

EPS盛土の実大振動台実験による新型緊結金具の効果とロッキング対策の評価

西剛整¹・谷美宏¹・林夏希¹・窪田達郎²・京川裕之³・古関潤一³・小浪岳治⁴

本論文は、発泡スチロールを用いた土木工法（EDO-EPS工法）について、2011年東北地方太平洋沖地震のような継続時間の長い地震動や、2016年熊本地震に見られた震度7クラスの地震動が連続するような地震を想定して、耐震性能を強化した新型緊結金具の効果確認のための実大振動台実験を行った結果を示したものである。また、同時にトップヘビーな構造体であるEPS盛土のロッキングの影響を考慮し、これによる変状を軽減するための対策工の検討を行っている。実験の結果、従来用いられている緊結金具に比較して新型金具は変状を抑制できることが確認された。また、緊結金具の配置条件に対する工夫と、変状が生じやすい床版部において滑動を抑制するずれ止め鋼板を設けることで、ロッキングによる変状は軽減できることがわかった。

キーワード：EPS盛土，実大振動台実験，耐震性評価，緊結金具

1. はじめに

発泡スチロールを用いた土木工法（EDO-EPS工法）の耐震性については、田村ら¹⁾による基礎的な研究に始まり、古賀ら²⁾による振動台実験とその再現解析、堀田ら³⁾による実験的研究等、多くの研究成果が見られる。また、1995年兵庫県南部地震の発生を受けて、1997年には直立壁モデルを用いた実大振動台実験が行われ⁴⁾、1995年兵庫県南部地震クラスの大規模地震に対するEDO-EPS工法の耐震性が確認された。これらの成果は、「EDO-EPS工法 設計・施工基準書」⁵⁾に取りまとめられ、工法の普及に役立っている。

一方、近年になって2011年東北地方太平洋沖地震のように、大きな震動が長時間継続する地震や、2016年熊本地震のように震度7クラスの地震動が連続して作用する、これまでに考えていなかったような地震が発生している。また、今後も南海トラフによる地震等、大きな揺れが長時間連続する地震動が発生する可能性は高まってきている。このようなことから、より高い耐震性の確保を目的として、接合強度の高い新たな緊結金具が開発された⁷⁾。筆者らは、2018年にこの緊結金具の性能評価のため、1/5スケールモデルの実験を行った⁷⁾⁸⁾⁹⁾。

本論文は、新型の緊結金具に対する耐震性能の評価を、より現状に近い条件で確認することを目的とし、防災科学技術研究所所有の大型振動台実験装置を用いて行った実大振動台実験の結果を示すものである。実験の主目的は上記した新型緊結金具（新型金具）と従来用いら

れてきた金具（旧金具）の比較による新型金具の有効性の評価である。また、同時にトップヘビーな構造体であるEPS盛土のロッキング対策についても検討を行っている。以下、実施した振動台実験の内容とその結果得られた知見を示す。

2. 実験の概要

(1) 対象とした構造条件

実験では、橋台背面部のEPS盛土を対象として、図-1に示すような左右両面が鉛直壁形状となる構造形状（以下、両直型とする）のものを用いた。すなわち、EPS盛土は軟弱地盤による側方流動防止を目的として、橋台背面部に用いることが多く、その橋軸直角方向の形状は両直型になる。ロッキングの影響はこのような断面形状のものについて最も問題になると考えたことから、この形状を実験対象としている。

盛土幅は5m、奥行は3mとし、高さは3m（6段積み）、6m（12段積み）、8m（16段積み）とした。実施工と同様に、EPS高さ3m当り1箇所、厚さ10cmの鉄筋コンクリート版を設置した。また、モデル最上段は舗装を考慮して、厚さ30cmのコンクリート床版を設置した。図-1に概略の断面形状を示す。図中には配置した計測機器についても示している。計測は、床版位置付近の加速度と変位、天端中央の回転加速度である。天端中央の回転加速度はジャイロ計により計測した。

