年 8 月、4) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 2002 年 3 月