

EDO-EPS 盛土の耐震性能向上を目的とした緊結金具の開発－基礎試験

軽量土 盛土材料 せん断試験

発泡スチロール土木工法開発機構 正会員 ○窪田 達郎
同上 塚本 英樹

1. はじめに

EDO-EPS 工法（発泡スチロールブロック（EDO-EPS ブロック）を用いた軽量盛土工法）の施工では、緊結金具の爪がブロックに差し込まれることにより、ブロック相互が連結され、盛土として一体化される。

従来の緊結金具によって一体化された EDO-EPS 盛土の耐震性能については、実物大振動台実験によって実証されている¹⁾²⁾。それによると、レベル2地震動を考慮する場合には、ブロックのずれや抜け出しを防ぐために、緊結金具を密に設置することが提唱され、「EDO-EPS 工法 設計・施工基準書（案）」にもその考え方が盛り込まれている³⁾。

しかし、平成 28 年（2016 年）熊本地震では、一連の地震活動において震度 7 の揺れが 2 度観測された。前述の実物大振動台実験では、このような強い揺れが複数回作用する場合の挙動については検証されていない。ブロックのずれなどを防ぐためには緊結金具をさらに密に設置することも考えられるが、コスト増につながる。

そこで、必要最小限の方法でブロック相互の一体化をより確実にするため、従来のものに代わる新しい緊結金具を考案した。その効果を確認するため、新旧の緊結金具で接続された EDO-EPS ブロック相互のせん断試験を実施したので、その結果を報告する。

2. 新しい緊結金具に期待される効果

従来の緊結金具を図-1 (a) に示す。そのプレート部は長辺 150mm、短辺 100mm の長方形であり、各辺には爪が 6 本ずつ設けられている⁴⁾。

一方、新しい緊結金具を図-1 (b) に示す。そのプレート部は一辺が 150mm の正方形であり、各辺には爪が 10 本ずつ設けられている。新しい緊結金具は従来に比べて爪の本数が 1.67 倍に増えることで、爪の引裂き抵抗（せん断抵抗）が増加し、強い地震動や大きな地盤変状が生じた場合でも、ブロック相互の一体化をより確実なものにできると期待される。

また、従来の緊結金具は長方形の非対称形状であり、作用力に対して回転挙動を起こす恐れがあったが、新しい緊結金具は正方形の対称形状であるため回転挙動を制御でき、ブロック相互の一体化をより確実なものにできると期待される。

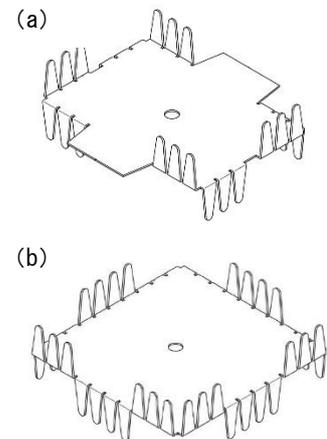


図-1 試験に用いた緊結金具

3. 供試体の概要

EDO-EPS ブロックは型内発泡法の種別 D-20（単位体積重量 0.20kN/m³）を用いた。2,000×1,000×500mm の大型ブロックから、幅 350mm（上段）／250mm（下段）、奥行き 250mm、厚さ 70mm の供試体を電熱線により切り出した。幅を大小 2 種類としたのは、ブロックの水平移動により相互の接触面積を変化させないためである。

また、緊結金具の材質は JIS G 3321 で規定される溶融 55%アルミニウム-亜鉛合金めっき鋼板（SGLC400）である。形状・寸法は 2. で前述したとおり。

4. 試験手順

試験装置の概略および全景写真を図-2 に示す。これは土の一面せん断試験装置（垂直力下面載荷・上箱可動型）に対して、前述の大きさのブロック供試体をセットできるよう改良したものである。

まず下段ブロックを固定し、その端部に上段ブロックの端部を揃えて載せた。その際、接触面に緊結金具を設置し、相互に接続した。接触面はブロック成型面とした。従来の緊結金具については長辺／短辺が、新しい緊結金具については任意の一辺がブロックの幅方向（水平力作用方向）と平行となるように、



図-2 試験装置の概略および全景

それぞれ設置した。なお、比較のために緊結金具を設置しない場合についても試験を行っている。

次に、下段ブロック下面から垂直力を均等に作用させ、30分間放置した。垂直力は156, 313, 625N（垂直応力は2.5, 5.0, 10.0kN/m²）の3ケースとした。そして、上段ブロックを毎分1mmの一定速で押し出して水平力を加え、その大きさと水平変位を計測した。水平変位が40mmに達したところで試験を終了した。緊結金具の有無および種類、垂直力の大きさにより、試験ケースは全12ケースとなる。

5. 試験結果および考察

各試験ケースでのせん断応力（＝水平力／上下ブロックの接触面積）と水平変位との関係を図-3に示す。緊結金具を設置しない場合では、せん断応力は変位初期に降伏点を示すが、その後の増加は緩やかになっている。それに対して緊結金具を設置した場合には、せん断応力は変位の進行とともに徐々に増加するが明瞭な降伏点を示さず、試験終了直前に最大値を示している。これは、型内発泡法のEDO-EPSブロックに対して圧縮試験を行うと、応力ひずみ関係は明瞭な降伏点を示さないことと類似しており、ブロックに差し込まれた金具の爪が水平力により変位しようとする際、ブロックからの受働抵抗が発揮されているものと考えられる。