¹正会員，株式会社CPC 東京支社（〒169-0075東京都新宿区高田馬場4-40-11ユニゾ高田馬場看山ビル）

²正会員，発泡スチロール土木工法開発機構（〒169-0075東京都新宿区高田馬場4-40-11ユニゾ高田馬場看山ビル）

³正会員，東京大学大学院 工学研究科社会基盤学専攻（〒113-8656東京都文京区本郷7-3-1）

⁴特別会員，岡三リビック株式会社，技術開発部（〒108-0075東京都港区港南1-8-27日新ビル）

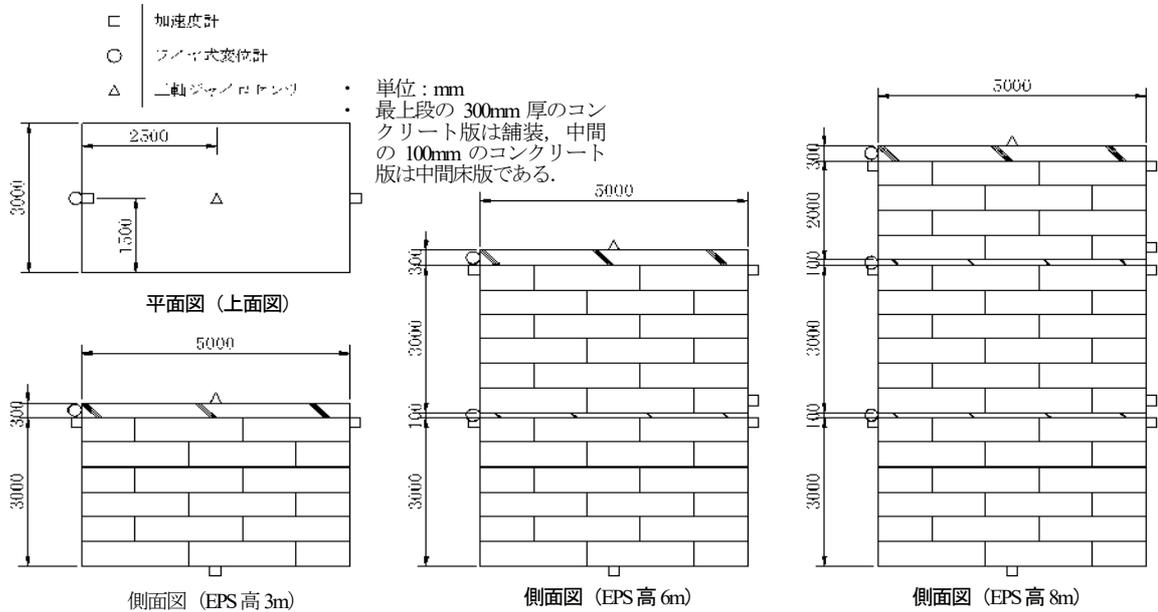
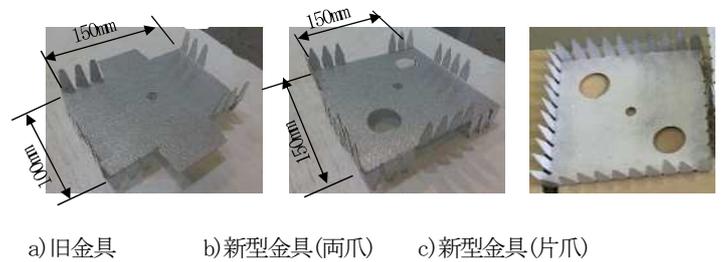


図-1 実験盛土

EPS盛土では、接続するEPSブロック間を緊結金具にて拘束する。図-2に緊結金具を示す。図では従来型の旧金具と新型金具を示した。金具の詳細は文献⁷⁾に示す通りであり、旧金具が幅100mm×長さ150mmで1辺当りの爪の数は6個、新型金具は150mm×150mmの正方形型で1辺当りの爪の数は10個である。爪の高さは新旧ともに26mmである。新型金具は爪の数を増加させたことによるEPS間の接合強度増加を期待したものであるが、両者の一面せん断試験により新型金具の一面せん断試験の結果から抵抗力は旧金具に比較してかなり大きくなっていることを確認済である⁷⁾。



a)旧金具 b)新型金具(両爪) c)新型金具(片爪)

※爪高さは新旧金具とも26mmであり、両爪と片爪のサイズは同じである。

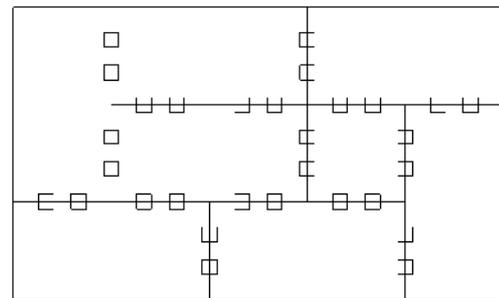
図-2 緊結金具

(2) 実験に用いた振動台と実験ケース

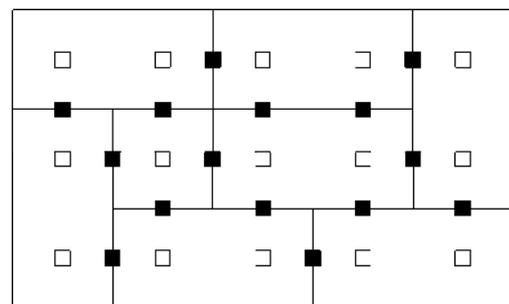
実験に用いた振動台は、防災科学技術研究所が所有する大型振動台実験装置であり、加振台の大きさは15.0m×14.5mである。実験では、この振動台上に2種類の供試体を構築し、1ケースにつき2供試体を同時に加振することとした。これにより、条件の異なる2つのEPS盛土は同じ加振力を受けることになり、実験条件による違いをより明確に評価できる。

実験の条件及び結果の概要を表-1に示す。実験は、①新旧金具による違い、②ロッキング対策としてのハイブリッド配置の有効性(図-3(a)に示す従来用いられている2個/m²の配置条件と、図-3(b)に示すハイブリッド配置の比較)及びずれ止め鋼板の効果、③EPS材料の保護及び化粧材として用いられる保護壁の安定性に着目して実施した。ここで、ハイブリッド配置は図-3(b)に示す通り、図-2に示す片爪金具をブロック間に配置するものである。また、ずれ止め鋼板は特に変状しやすい床版上のEPSブロックの滑動防止のため、床版の側方に設置された壁状の鋼板であり、具体的には後述図-20に示すようなものである。

