

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

名城大学大学院	学生会員	○古山翔悟・石樽宏充
名城大学	正会員	小高猛司・崔 瑛
矢作建設工業	正会員	長沼明彦・武藤裕久
名古屋大学	正会員	中野正樹・野田利弘

1. はじめに

東北地方太平洋沖地震では補強盛土壁に大きな被害はなく、耐震性の高さが示されたものの、その耐震メカニズムは必ずしも明確ではない。一方、帯状補強材による補強土壁では、摩擦抵抗が十分に発揮できない土被りが小さい盛土上部において変状事例が散見され、補強盛土壁工法の耐震性の課題を浮かび上がらせた。著者らは、支圧抵抗と摩擦抵抗を併用した補強盛土工法を開発し^{1)~3)}、その地震時挙動を把握するために仙台市内で構築した実大補強盛土において長期観測を行った。既報⁴⁾にて、平成24年8月に発生した東北地方太平洋沖地震の比較的大きな余震時に得られた補強材力の観測記録から、土被りが小さい盛土上部ほど地震時に発揮される支圧プレートの荷重分担率が大きいことを示した。本報では、平成25年8月に発生した余震時の観測記録から得た知見を示す。

2. 補強盛土壁の概要

仙台市泉区に構築した補強土壁を写真1と図1に示す。最大壁高7.2mの内、上部4.8mを補強盛土で築造した。縦1.2m×横1.8mのプレキャストコンクリート製の壁面パネルの中心に1本のタイロッドを連結し、そのタイロッドの先端に支圧プレート(アンカープレート)、中間に摩擦プレートを設置し、1組の補強材を構成している。そのため、支圧抵抗と摩擦抵抗の両者が期待できるとともに、補強材密度が小さいという施工上の利点を持つ。図1には各種の計測器の配置位置も示されている。盛土補強部は鉛直に4段あり、それぞれのタイロッドに3箇所ずつひずみゲージ(DR--等)を設置することにより軸力計測を行っていた。また、上から3段目と4段目の間の盛土内には、3箇所に加速度計(AC01~03)を設置していた。また、この3台とは別に、構造物外の基礎地盤地上部と盛土上部に加速度計を設置している。合計5台の加速度計の内、1台でも $\pm 5\mu$ (約 $\pm 20\text{cm/sec}$)以上の値を感知した際に、5秒間の遡り時間を入れて合計150秒間のすべての計測機器の記録を行う設定としていた。



写真1 補強土壁の全景

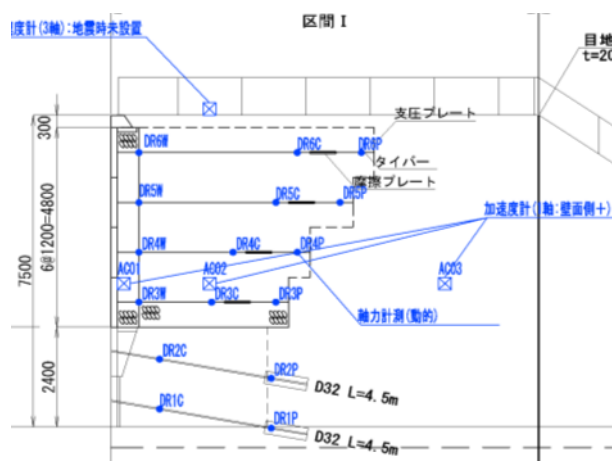


図1 補強盛土壁内の計測機器の設置状況

3. 計測結果

平成25年8月4日12時28分頃に宮城県沖約58kmを震源としたM6.0の地震が発生した。観測された最大深度は「5強」であり、当該盛土を施工している泉区での震度は「4」であった。図2は基礎地盤地部に設置した加速度計で観測された加速度記録である。スペクトル解析した結果、基礎地盤での加速度波形は3Hzと7Hzの波が

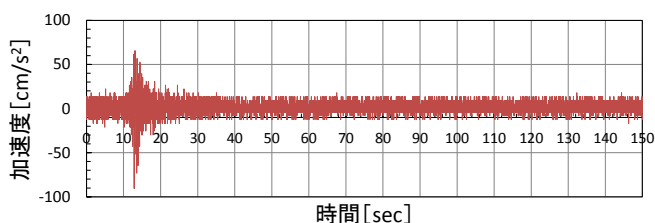


図2 基礎地盤上の加速度計強震記録

卓越していたが、盛土内と上部の加速度では、5～6Hz の波が卓越しており、本補強土壁の固有周期が 5～6Hz 付近であることが確認できた。

図 3 は補強材軸力から計算した支圧ならびに摩擦抵抗力の増分値の時刻歴である。支圧，摩擦いずれの抵抗力も震動とともに増減し，補強盛土の耐震性能に寄与していたと考えられるが，最も盛土上部の DR6 において特に支圧抵抗力の増分が大きく発生していることが確認できる。このことから，地震時には土被りが小さい位置においても支圧プレートが機能していることがわかった。表 1 は，地震前後の各段の摩擦抵抗と支圧抵抗の荷重負担率である。総じて，摩擦抵抗の負担率は，土被りが小さい上段ほど低い値となっており，支圧抵抗がおよそ 6 割を負担している。

