

支圧抵抗と摩擦抵抗を組み合わせた補強土壁の地震応答解析

矢作建設工業（株） 正会員 ○武藤 裕久 正会員 長沼 明彦
名城大学 正会員 小高 猛司

1.はじめに 補強土壁の耐震性は、被災事例や模型実験などから高いことが証明されている。また、地震時の変形性能と加速度との関係について検討された研究は多いものの、補強土壁の内部に配置される補強材と地盤の相互関係の検討された研究は少ない。しかしながら、補強土壁の耐震性を評価するためには補強材による補強効果を検討する必要がある。著者らは、補強土壁の実大実験を行っていたところ、2011 年東北地方太平洋沖地震の余震活動によって、補強材軸力の動的計測データを得ることができた。

本報は、補強材による補強効果を検証するため、FEM 解析を用いて地震時の補強材軸力および加速度データの再現性について検討を行った結果を示す。

2. 補強土壁および計測概要 構造物全体の断面図および計測位置を図 1 に示す。構造物下部 2.4m は地山を模擬するため、セメントによる地盤改良を行い、アンカーで補強している。一方、構造物上部は補強材とパネルを用いた補強土壁構造となっている。本実験に用いた補強土壁工法の構造は、補強土壁前面に設置する PC パネルの中心に 1 本のタイバーを連結し、そのタイバーに支圧プレートと摩擦プレートを設置した 1 組の補強材から成る。タイバーには、ひずみゲージを 3 ヶ所（図中 DR3～6W, DR3～6C, DR3～6P）、補強材 DR3 と同層に 1 軸加速度計を 3 台（AC01～03）、基礎地盤上に 3 軸加速度計（AC07～09）を設置した。

3.解析モデルと導入地震動 今回の動的解析では、2 次元 FEM 解析コードの PLAXIS を使用した。解析モデルを図 2、解析に用いた諸元を表 1 に示す。本解析では、基礎地盤の高さ 5.0m×幅 80m の弾性体とした。地山を模擬した構造物下部の地盤は、本解析では強固な地盤であると仮定し、弾性体とした。構造物上部の盛土地盤、盛土部と PC パネルの間の 500mm の排水層はモール・クーロンモデルを使用した。ここでは、盛土部の弾性係数 E は施工後に行った標準貫入試験より得られた N 値を用いて算出し、それぞれの層に個別の値を設定した。また、既報²⁾より地震時にタイバーにも摩擦力が発生することが確認されているが、本解析ではその摩擦力を考慮せず、タイバーの構成モデルを節点間アンカー（TRUSS 要素）、支圧および摩擦プレートは板材要素（BEAM 要素）とした。

解析に用いた地震動は、平成 24 年 8 月 30 日 4 時 5 分頃（以下、H24）および平成 25 年 8 月 4 日 12 時 28 分（以下、H25）に宮城県沖を震源とした地震（東北地方太平洋沖地震の余震）である。また、地震動は K-SHAKE（構造計画研究所）を用いて引き戻し計算を行い、基礎地盤最下面に作用させた。なお、基礎地盤の境界条件は、下面は自由地盤、側面は粘性境界とした。