なお、保護壁は図-4に示すように、図-1に示すEPSブロックの側面に貼り付けて使用されるものであり、全体としての質量も大きなものではないことから、EPS盛土



(a)従来配置



(b)ハイブリッド配置
(白抜き：両爪金具，黒：片爪金具)

図-3 金具の配置条件

の耐震性に影響を及ぼすものではないと判断する。保護壁の効果については別途論じるものとし、本論文では表-1の□で囲ったケースを対象とする。

表-1 実験条件と結果の概要

実験 ケース	EPS盛土高(m)		金具配置条件等		目的	結果概要	備考
	南側	北側	南側	北側			
1	3.0	3.0	新型金具従来配置 (1m ² 当り2個)	旧金具従来配置 (1m ² 当り2個)	新旧金具の性能比較	旧金具に比較して新型金具の結果は変状が小さくなっており、金具の性能向上を確認。	新旧金具の優劣についてはこの2ケースで判定
2	6.0	6.0	新型金具従来配置 (1m ² 当り2個)	旧金具従来配置 (1m ² 当り2個)	同上	同上	
3	8.0	8.0	新型金具ハイブリッド配置 (1m ² 当り2個、ずれ止め金具 (厚さ0.6mmの鋼板))	新型金具従来配置 (1m ² 当り2個、ずれ止め鋼板 (厚さ0.6mmの鋼板))	金具の配置条件の効果 確認(ハイブリッド配置の 適用性)及びずれ止め 鋼板の効果確認	ハイブリッド配置の方が従来配置より変状が小さくなることを確認。 これより以降の実験はハイブリッド配置を基本とする。 0.6mmのずれ止め鋼板では剛性が低いため、その効果を明確に 確認できていない。	
4	6.0	3.0	新型金具ハイブリッド配置 (1m ² 当り2個)	新型金具従来配置 (1m ² 当り1個)	EPS保護壁(A)の耐震性 評価と金具1個での耐震 性確認	使用した保護壁に目立った損傷や剥落等の変状はない。 保護壁を設置したEPS本体に目立った変状はない。 金具1個/m ² の配置ではケース1の2個/m ² 配置よりもやや変状が大 きい。	
5	6.0	6.0	新型金具ハイブリッド配置 (1m ² 当り2個)	新型金具ハイブリッド配置 (1m ² 当り2個)	EPS保護壁(B,C)の耐震 性評価	使用した保護壁に目立った損傷や剥落等の変状はない。また、 EPS本体にも目立った変状はない。	
6	6.0	6.0	新型金具ハイブリッド配置 (1m ² 当り2個)	新型金具ハイブリッド配置 (1m ² 当り2個)	EPS保護壁(D,E)の耐震 性評価	使用した保護壁に目立った損傷や剥落等の変状はない。また、 EPS本体にも目立った変状はない。	
7	8.0	8.0	新型金具ハイブリッド配置 (1m ² 当り2個、ずれ止め鋼板 (厚さ2.3mmの鋼板))	新型金具従来配置 (1m ² 当り2個、ずれ止め鋼板 なし)	金具の配置条件の効果 確認(ハイブリッド配置の 適用性)及びずれ止め 鋼板の効果確認	ハイブリッド配置の方が従来配置より変状が小さくなることを確認。 また、厚さを増したずれ止め鋼板により、床版とEPSブロック間の変 状抑止効果を確認。	公開実験

本論文で主に対象とする実験ケース



図-4 保護壁の例 (保護壁B)

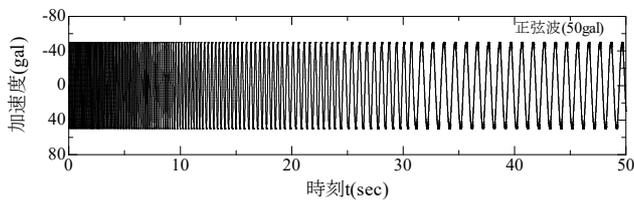


図-5 実験に用いたスイープ波 (50gal のケース)

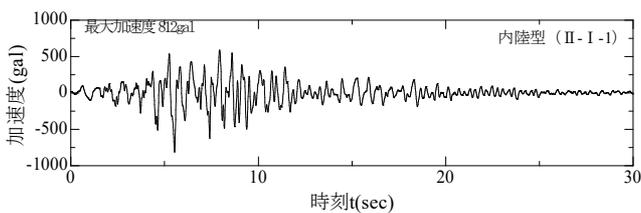


図-6 実験に用いた道示波

実験では、地震動としてランダム波(ホワイトノイズ波)、図-5に示す10Hz~1Hzのスイープ波、及び図-6に示す道示Vの種地盤の内陸型地震動加速度波(II-I-1波、最大加速度の絶対値=812gal)を用いた。これらの波形を用い、段階的に加振レベルを増幅させた。すなわち、ランダム波加振後、最大入力加速度30gal, 50gal, 100galを目標としたスイープ波による加振を行い、その後II-I-1地震動を用いて、実地震動に対して50%, 70%, 及び100%に調整した地震動による加振を行った。また、地震動が連続する場合を考慮し、100%の加振は2回連続で行った。

