

実物石積壁を用いた石積壁耐震補強工法に関する注入固化実験

大林組○(正)山田祐樹 (正)山本 彰 (フェロー)鳥井原誠
 鉄道総研 (正)太田直之 (正)杉山友康 (正)布川 修
 国土館大学 (フェロー)岡田 勝也

1. はじめに

石積壁の耐震補強工法として考案した部分固化工法¹⁾では、図1に示すように裏グリ石の有する排水機能を損なわずに固化体を造成する必要があるため、裏グリ石の注入固化方法が重要となる。前報²⁾において、部分固化工法に適したグラウト材を選定するとともに、注入方法に関する検討結果について述べた。本報では、引き続き実施したグラウト材の基本特性試験結果ならびに実物石積壁を対象に検討を行った注入実験結果について報告する。

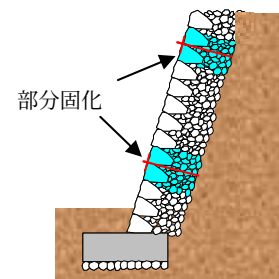


図1 部分固化工法の概念図

2. 実験概要

これまでの実験により部分固化工法に適したグラウト材の基本特性ならびに注入方法について確認を行った。今回は、グラウト材の母材に関する追加検討として、一般的に入手可能な細目砂を使用し、前報と同様なグラウト材の基本特性に関する実験を行った。また、実物間知石を用いた石積壁を構築し、間知石の影響を考慮した注入固化実験を行い、固化体の形成状況の確認ならびに所定の固化体を造成するために必要な注入量に関する検討を行った。以下に、各実験方法の概要を示す。

①グラウト材の基本特性把握試験および注入実験

実験に用いたグラウト材は、細目砂を母材としたモルタルである。細目砂の粒径加積曲線を図2に示す。モルタルについては、これまでの検討と同様に、セメントと砂の割合を重量比で1:1としている。グラウト材の水セメント比をパラメータとして、コンシステンシー試験（JIS A 313）および一軸圧縮試験を行った。また、併せてアクリル円筒を用いた注入実験を行うことにより、フロー値と改良効果の関係について検討を行った。なお、実験方法の詳細については既往の文献²⁾を参照されたい。

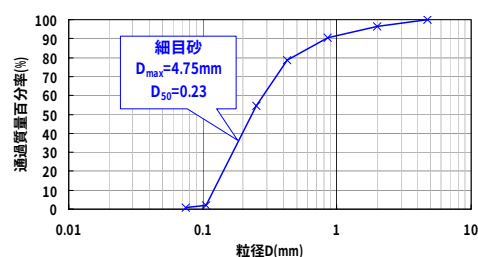


図2 粒径加積曲線



写真1 実物石積壁の全景

②実物石積壁による注入実験

実験に用いた間知石は、一辺30cmの正方形の面(つら)および50cmの控(ひかえ)を有する。この間知石を用いて高さ約3m、幅約3mの石積壁を1基、高さ約1m、幅約3mの石積壁を2基構築した。構築した石積壁の状況を写真1に示す。間知石の背後には、前報²⁾の注入実験に用いたものと同様の最大粒径 $D_{max}=100\text{mm}$ の裏グリ石を充填している。間知石の胴尻(どうじり)から地山までの裏グリ石層の幅は30cmである。これらの石積壁を対象にグラウト材の注入量 0.03m^3 を3ケース、 0.07m^3 を5ケース実施し、固化体の形成状況について検討を行った。なお、裏グリ石を対象に、 $\phi 50\text{cm} \times h 50\text{cm}$ の鋼製モールドを用い、施工時の状況を想定した空中落下試験を行い、裏グリ石の間隙比から注入量と改良径の関係について併せて検討を行った。

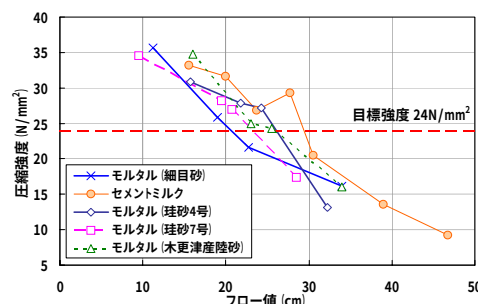


図3 圧縮強度とフロー値の関係

キーワード：石積壁、耐震、注入

連絡先：東京都清瀬市下清戸 4-640 TEL.0424-95-0910 FAX.0424-95-0903

3. 実験結果

①グラウト材の基本特性把握試験結果および注入実験

図3にコンシステンシー試験および一軸圧縮試験により得られたフロー値と圧縮強度（7日）の関係を示す。図中には、既往²⁾の試験結果ならびに強度目標とした注入材の強度（ 24N/mm^2 ）を破線により併せて示している。対象とした細目砂についても、フロー値が大きくなるに従い、圧縮強度の低下する傾向が見られ、これまでの試験結果とほぼ同様であった。図4にフロー値と改良率（投入裏グリ石重量－未改良部分裏グリ石重量）／（投入裏グリ石重量）の関係を示す。図中には既往²⁾の実験結果も併せて示している。浸透実験によるフロー値と改良率の関係は、これまでの実験結果とほぼ同様な傾向を示している。また、圧入実験による改良率は若干低めの値を示しているものの、注入状況は良好であり、今回対象とした細目砂は部分固化工法のグラウト材として適用可能な材料であると考えられる。