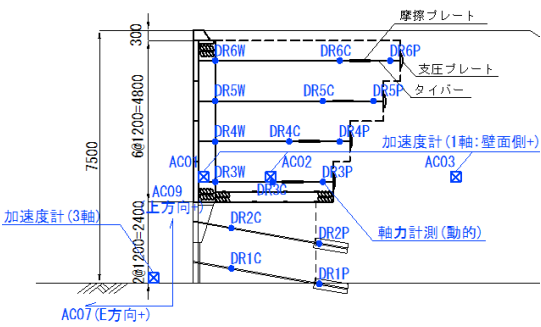


図 1 補強土壁内の計測機器の設置状況

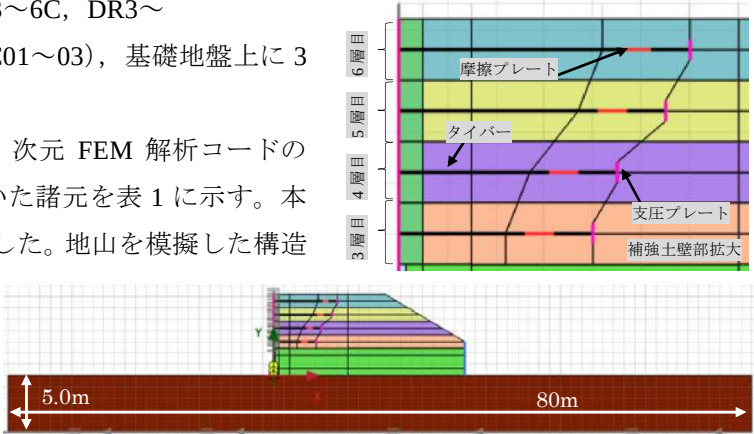


図 2 解析モデル（右上：補強土壁部拡大図）

表 1 解析パラメータ

補強土壁部上部						
総数			3	4	5	6
N値			15	12	8	6
弾性係数	E	MN/m ²	196.2	169.1	129	106.5
粘着力	c	kN/m ²	10			
内部摩擦角	ϕ	°	40			
ダイレイタンシー角	ψ	°	10			
レイリー減衰	α/β		0.02/0.02			

キーワード 補強土壁，地震，FEM 解析

連絡先 〒461-0004 愛知県名古屋市中区葵 3-19-7 矢作建設工業株式会社 地震工学技術研究所 TEL：052-935-2413

4. 解析結果 応答加速度の解析値と計測値の時刻歴結果を図3に示す。H24, H25 の地震ともに計測位置にかかわらず、解析値と計測値の加速度の位相はほぼ一致していることがわかる。最大振幅は、図3 (1), (5) に示すように基礎地盤上ではほぼ一致している。一方で、図3 (2) ~ (4), (6) ~ (8) に示す補強土壁内部 (AC01~03) では解析値のほうが1~2割程度大きな値を示した。次に、図3の計測加速度のフーリエ解析結果を図4に示す。図4 (1), (5) に示すように基礎地盤上のフーリエ解析結果はほぼ一致している。一方、図3 (2) ~ (4) に示すH24の補強土壁内部 (AC01~03) では7~8Hzの加速度スペクトルの大きさが異なっている。図3 (6) ~ (8) に示すH25の補強土壁内部 (AC01~03) の計測値は5~6Hz, 解析値は4~5Hzが卓越し、若干異なる傾向を示したが、ほぼ一致した傾向が得られた。補強材軸力の変化量 ΔP の経時変化を図5に示す。図に示すように応答加速度と同様にH24, H25の解析値と実測値の位相が一致している。しかしながら、振幅は解析値のほうが小さくなる傾向を示した。また、H24, H25ともにDR3Pの ΔP は振幅および位相は大きく異なる傾向を示した。

5. まとめ 以上の結果より、本補強土壁の解析モデルにおいて応答加速度、補強材軸力がほぼ再現できていることが示された。今後、地盤の応力状態などを整理し、補強材が地震時に地盤に及ぼす効果について追求していく。

【参考文献】1)武藤ら：地震時における支圧抵抗と摩擦抵抗を組み合わせた補強土壁挙動とFEM解析(その2), 第52回地盤工学研究発表会, (投稿中). 2)古山ら：余震記録を用いた地震時に発揮される補強材力に関する考察, 平成25年度土木学会中部支部, 2014.

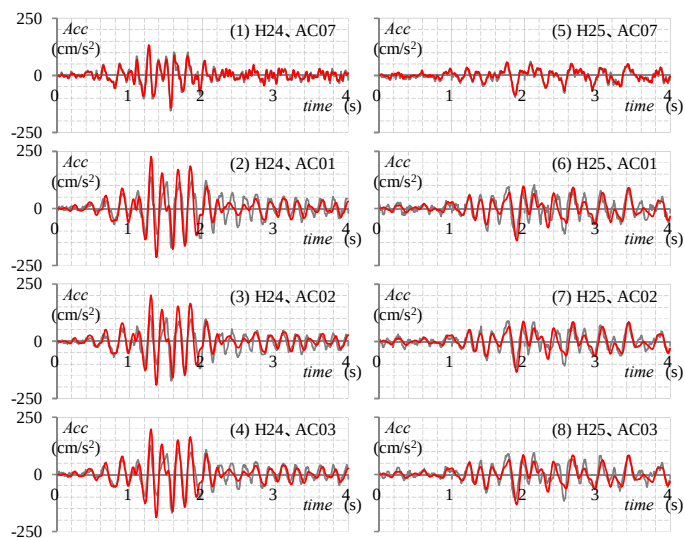


図3 計測加速度の時刻歴 (赤：解析、黒：計測)