(3) 実験結果の概要

表-1に示すケース1, 2では、新旧金具の性能比較を目的として、EPS高さ3mと6mの供試体の加振を行った。結果の詳細については後述するが、旧金具と比較して新型金具では変状が小さくなっており、金具の性能向上が確認できた。この結果にて、新旧金具の比較はできたものと判断し、ケース3以降はすべて新型金具を用いた実験を行った。

ケース3, 7では、金具の配置条件(従来配置と片爪金具を目地部に配置したハイブリッド配置)の効果の確認を目的として、EPS高さ8mの供試体を加振した。ロッキングによる床版とEPSブロック間のずれを防止するために、ケース3では厚さ0.6mm、ケース7ではハイブリッド配置のみ厚さ2.3mmの鋼板をずれ止め鋼板として設置した。結果の詳細については後述するが、ハイブリッド配置の方が、従来配置よりも変状が小さくなることを確認できた。ずれ止め鋼板は、ケース3では鋼板が薄く、剛性が低いため効果を確認することはできなかったが、ケース7では、ずれ止め鋼板による変状抑制効果を確認することができた。なお、ケース7は表-1に示すように、2018年6月28日に実施した公開実験である。

ケース4の北側では、金具1個/m²配置(EPSブロック目地部に配置)での耐震性確認を目的として、EPS高さ3mでの加振を行った。この結果、金具1個/m²の場合、ケース1の金具2個/m²に比べて変状がやや大きくなることを確認した。

ケース4南側、ケース5、ケース6では、EPSの防護に用いる保護壁の耐震性評価を目的として加振を行った。EPS高さは6m、金具配置はハイブリッド配置とした。いずれのケースも、使用した保護壁に目立った損傷や剥落等の変状は無かった。また、EPS本体にも目立った変状は見られなかった。なお、保護壁の耐震性評価に対する

これらのケースは、先に示したように本論文の主目的であるEPS盛土自体の耐震性に影響を及ぼすものではないため、ここでは詳細な検討を省く。

3. 応答特性

本実験の結果に対して、ランダム波による最上段の舗装下の加速度と入力加速度の伝達関数を求めたものが図-7である。EPS高さが高くなるほど長周期化する傾向が窺えるが、同時にEPS高さが高いほど応答のピーク値が大きくなる傾向にある。また、それぞれのピークは1箇所にしかならず、あきらかに1次のモードが卓越することがわかる。

図-8は、図-7で求まる固有周期とEPS高さの関係を示したものである。両者は直線関係にあり、固有周期がEPS高さに比例して長くなるのがわかる。図中には「EDO-EPS工法 設計・施工基準書」⁹⁾に示される下記の簡易固有値算出式より、せん断剛性率 $G=4500\text{kN/m}^2$ 、ポアソン比 $\nu=0.075$ として固有周期を算出した結果も同時に示した。

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{W \cdot H'}{E \cdot A \cdot B \cdot g} \left\{ 4 \left(\frac{H'}{B} \right)^2 + 1 + \frac{12}{5} (1 + \nu) \right\}} \quad (1)$$

ここに、 T ：EDO-EPS盛土の固有周期、 W ：上載物の重量、 E 、 ν ：EDO-EPSブロックの弾性係数、ポアソン比、 g ：重力加速度、 H' ：EDO-EPSブロック積み上げ高さ、 A, B ：EDO-EPS盛土の奥行、横断幅である。

ここでは上載荷重 W に対して、中間床版荷重を加えたものと、これを無視した場合の両者について示している。中間床版を無視した場合には実験結果よりも短周期になり、中間床版を舗装位置の荷重とみなして考慮した場合、EPS高さが高いとやや長周期になるが、全体的にみれば簡易式の適合性は高いといえる。

図-9は、加振加速度による固有周期への影響を見るために、EPS高さ8mのケース（ケース3、ハイブリッド配置）に対して、ランダム波及びスイープ波加振時の伝達関数を示したものである。スイープ波は先に最大加速度の目標を30、50、100galとしたことを示したが、実際の最大加振加速度は図に示す通りであった。この図より、加振レベルが大きくなるに従い長周期化し、増幅率のピークが小さくなる傾向が窺える。また、加振加速度を121galとしたケースでは、0.8秒前後～2秒弱の比較的長周期側にほぼ一定の増幅率を有する揺れがあることがわかる。

図-10は舗装上の中心位置に設置されたジャイロセンサによる回転速度のフーリエスペクトルを示したものである。加振レベルの小さいランダム波では0.7秒付近にピークが見られ、加振レベルが増加するにつれてこれが増幅する。また、スイープ波では、ランダム波で確認できない1秒付近にピークが見られ、121gal加振のケースで

