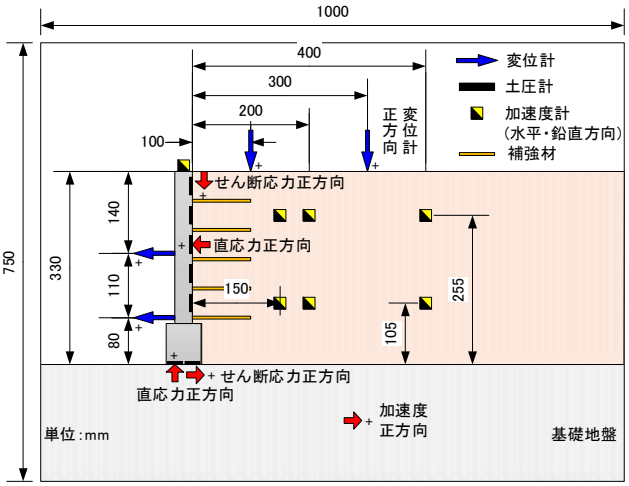
補強土擁壁の長時間加振実験による補強メカニズム

防衛大学校　学生会員　　○佐々木星・髙倉太希
防衛大学校　正会員　　篠田昌弘・宮田喜壽

１．はじめに

一般的に，補強土擁壁は耐震性が高く，地震時の変形量が小さいと言われている．これまで，補強土擁壁の耐震性を評価するため，加振実験が実施されてきた．既往の研究では，5 波から 10 波程度の正弦波もしくは不規則波が加振波として用いられてきたが，これまで長時間の加振は実施されていない．そこで，本研究では，永久磁石を用いた加振器を用いて補強土擁壁の加振実験を実施した．加振実験で用いた加振エネルギーは，既往の研究よりも 10 倍近く増加させ，想定外の地震に対する補強土擁壁の動的挙動の解明を試みた．

