

航空レーザ測量を用いた地震被害予測のための高架橋データベース構築に関する検討

鉄道総合技術研究所 坂井公俊, 本山紘希, 室野剛隆

中央開発 ○西岡佑介, 王寺秀介

1. はじめに

近年の計算機技術の発展と各種計算アルゴリズムの高度化に伴い, 例えば地震発生直後に鉄道路線全体を対象とした地震応答解析を実施し, 被害発生箇所を予測することは可能となっている. また, このようなシミュレーションを事前に多数実施しておくことで, 各種事業体が地震発生時の対応を事前に演習しておくことも可能であると考えられる. このような目的に基づいた地震災害シミュレータの開発も行われている^{例え1)}.

しかしながら, このときに各種パラメータの設定をどのように行うかが大きな問題として残されている. 震源特性は, 強震動予測レシピや地震調査研究推進本部による震源モデルの構築結果が公開されているため, これを利用することができる²⁾. 表層地盤の情報は, 近年データベース化が積極的に実施されており^{例え3)}, これを活用して直近のデータをそのまま用いることで, ある程度の精度で地震動評価が可能であることも確認済である⁴⁾. 構造物の挙動については, 実際の構造を対象とする以上, 実態に即した振動特性を表現する必要があるが, 詳細なデータを構築するためには, 膨大な作業を必要とする上に, 建設年代が古く十分な資料が揃っていない場合もあると考えられる.

この時に, 簡易な情報のみから高架橋の振動特性を推定するという試みも行われている⁵⁾. これは, 対象地点の地盤条件(地盤種別)と高架橋高さのみから構造物の固有周期, 降伏震度を簡易に評価可能であり, 実用的に有効な方法であると考えられる. そこで本検討では, この高架橋高さを航空レーザ測量の結果と国土数値情報を活用することで推定することを試み, 実際の図面情報と比較を行う. これにより, 高架橋の高さに関するデータベース作成の可能性について検討する.

2. 高架橋データベースの構築方法

航空レーザ測量の結果と国土数値情報を以下の手順で組み合わせることで, 鉄道構造物の緯度・経度と高さ情報を対応付ける. なお, 今回用いるデータ(DSM データ, DTM データ)の概要を以下に示す.

- ・数値表層モデル(Digital Surface Model, DSM): 航空機からレーザで計測した地表面及び構造物の高さデータである. 2.5m ピッチで出力されている.
- ・数値地形モデル(Digital Terrain Model, DTM): DSM データから, 構造物を省いた地表だけの高さデータである. 5m ピッチで出力されている.

- (1) 国土数値情報に基づき, 鉄道路線の緯度経度(X^{ℓ}, Y^{ℓ})を抽出する. 高架橋を対象とする場合には 10m ピッチ程度で抽出すれば十分であると考えられるが, 今回は試算のため 1m ピッチで座標を抽出した.
- (2) DTM データのうち, 上記(1)で抽出した各路線の座標と最も近い位置とその DTM データ($X^{DTM}, Y^{DTM}, Z^{DTM}$)を抽出する.
- (3) 上記(2)で抽出された位置に最も近い DSM データの座標とその標高データ($X^{DSM}, Y^{DSM}, Z^{DSM}$)を抽出する. 抽出された DTM データ, DSM データの高さ情報の差分を算定することで, これを各鉄道位置の高さ情報 Z^{ℓ} とする.

$$Z^{\ell} = Z^{DSM} - Z^{DTM}$$

これは, 必ずしも対象とした路線位置の座標を抽出しているものではないが, 鉄道路線の勾配の小ささと線路幅を考えると, 近傍の DTM, DSM データの差分を用いたとしても, ある程度の精度で高架橋高さを抽出できることが期待される.

キーワード 航空レーザ測量, 国土数値情報, 構造物データベース, 地震被害予測

連絡先 〒169-8612 東京都新宿区西早稲田 3-13-5 中央開発(株) TEL03-3208-5252

3. 抽出結果

今回は試算として延長 3.5km 程度の実路線に対して提案手法を適用した。得られた結果を右図に示す。対象地域の東側は山に近づくために、DTM 情報から得られる標高は徐々に大きくなっているが、構造物等の情報をフィルタリングしているため、その変化は DSM データの結果と比較するとみえらぬ。また図 3 の結果から、DSM データと DTM データの差分を求めることで、建物等の存在が明瞭に把握できる。

最後に国土数値情報による路線位置の高さと、設計図面から抽出した高架橋の高さを比較した結果を図 4 に示す。なお設計図面に基づく高さは高架橋の結果のみを表示している。標高情報のみから算定した結果は土被りの影響を含んでいるものの、両者の結果は良好に一致している。また、構造物高さ 5m 以下程度の構造は主に盛土等であると考えられるため、データベースの作成においては、ある程度以上（例えば 6m）の情報のみを高架橋と判断することで、比較的精度の高いデータを構築できる可能性があると考えられる。

今後は、盛土も含んだデータベース構築手法、異常値の判定・除外アルゴリズムを構築した後、より延長の長い路線に適用する予定である。

参考文献 1) 井澤, 坂井, 本山, 室野: 地震災害シミュレータの開発, 日本鉄道施設協会誌, Vol.52, No.3, 2014. 2) (独) 防災科学技術研究所: 地震ハザードステーション (J-SHIS). 3) (独) 防災科学技術研究所 ジオ・ステーション (Geo-Station). 4) 桐生, 野上, 坂井, 室野: 広域構造物の地震応答概略評価のための地盤モデル簡易構築手法, 土木学会論文集, 2014. 5) 豊岡, 室野, 坂井, 西村: 広域鉄道路線の地震被害予測手法の開発, 安全工学シンポジウム講演論文集, 2011.