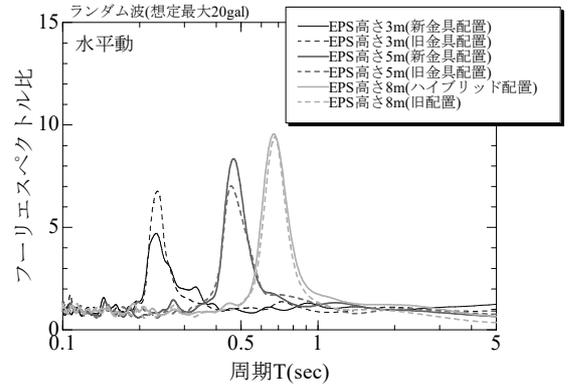


図-7 水平加速度の伝達関数

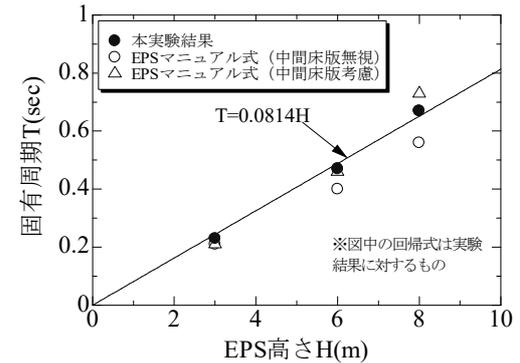


図-8 EPS高さと固有周期の関係

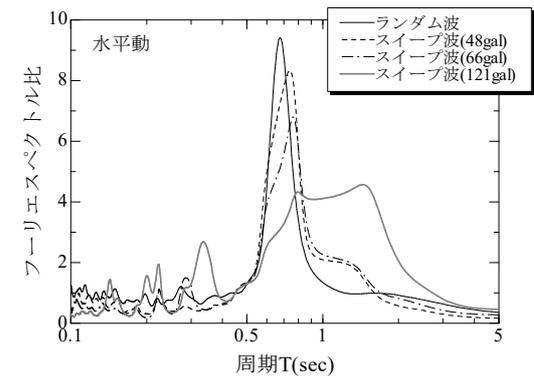


図-9 加振レベルによる伝達関数の変化 (EPS高さ8m)

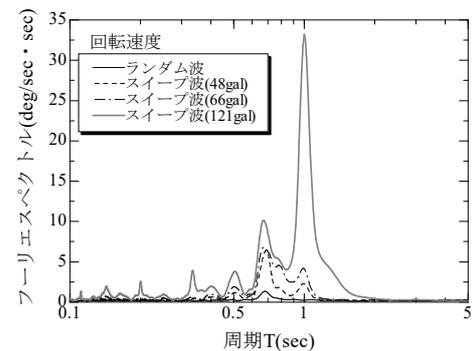


図-10 舗装天端の回転速度のフーリエスペクトル (EPS高さ8m)

はこれが急激に増加する。この1秒付近のピークはロッキングによるものであり、図-9で示された長周期側の水平加速度の増幅の要因である。

4. 緊結金具の効果

(1) 用いた金具と対象実験ケース

緊結金具は図-2に示した通りであり、この新旧の金具を用いて比較実験を行った。新型金具と旧金具によるEPS間の摩擦抵抗力については文献⁷⁾に示されている通りであり、一面せん断試験機を用いた新型金具による強度増加は、旧金具に対して粘着力換算で約 5kN/m^2 である。垂直応力が 10kN/m^2 程度の条件では30~40%の強度増加となり、旧金具に比較して明らかな摩擦強度の増加が確認された。

図-3には緊結金具の配置図を示している。緊結金具の効果を確かめるための実験ケースではハイブリッド配置は行っておらず、図-3(a)の配置を基準とする。実験ケースは表-1に示すケース1、ケース2であり、EPS高さは3m、6mのケースである。また、ケース4ではEPS高さ3mで、新型金具を 1m^2 当たり1個とした条件でも実験を実施しており、これも比較の対象とする。

(2) 目地のずれと開き

ケース1及びケース2の全加振終了後の状況をスケッチしたものが、図-11及び図-12である。各図とも上段は従来金具を配置したもの、下段は新型金具を配置したものを示している。これらの図より、全体的に従来金具の方が目地のずれや開きは大きくなっていることがわかる。

図-13及び図-14は図-11及び図-12の結果を取りまとめたものであり、それぞれのケースの下段（底面よりEPS高さ3mの範囲）における目地のずれ量と目地開きの最大値及び平均値をプロットしたものを示す。図中には、EPS高さ3mで、配置金具の量を 1個/m^2 としたケース4の結果も同時に示している（図中の中央のケース）。

これらの図より、新旧金具の比較でみると、金具を 2個/m^2 配置したEPS高さ3mのケースではずれ量、開き量の最大値及び平均値は、ともに旧金具配置条件の方が大きくなっている。EPS高さ6mのケースでもその結果は同様であるが、その差はEPS高さ3mのケースよりも大きい。また、新型金具を用いたケースの目地ずれ、目地開きは、EPS高さが3mのケース、6mのケースで大差ない。これらのことから、新型金具によりEPS盛土の耐震性は向上し、その効果は、EPS高さが高いほど大きくなる傾向にある。EPS高さが3mのケースで金具個数の影響を見ると、特に目地ずれ量で差が現れており、金具を 2個/m^2 にした方が耐震性は高くなる。