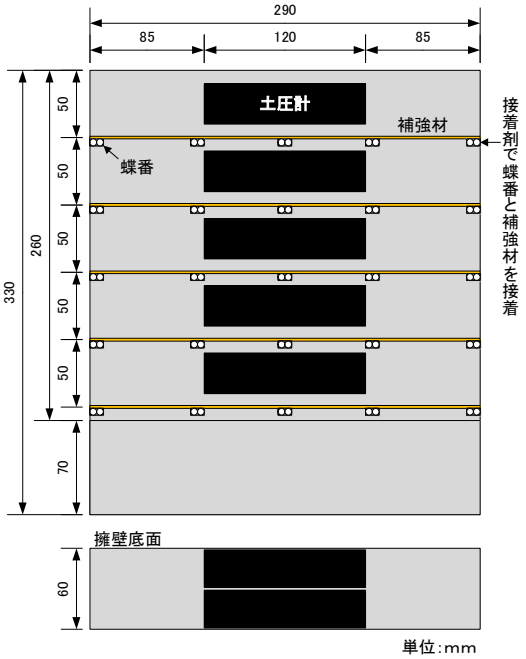


図−1　擁壁模型と計測器の配置

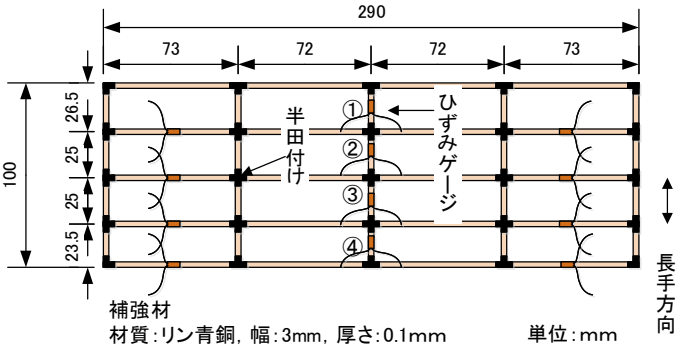
２．実験方法

(1)　実験条件と測定項目

図−1 に補強土擁壁模型の断面図と計測器配置を示す．また，図−2 に擁壁模型に設置した土圧計と補強材配置を示す．補強土擁壁は，側面に強化ガラスを設置した土槽（幅 1000 mm，高さ 750 mm，奥行き 300 mm）の中に構築した．基礎地盤と背面盛土材料は，気乾状態の珪砂 6 号（Gs =2.64, e_{max} =0.96, e_{min} =0.606）であり，相対密度 90%で構築した．擁壁模型の縦壁内部には，直応力とせん断応力が計測可能な二方向土圧計が 5 個設置されている．擁壁底面の土圧が計測できるように，直応力とせん断応力が計測可能な二方向土圧計が 2 個設置されている．擁壁と地盤材料が接する部分では，摩擦を発生させるためにサンドペーパーを貼り付けた．擁壁の水平変位と傾斜角を計測するために，水平方向に変位計を 2 個設置した．背面盛土の沈下を計測するために，背面盛土上部に変位計を 2 個設置した．擁壁頂部と背面盛土内部に水平方向・鉛直方向の加速度計を図−1 のように設置した．図−3 に補強材模型を示す．本実験で用いたリン青銅製補強材はストリップ 5 本を擁壁背面方向に配置して，ストリップ 5 本を直交させるように配置した．リン青銅製ストリップが交わる箇所は，半田で固定した．図−3 に示すように，補強材ひずみを計測するため，擁壁背面方向の補強材中央のストリップに 2 つ，擁壁背面直交方向の補強材側面のストリップにひずみゲージを 2 つずつ取り付けた．



図−2　擁壁模型の土圧計と補強材



図−3　補強材模型

キーワード　擁壁，補強土，長時間加振実験

連絡先　〒239-8686　神奈川県横須賀市走水 1-10-20　防衛大学校
Tel：046-841-3810(3512)，E-mail：shinoda@nda.ac.jp

外部に設置したブリッジボックスを介してひずみ量を計測した．加振前に補強材におもりを用いて載荷して検定を行い，発生するひずみ量と荷重の関係を事前に把握した．

(2) 加振条件

図-4 に振動台実験で用いた加振波を示す．加振波は正弦波として，周波数 5Hz，波数 180 波（加振時間：45 秒間）として，100Gal から 100Gal 刻みでステップ加振とした．なお，ステップ加振の終了は，擁壁擁壁の変位が大きくなった時点とした．本研究で用いた加振波は，加振時間が長く，加振エネルギーが大きいことに特徴がある．

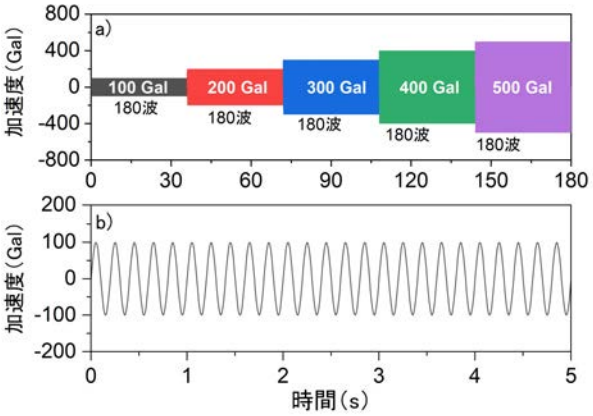


図-4 振動台実験で用いた加振波：a)100Gal から 500Gal までの段階加振，b)100Gal 加振の拡大図

３．実験結果

代表的な計測結果として，**図-5** に補強材張力の時刻歴を示す．上から 1 層目（最上層）の補強材張力は，加振に伴い低下した．上から 3 層目（中間層）の補強材張力は，400Gal 加振まで増加した後，500Gal 以降で補強材張力が低下した．上から 5 層目（最下層）の補強材張力は，加振に伴い増加した．上記の試験結果から，上から 1 層目（最上層）の補強材は，低い拘束圧のため加振初期から引き抜きが生じたと考えられる．上から 3 層目（中間層）の補強材は，500Gal 加振開始直後で引き抜きが生じたと考えられる．上から 5 層目（最下層）の補強材は，引き抜かれることなく，加振中に補強材による拘束効果を発揮したと考えられる．**図-6** に加振実験開始時(100Gal 加振前)，つま先降伏時，加振終了時の作用力と抵抗力の関係を示す．加振開始時には中央付近の補強材張力が大きな値を示しており，その傾向は加振終了まで継続した．フーチングつま先直下の支持力がピークを示す時点（つま先降伏時）では，擁壁に作用する地震時土圧が大きな値を示した．つま先降伏後，フーチングつま先直下の支持力は低下して，地震時土圧が相対的に小さい値を示した．