また、せん断応力（最大値）と垂直応力との関係について、各試験ケースを一括して図-4に示す。いずれのケースでも垂直応力とせん断応力は線形関係を示している。また、新しい緊結金具を設置した場合は、従来の緊結金具に比べ、垂直応力の大きさに関わらずせん断応力が約5kN/m²（今回試験を実施した垂直応力の範囲では約30～40%）増加しており、新しい緊結金具の効果が確認された。

6. おわりに

新しい緊結金具によりEDO-EPSブロックを接続すると、ブロック相互のせん断応力が従来の緊結金具に比べて増加し、所期の効果が確認された。今回の試験では型内発泡法のブロックを使用した。押出発泡法のブロックでも同様な試験を実施中である。その結果については改めて発表したい。また、将来的には模型振動台実験や実物大振動台実験などを実施し、EDO-EPS盛土に地震動が繰り返し作用した場合の新しい緊結金具の効果を検証していきたい。その際、緊結金具の設置位置（現在はブロックの目地間に設置されている）の妥当性についても検証していきたい。

最後に、本試験の実施にご協力をいただいた協同組合関西地盤環境研究センターの皆様に、この場を借りてお礼申し上げます。

【参考文献】

- 1) 西 剛整, 堀田 光, 黒田修一, 長谷川弘忠, 李 軍, 塚本英樹: EPS盛土の実物大振動実験(その1: 振動台実験), 第33回地盤工学会研究発表会, No.1228, 1998.
- 2) 西 剛整, 堀田 光, 黒田修一, 長谷川弘忠, 李 軍, 塚本英樹: EPS盛土の実物大振動実験(その2: シミュレーション解析), 第33回地盤工学会研究発表会, No.1229, 1998.
- 3) 発泡スチロール土木工法開発機構: EDO-EPS 工法設計・施工基準書(案)第2回改訂版, p.115, 2014.
- 4) 発泡スチロール土木工法開発機構編: 最新EDO-EPS工法, p.32, 理工図書, 2016.

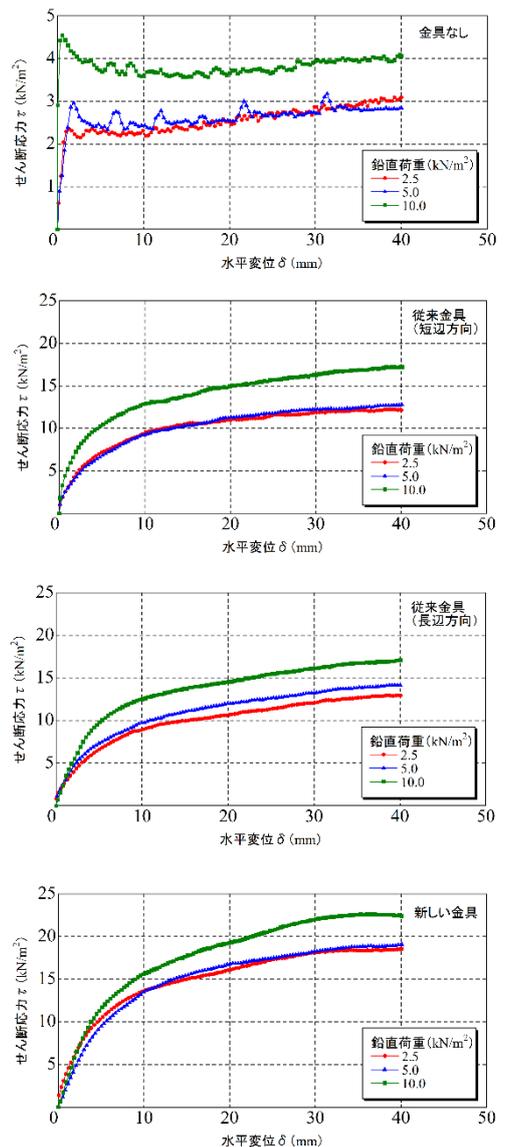


図-3 せん断応力と水平変位の関係

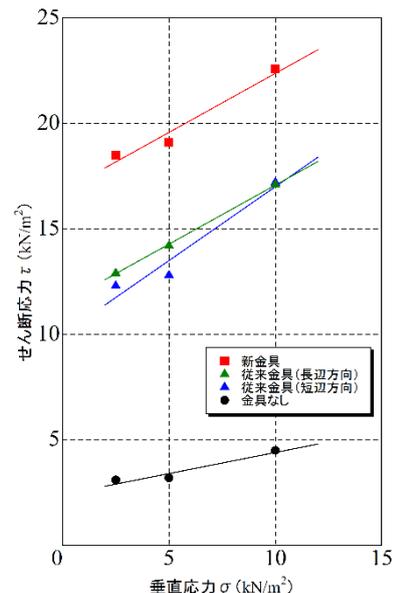


図-4 せん断応力と垂直応力の関係