②実物石積壁による注入実験

注入実験は実物石積壁を対象に8ケース実施し、グラウト材の母材としては細目砂および珪砂7号を用いている。なお、注入時のフロー値はこれまでの室内実験結果を勘案し、12～18cm程度を目標に設定している。図5に各ケースにおける固化体の寸法（高さ）と幅）の関係を示す。ここで、固化体高さならびに幅は、背面地山と接した部分の計測値としている。固化体の大きさにはバラツキが見られるものの、固化体高さとの関係はほぼ1:1となっている。図6は、空中落下試験により得られた裏グリ石の間隙比ならびに間知石の胴尻部分を考慮した裏グリ石層厚を用いて算出したグラウト材の注入量と固化体の改良径の関係を示している。計算値と実験値は比較的良い対応を示しており、裏グリ石の間隙比を用いることにより、固化体の改良径を設定することが可能であることがわかった。

図7はこれまで検討を行ったグラウト材の母材の粒径加積曲線であり、図中にはこれまで実施した各種注入実験で良好な結果が得られた母材を含む領域を併せて示している。この図から、部分固化工法に用いるグラウト材の母材としては、最大粒径 $D_{\max}=0.5\sim 5\text{mm}$ 程度、平均粒径 $D_{50}=0.15\sim 1\text{mm}$ 程度の細粒分をほとんど含まない砂が適していると考えられる。

4. おわりに

グラウト材に関する追加実験ならびに実物石積壁を対象とした注入固化実験を行った。以下に結果を述べる。

①実物石積壁を対象とした実験において、良好な固化体を造成できることが確認できた。②固化体の改良径は、裏グリ石の間隙比および間知石の胴尻部分を考慮した裏グリ石層厚を用いることにより、設定することが可能である。③部分固化工法に適したグラウト材の母材は、最大粒径 $D_{\max}=0.5\sim 5\text{mm}$ 程度、平均粒径 $D_{50}=0.15\sim 1\text{mm}$ 程度の細粒分をほとんど含まない砂であると考えられる。

参考文献 1)太田,杉山,山田,鳥井原,山本,岡田:石積壁の耐震補強対策工法の効果に関する実験的検討,第40回地盤工学研究発表会,2005

2)山田,山本,鳥井原,太田,杉山,岡田:石積壁耐震補強工法に関する裏グリ石の注入固化実験,第41回地盤工学研究発表会2006

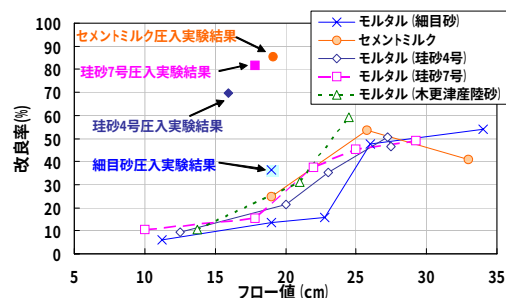


図4 フロー値と改良率の関係

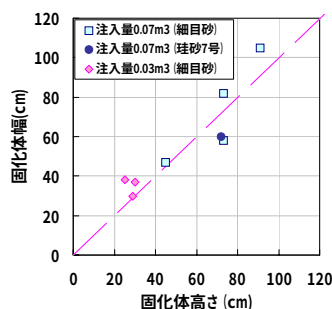


図5 固化体高さとの関係

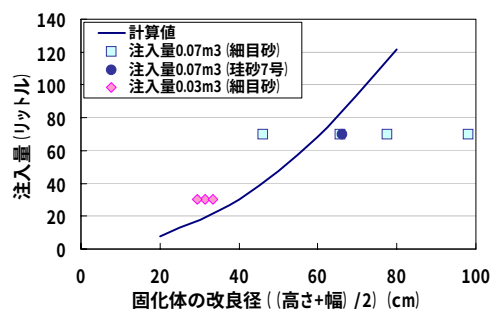


図6 注入量と固化体の改良径の関係

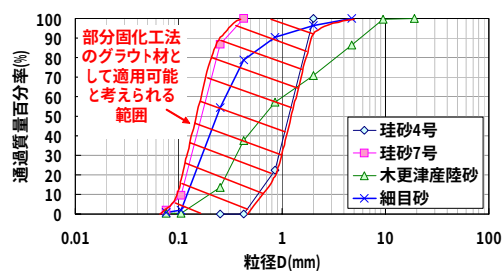


図7 グラウト材に適した粒径範囲