

大阪モノレールにおける（仮称）地震被災度推定システムの構築

大阪モノレール（株） 正会員 鳥牧 昭夫， 新井 弘和
 （株）建設技術研究所 正会員 ○松本 崇志， 川井 菜緒

1. はじめに

2018年6月18日7時58分頃に発生した大阪府北部を震源とする地震において、大阪モノレール沿線では最大震度6弱の揺れを観測した。この地震により営業運行中であった全18列車を緊急停止し、即座に運転指令において通電・通信状況や各列車の被災状況等を確認し、発災から約1時間後の8時50分には駅間で停止していた10列車を最徐行で最寄駅まで移動し乗客の避難を完了させた。しかし、発災後の施設点検は、駅で停車中の車両が障害となり点検完了までに長期間を要することとなった。

地震により緊急停止した車両を安全に最寄駅まで移動させ、さらに、駅停車中の車両を速やかに車庫に回送させて効率的に施設点検を行うためには、被災している可能性の高い施設の特定とその被災状態を推定できることが重要である。

大阪モノレール株式会社では、地震時のソフト対策として、被災している可能性の高い箇所のスクリーニングを行い、最寄駅までの移動判断や点検の初動判断・重点化などを支援し、乗客の安全確保と早期の営業運行再開に寄与する地震被災度推定システムの構築を進めている。本稿ではその取組みを紹介する。

2. 地震被災度推定システムの概要

今回新規に構築する地震被災度推定システムは図-1に示すとおり、即時性重視と推定精度重視の2つの軸に分けて被災度を推定し、活用目的を達成できる運用とする。具体的には、まず第1報として、地震発生から数分以内を目指して支柱のみの被災度を推定し、地震発生後の列車の移動判断（最寄駅までの移動、車庫への回送）および点検の初動判断（点検最優先区間の判断、工作車の出庫判断）の支援に活用する。そして第2報として、地震発生から数10分程度を目指して支柱、支承およびモノレール車両の被災度を推定し、点検の重点化（点検優先順位の設定、損傷の程度に応