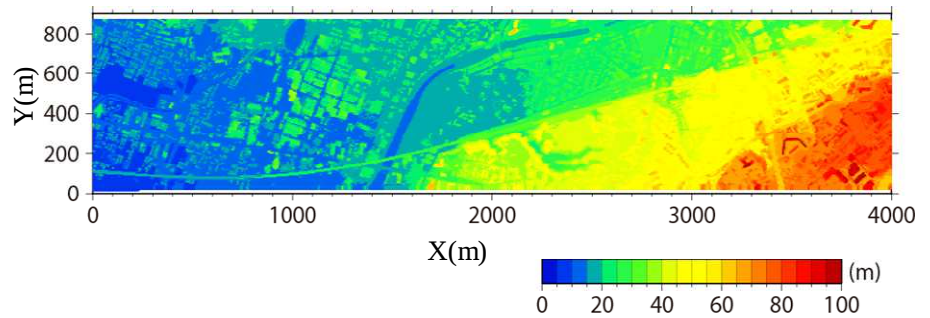


図 1 DSM データ

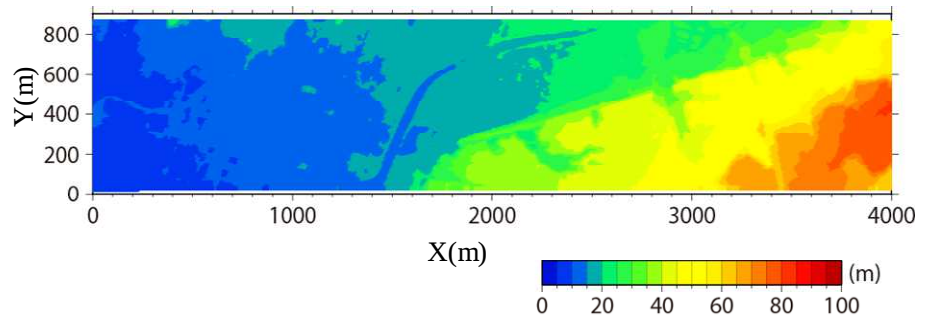


図 2 DTM データ

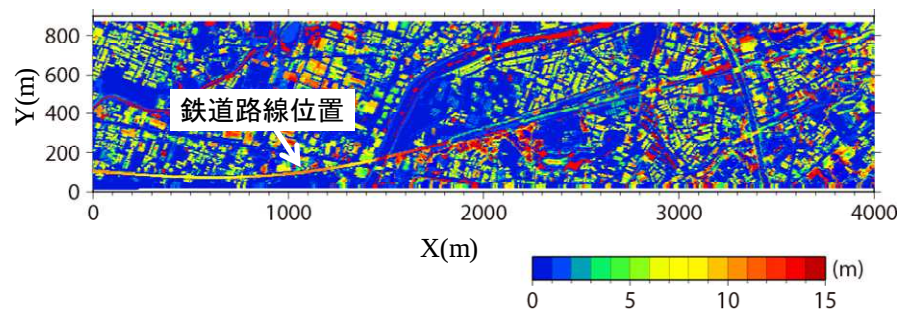


図 3 構造物高さ (DSM-DTM)

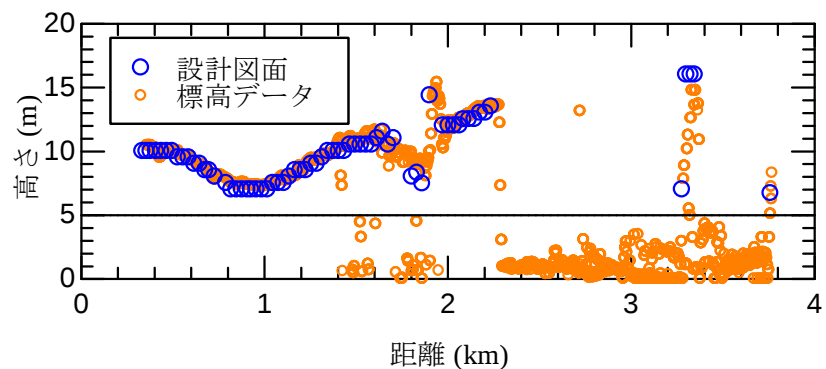


図 4 設計図面に基づく構造物高さ（高架橋のみ）との比較
(距離 0km は対象エリアの西端)