地盤―舗装路面系の地震応答解析に関する基礎的研究

鹿児島大学大学院　学生会員　○森藤　秀祐
鹿児島大学大学院　　正会員　　河野　建二
鹿児島大学大学院　　正会員　　木村　至伸

1. 目的

2004 年 10 月に発生した新潟県中越地震では、地方山間部を中心として道路盛土に多数の被害が発生した。同地震により国土交通省および新潟県が管理する国道の 77 箇所で通行止めとなったが、その原因の約 6 割が盛土の沈下、段差および崩壊に起因しており、橋梁の損傷によるものは約 2 割であった。以上のことから、道路盛土の耐震性向上の必要性、さらに耐震補強対策の重要性が再認識させられている。そこで本研究では舗装を施した地盤を対象に耐震性能評価を検討してみた。また、舗装と地盤の間に耐震補強対策を施した場合の耐震性能評価についても検討を行った。

2. 解析モデルおよび解析手法

本研究で用いた解析モデルを Fig.1 に示す。層数を 20、列数を 50 とした要素数 1000、節点数 1071 の二次元地盤モデルとして解析を行った。幅が *250m*、深さは左側が 25m、右側が 30mとなっている。今回はアイソパラメトリック要素を用いて、平面ひずみ状態として解析を行った。また、境界については粘性境界としてモデル化を行った。地盤の非線形性は Hardin-Drnevich モデル型の等価線形化法を用いて導入する。地盤モデルは 20 層からなるものとし、各層のパラメータを Table.1 に示す。第 1 層は舗装部分としており、その他の層を軟弱地盤層として検討を行っている。また、補強材を導入することによる鉛直方向応答の相違を検討するために、Fig.1 の黒い塗りつぶし部分に補強材を導入した場合の解析も行った。補強材としてアラミド部材を用いており、せん断波速度を *5500*（*m/s*）、ポアソン比を *0.3*、単位体積重量を *14.1*（*kN/m*^{3}）と設定している。

入力地震波は兵庫県南部地震において神戸海洋気象台地盤上で観測された南北方向波（Kobe-NS）で、最大加速度を 200（gal）、400（gal）、600（gal）に基準化したものを用いた。

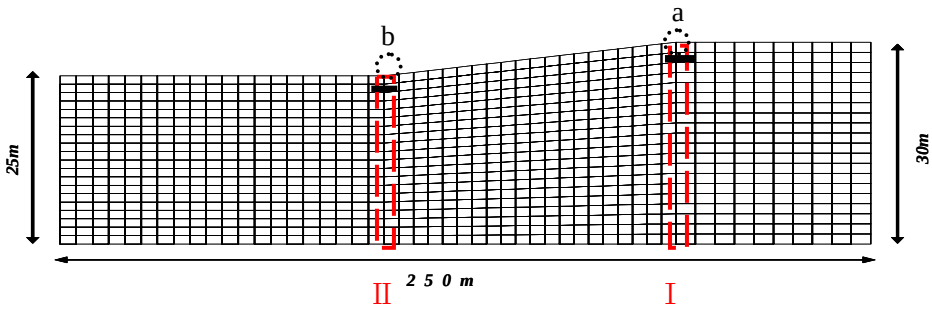

Fig.1 地盤―舗装路面系の解析モデル

Table.1 地盤のパラメータ

	せん断波速度（m/s）	ポアソン比	単位体積重量（kN/m^3）
第1層	500	0.3	23
第2～10層	100	0.45	18
第11～20層	200	0.45	18

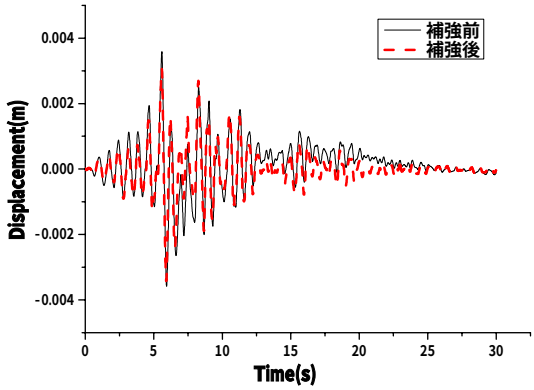

Fig.2 時刻歴応答変位（点 a 鉛直方向）

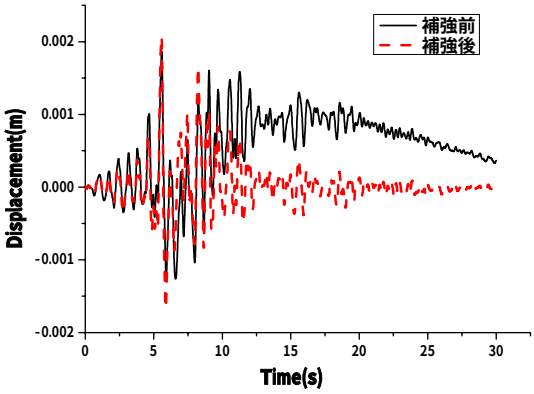

Fig.3 時刻歴応答変位（点 b 鉛直方向）

3. 解析結果と考察

まず、Fig.1 上にて破線の円で示してある点 a と点 b の鉛直方向の時刻歴応答変位曲線をそれぞれ Fig.2 と Fig.3 に示す。グラフは地盤に補強を施す前後の比較を示したものである。Fig.2 に関しては補強前と補強後を比較すると、地盤の固有周期の変化は見られないが、応答の低減が確認できる。一方 Fig.3 に関しては、Fig.2 と同様に固有周期の変化が見られないうえ、応答の低減についても確認はできないが、補強を施すことで残留変位が出ず、安定していることが確認できる。また、点 a の水平方向の時刻歴応答変位を Fig.4 に示す。水平方向に関しては、補強の影響を受けないことが確認できる。