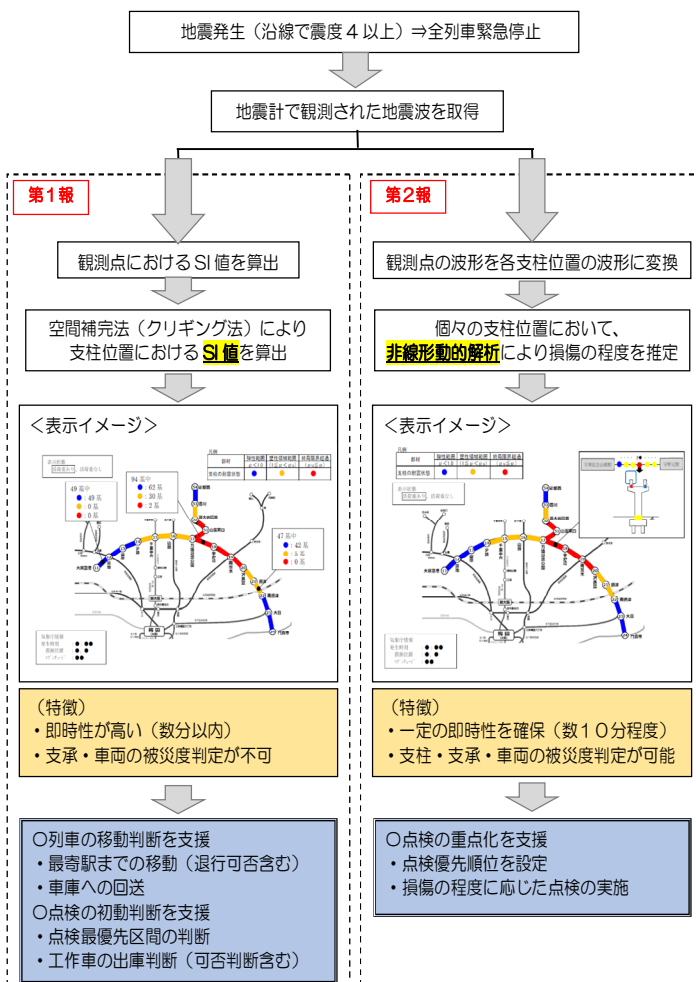


図-1 地震被災度推定システムフロー

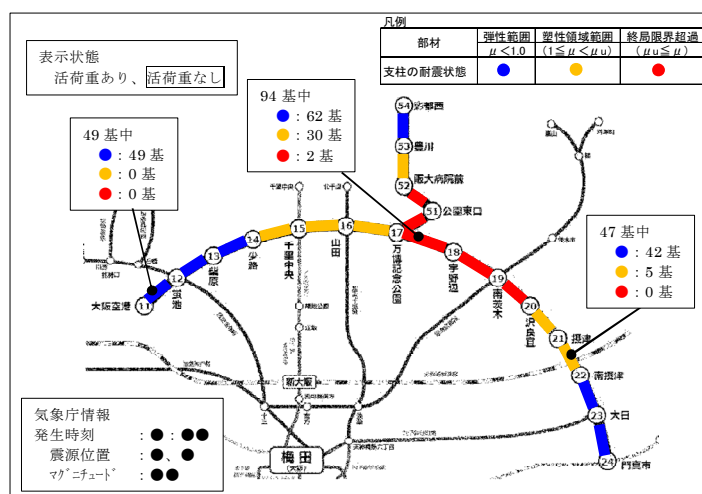


図-2 被災度表示イメージ

キーワード モノレール、大阪府北部地震、地震防災、地震被災度推定システム、ソフト対策、クリギング法
 連絡先 〒541-0045 大阪市中央区道修町1丁目6-7 （株）建設技術研究所 TEL 06-6206-5555

じた点検の実施)に活用する。

3. 第1報の地震被災度推定方法

大阪モノレールの支柱は、1,200 基程度であり、全支柱の耐震情報がある。そこで、予め複数の地震波形を用いた支柱の非線形動的解析を行い、支柱ごとに弾性領域と塑性領域に留まる地震強度を設定しておき、各支柱位置において推定された地震強度から損傷状態を評価する。ここで、地震強度は Housner が提案する SI 値を採用するが、速度スペクトルの積分範囲は支柱の固有周期帯を分析のうえ設定する。図-3 に支柱の耐震状態を示すが、弾性限界 SI 値とは支柱の降伏耐力に到達する SI 値、終局限界 SI 値とは支柱の地震時変形が終局変位に到達する SI 値とする。SI 値の設定方法は図-4 に示すとおりである。

各支柱位置の SI 値は、地震計位置の地震強度 SI 値を用いてクリギング法により推定する。

4. 第2報の地震被災度推定方法

第2報では、支柱・桁、車両で構成する2次元非線形解析モデルの動的解析を実施し、支柱、支承および車両の被災度を推定する。車両の地震時挙動は、台車および車体の重心位置間に線形ばね要素を設けて再現する。図-5 に第2報の地震発生から被災度算出までのフローを示す。全支柱で動的解析を実施するためには全支柱に入力する地震波を設定する必要があるが、全支柱位置に地震計を設置することは現実的でない。そこで、大阪府北部地震の波形記録を用いた地盤応答解析検討において距離減衰補正を行った地震波を用いることで任意地点の地震強度を概ね再現できることを確認したことから、大阪モノレールが保有する地震計から得られた地震波に対して震央からの距離減衰率を乗じて各支柱位置の地震波とし、これを解析モデルに入力することで被災度評価を行う。