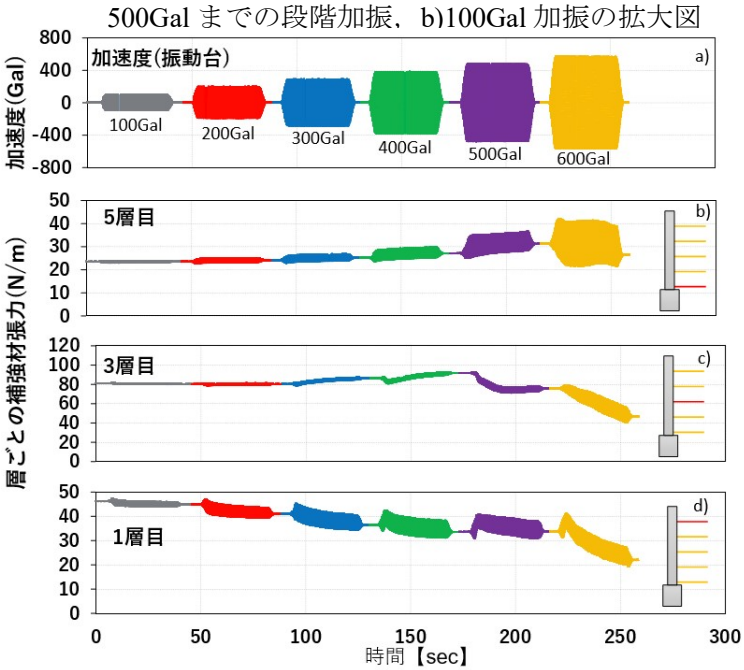


図-5 a)振動台加速度，b)補強材(5 層目)張力，c)補強材(3 層目)張力，d)補強材(1 層目)張力

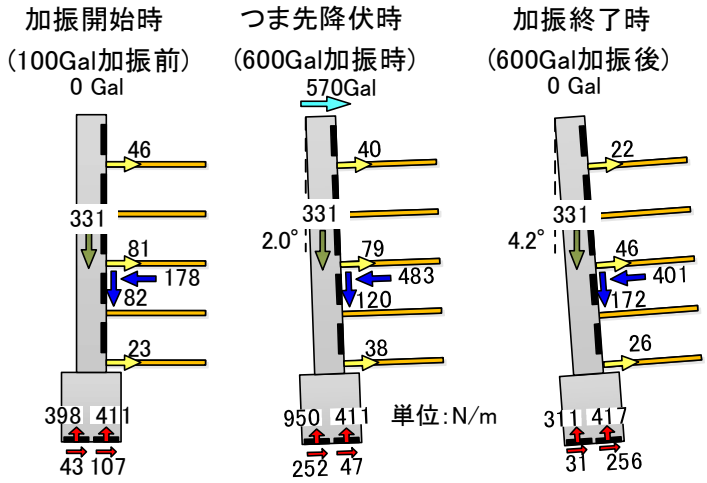


図-6 補強土擁壁の加振時の挙動

４．まとめ

本研究では，これまでの加振実験で用いた加振波よりも加振時間（エネルギー）を 10 倍近く増加させた条件で，補強土擁壁の振動台実験を実施して，補強材張力の発生状況，擁壁に作用する土圧について分析した．その結果，補強土擁壁は，非常に大きなエネルギーを有する加振波に対して壊れにくく，高い靭性を示すことが確認できた．

謝辞

本研究は，JSPS 科研費 20K05057 の助成を受けました．ここに記して謝意を表します．