図-15は実験後の金具の状況を示したものである。ここではEPS高さ3mのケースにて目地開きの大きい箇所の写真を示した。旧金具は金具自体が変形していることがわかるが、新型金具では金具の変形は小さくなっている。材質や厚さは新旧の金具とも同じであり、このことから、旧金具に比較して新型金具の適用性の高さが確認されたことになる。

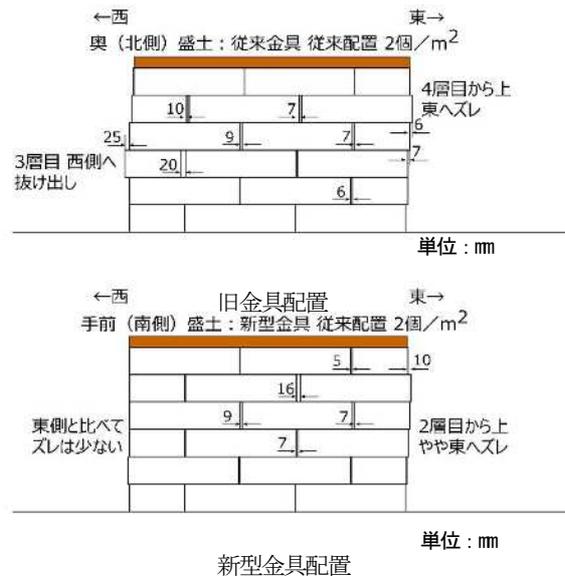


図-11 全加振終了後の状況（実験ケース1）

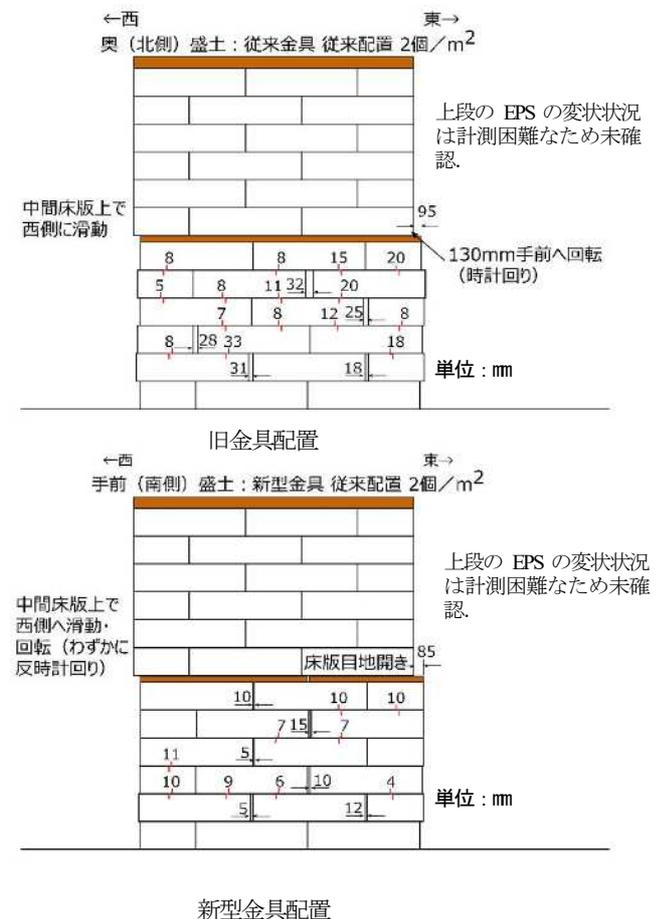


図-12 全加振終了後の状況（実験ケース2）

5. ロッキングの影響と対策

(1) ロッキング挙動による変状の要因

EPSブロック間の金具はEPS盛土を拘束するため、上

下に爪を有する両爪金具を標準とし、通常は床版下を除いてこれを配置する。一方、床版下では上方向に爪のない、片爪金具が用いられる。これらはすでに図-2に示している。これらの金具は、その形状から、ブロックからの上下方向の抜け出し防止効果は十分でなく、上下方向に十分な拘束は期待できない。このため、ロッキングにより鉛直方向の変位が発生した場合、これを拘束することは困難で、抜け出しが生じることは想定できる。

ここで、両爪金具を配置した場合のロッキングによる変状イメージを示したものが図-16である。この図に示すように、ロッキングによる鉛直方向の変位が生じた場合、両爪金具は施工時に接合条件が良好であった方のブロックに接合されたまま、反対側のブロックからは離れることになる。あるいは、上下の両方のブロックからはずれ、ブロック間の拘束機能を全く発揮できなくなる。特に、図-16に示す○で囲った箇所の金具は、下側が水平方向に接続する2つのブロック間にあり、この2つのブロックはそれぞれに独立した挙動をしようとするから外れやすい。一方、上側は単独のブロックに刺さっているため外れにくく、金具は上側のブロックに張り付いて下側の2つのブロック間の拘束はなくなる。これにより、ブロック間の開きやずれ等の変状が発生する。

なお、実験における変状（ずれ）は、先の図-12で見てもわかるように床版上にて大きい。床版上は金具の拘束がないため、ロッキングにより鉛直方向の拘束圧がなくなれば、すべり変位が発生することは容易に想定できる。また、床版はEPSに比較してかなり剛性が高く、ロッキング振動による鉛直反力が大きくなることもこの箇所にずれが生じやすくなる要因である。