5. 今後の取り組み

今後はシステムを構築し、大阪府北部地震において観測された地震波を用いた試算を行うことで、被災度推定の妥当性や被災度評価の有用性を検証しつつ整備していきたい。

6. 謝辞

最後に、今回の検証に際して、ご指導を賜り適切なるご助言をいただいた京都大学大学院工学研究科の清野純史教授、大阪産業大学工学部の大津山澄明教授、大阪市立大学大学院工学研究科の山口隆司教授、京都大学大学院工学研究科の高橋良和教授に心からお礼申し上げます。

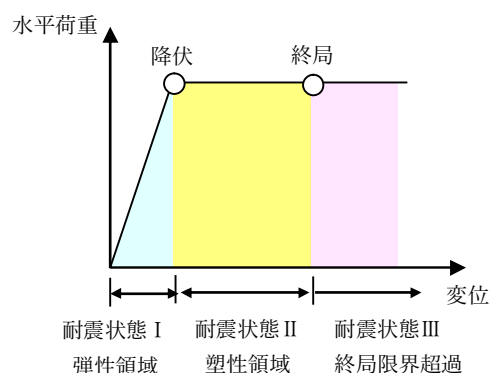


図-3 第1報の被災度評価概念図

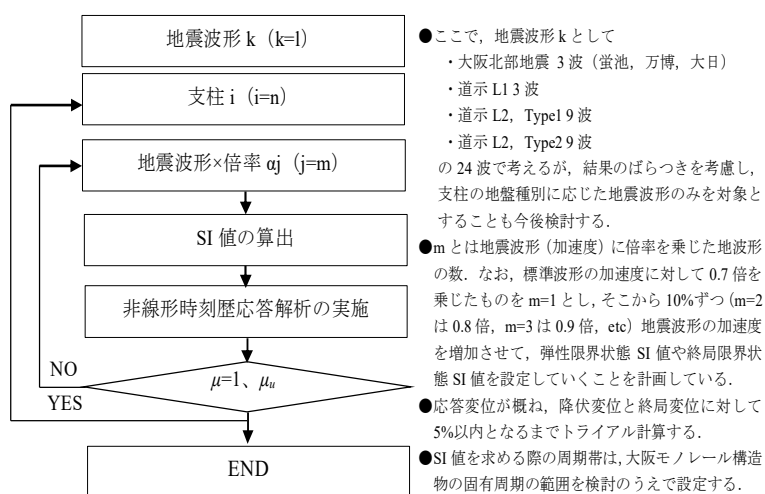


図-4 弾性限界および終局限界 SI 値設定フロー

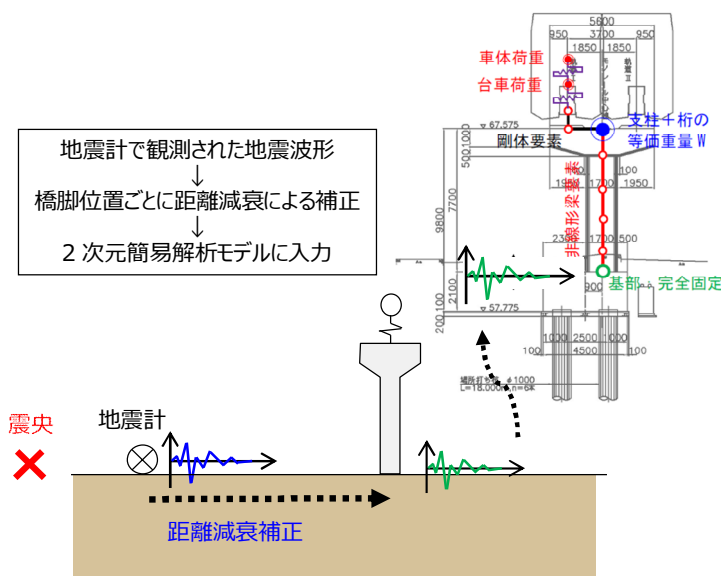


図-5 第2報 非線形時刻歴応答解析の概要