図 4 に AC01－AC02 間の相対変位ならびに，支圧，摩擦抵抗力の増分値の時刻歴を示す。それぞれの波形を見ると，4 段目の摩擦抵抗力ならびに 3 段目の支圧および摩擦抵抗力において，相対変位の波形と一部で同期していることがわかる。相対変位は補強盛土内の変形を示していることから，地震時に補強材の支圧および摩擦抵抗が，盛土の変形に応じて発揮されるという補強メカニズムが本観測から示された。

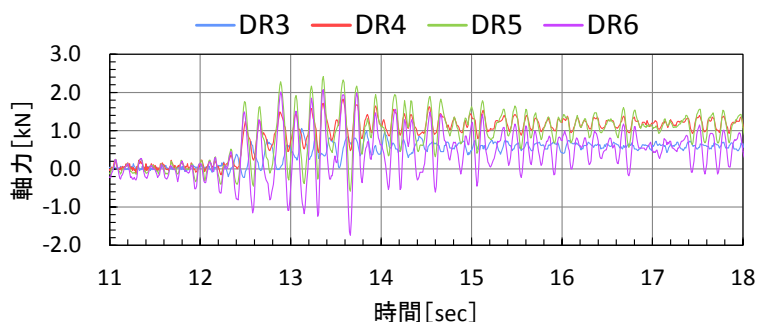
4. まとめ

地震時の加速度と軸力の観測記録を分析することによって，補強盛土内で地震時に支圧抵抗と摩擦抵抗が発揮されることが確認された。また，他の余震時の観測記録でも同様の結果が見受けられ，補強盛土の地震時挙動が明確になるとともに，支圧補強材の耐震性への寄与の高さも同時に示された。

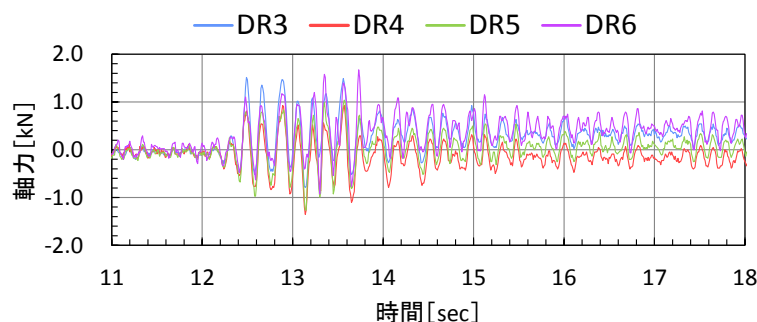
参考文献： 1) 竹岡ら：支圧抵抗力と摩擦抵抗力を併用した補強材の土中引抜き試験，第 44 回地盤工学研究発表会，2009. 2) 奥屋ら：支圧抵抗力と摩擦抵抗力を組合せた盛土補強土壁の実物大施工，平成 22 年度土木学会中部支部，2010. 3) 長沼ら：支圧および摩擦プレートを併用した盛土補強土壁の補強材抵抗力の計測，第 47 回地盤工学研究発表会，2012. 4) 石樽ら：支圧および摩擦プレートを併用した盛土補強土壁の補強材抵抗力の計測，第 47 回地盤工学研究発表会，2012.

表 1 補強材の負担率

		DR3	DR4	DR5	DR6
摩擦抵抗	地震前	45.6%	38.3%	41.5%	36.6%
	地震後	45.4%	36.5%	40.0%	37.1%
支圧抵抗	地震前	54.4%	61.7%	58.5%	63.4%
	地震後	54.5%	63.5%	60.0%	62.9%

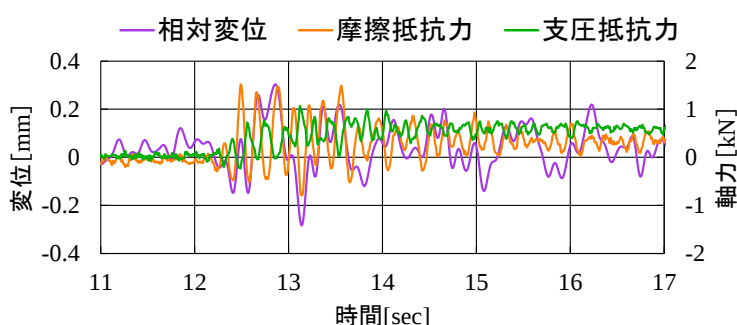


(a) 支圧抵抗による補強材力増分

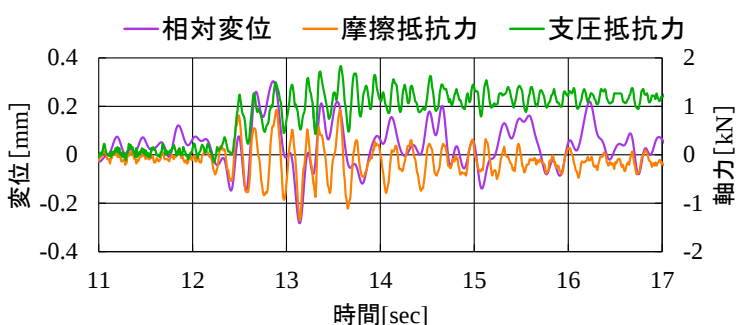


(b) 摩擦抵抗による補強材力増分

図 3 強震中の補強材軸力増分の時刻歴



(a) DR03



(b) DR04

図 4 相対変位と補強材軸力増分の時刻歴