(2) ロッキング対策について

図-16に示す挙動想定では、ロッキングによりEPSブロックが持ち上げられる時に金具が外れるのは、金具が上側のEPSブロックに接合しているためである。よって、図-16の○で囲った金具に対して上側の接合を事前に外せば金具が持ち上げられることはない。先に示したように、床版下に用いられる金具は、上側に爪がない片爪金具であり、上側の接合はないことになる。ここでは、これをEPSブロック間にも適用することで対策とする方法を考えた。すなわち、先の図-3(b)に示すハイブリッド配置の適用性について検討を行った。

図-3(b)に示すように両爪金具をブロック中に置いてこれを上下間の拘束として用い、前後左右間の拘束は片爪金具を用いる。このように配置することで図-16に示したブロックが持ち上げられることによる左右接合部金具の抜け出しは生じにくくなる(図-17)。上下間ブロックの接合はブロック中に配置した両爪金具によるが、多少の抜け出しが生じたとしても水平ブロック間が固定されていれば、大きな変位は防げると考える。この配置を本論文では前述の通りハイブリッド配置と称している。図-18及び図-19は、先の図-13、図-14と同様、全加振終了後の下段のEPSブロック間目地ずれ、目地開き量を示

したものである。対象は表-1にケース3及びケース7であり、いずれもEPS高さが8mのケースである。ケース3では床版部のずれ止め対策として、0.6mmの鋼板を床版に貼り付けており、ケース7ではハイブリッド配置にのみ2.3mmのずれ止め鋼板を貼り付けている(図-20参照)。ずれ止め鋼板は、ロッキングは生じても床版-EPS間で水平移動しないように、床版端部に鉛直壁のようなものを設けることで適用性のある対策工として考えたものである⁹⁾。すなわち、床版左右端部にL型鋼や鋼板を設置することで、鉛直方向のロッキング変位は生じても水平方向にはEPSブロックは移動しないような対策工として考えたものである。

図-18及び図-19より、目地ずれ、目地開きは明らかにハイブリッド配置の方が小さく、ハイブリッド配置がロッキング対策として有効であることが示されている。特

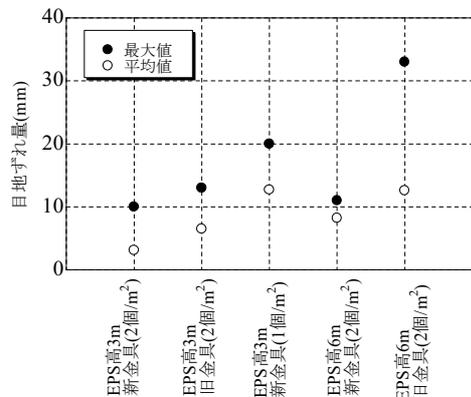


図-13 全加振終了後の目地ずれ量(ケース 1, 2, 4)

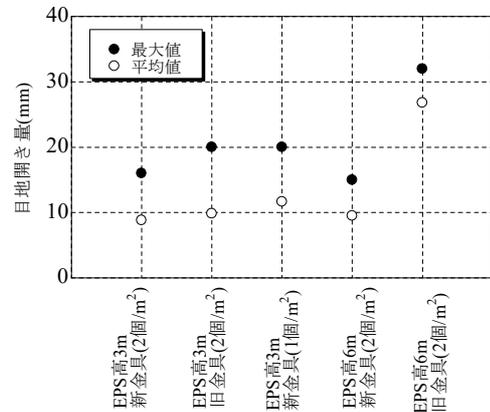
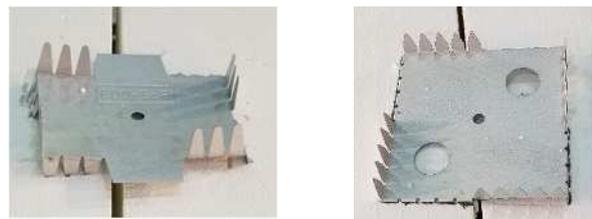


図-14 全加振終了後の目地開き量(ケース 1, 2, 4)