次に Fig.1 上にて破線で表しているエリアⅠの主応力分布を Fig.5 に示す。縦軸を深さ、横軸を主応力としている。補強前は第 1 層の舗装部分に応力が集中しているが、補強後は補強を施している部分に応力が集中していることが確認できる。このことから、補強を導入することよって舗装部分の応力が低減でき、路面の破壊防止につながると考えられる。エリアⅡに関して検証を行ったところ、エリアⅠと同様の傾向が見られた。

また、入力地震波の最大加速度が 200（gal）、400（gal）、600（gal）のときの鉛直変位の最大値を Fig.6、主応力の最大値を Fig.7 に示す。このとき、Fig.6 は点 a を、Fig.7 はエリアⅠの第 1 層に着目している。Fig.6 から、鉛直変位応答に関しては最大加速度による応答の低減効果の変化はほとんど確認できないが、Fig.7 では応答の低減効果は最大加速度によって大きく変化していることが確認できる。また、鉛直変位の低減が大きいほど応力の低減も大きいことがいえる。

4. まとめ

結果として、地震波の最大加速度により応答に関して低減効果に差異がみられるが、補強材を用いることで低減効果が期待できることがいえる。今後は実地盤に対応した補強材の適用による耐震性について検討する必要がある。

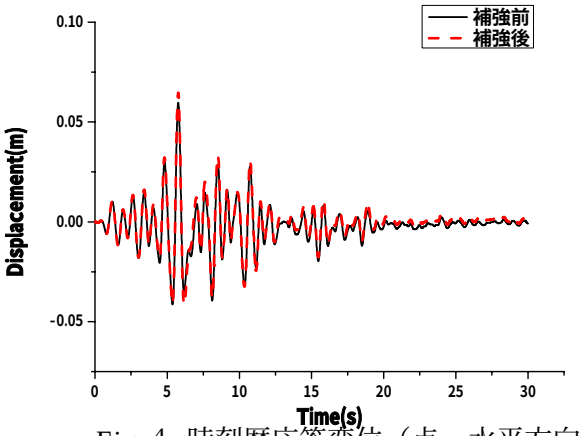

Fig.4 時刻歴応答変位（点 a 水平方向）

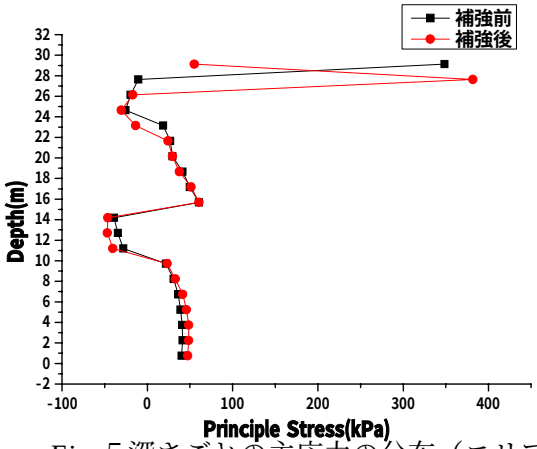

Fig.5 深さごとの主応力の分布（エリアⅠ）

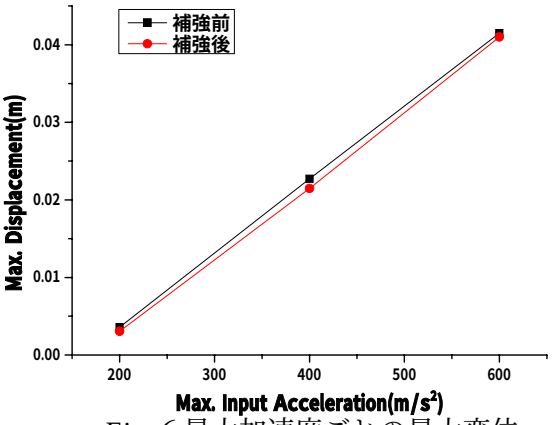

Fig.6 最大加速度ごとの最大変位

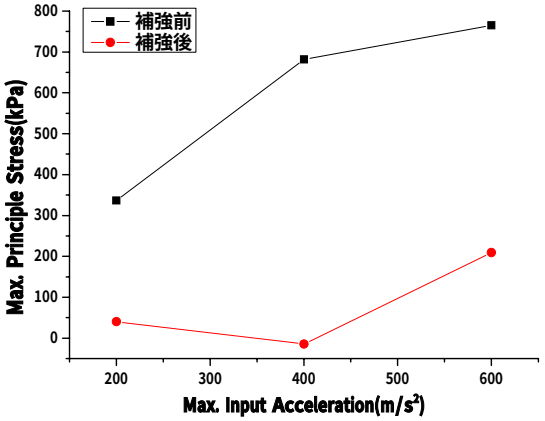

Fig.7 最大加速度ごとの最大主応力