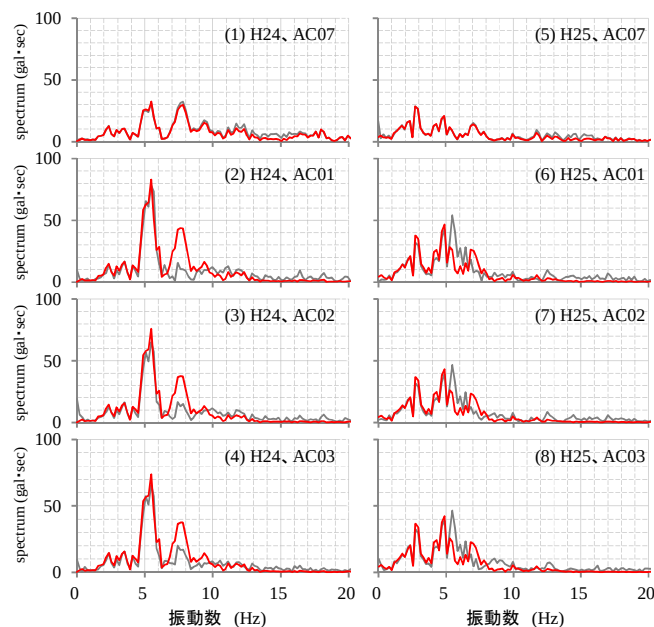


図4 フーリエ解析結果 (赤：解析、黒：計測)

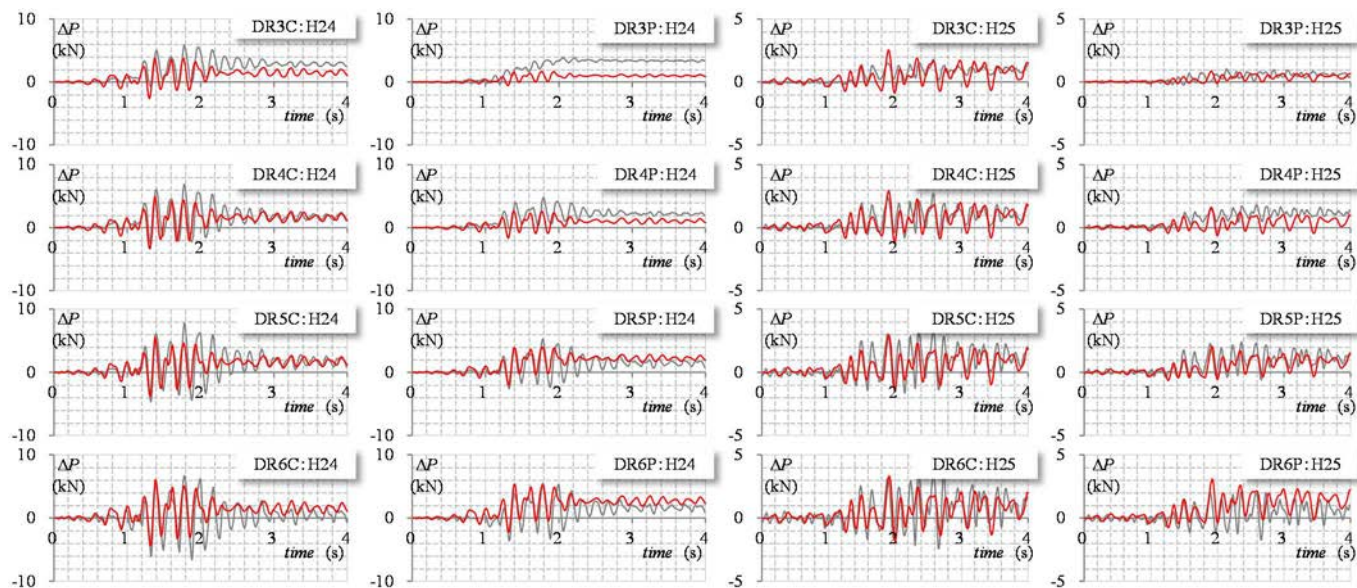


図5 補強材軸力の変化量の時刻歴 (赤：解析、黒：計測)