旧金具

新型金具

図-15 実験後の金具の状況

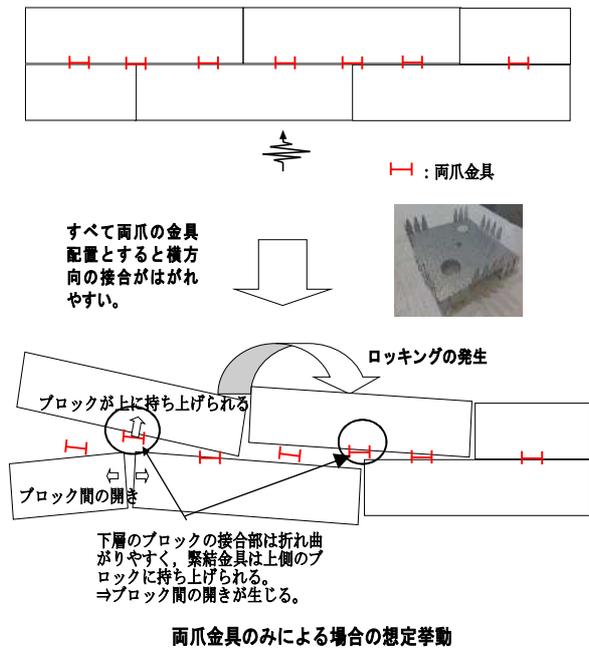


図-16 ロッキングによる変状挙動の模式図

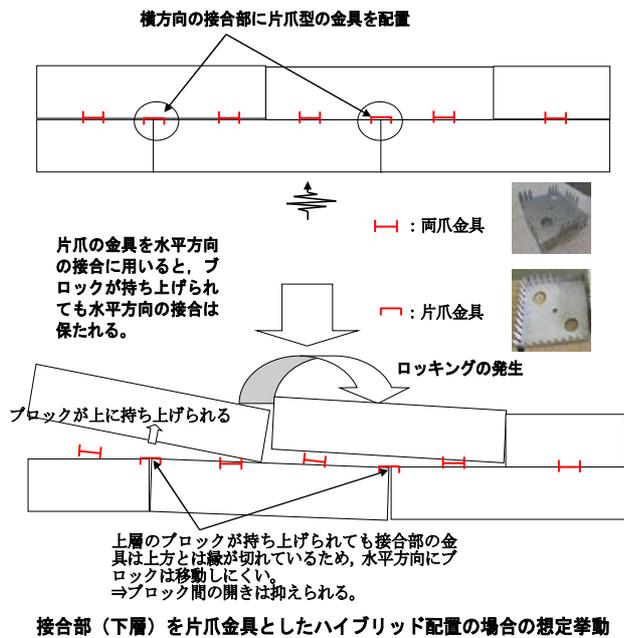


図-17 ハイブリッド配置による変状挙動の模式図

に、2.3mm厚ずれ止め鋼板を施したハイブリッド配置では目地ずれ、目地開きが最も小さい。対してずれ止め鋼板のない従来配置ケースでは、0.6mmのずれ止め鋼板を設けた従来配置ケースよりも変状が大きくなっている。これより、床版部のずれ防止対策がEPSブロック間の変状対策としても有効である可能性が示唆される。今後、解析的評価等を通じて、この効果についても検証を進めていく予定である。

図-20は、振動台実験後の変状状況写真を示したものである。対象は表-1に示す実験ケース7である。手前側がハイブリッド配置であり、奥側が従来の配置条件のものである。図-20より、従来配置では床版上のEPSブロッ

クの抜け出しが生じるなど変状が大きい。一方、ハイブリッド配置では2.3mmのずれ止め鋼板の影響もあり、かなり変状が抑制されていることが確認される。

図-20では従来配置条件における大きな変状（ブロック抜け出し）箇所の実験後の状況写真を示している。金具自体に大きな損傷はなく、EPSブロックも爪あとは残すものの大きな破損は生じていない。これは、金具の抜け出しが生じ、拘束のないままブロック自体が移動したことを示している。すなわち、先の図-16に示す挙動が生じたものである。

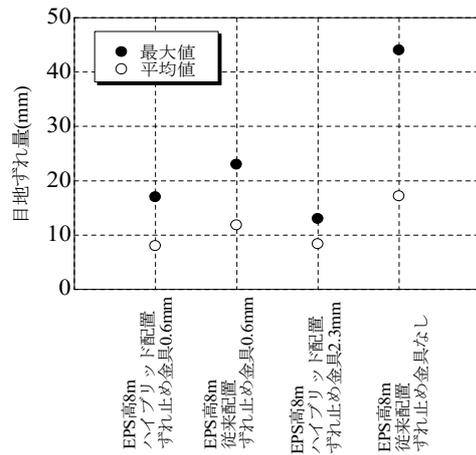


図-18 全加振終了後の目地ずれ量(ケース 3, 7)

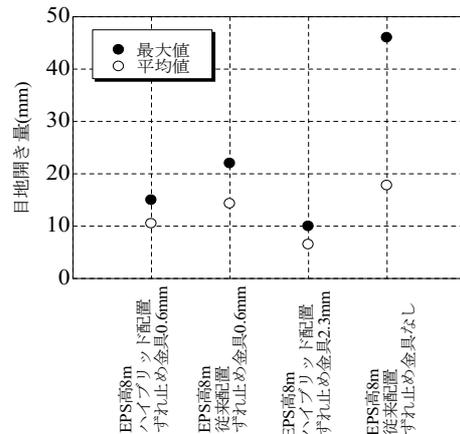


図-19 全加振終了後の目地開き量(ケース 3, 7)



図-20 実験後状況 (ケース 7, 手前がハイブリッド配置)

6. 結論

両直型のEPS盛土に対して、実大振動台実験を行った。その結果をまとめると以下の通りである。

- (1) 最大加速度20gal程度を想定したランダム波を作用させたEPS盛土では、EPS高さが高くなるほど固有周期は長くなり、振動の増幅率が大きくなる。また、基準書に示される簡易式による固有周期は、実験結果とほぼ一致する。
- (2) EPS盛土に作用させる振動の加振レベルが大きくなるに従い、振動の増幅率は小さくなり、長周期化する。また、EPS高さ8mのケースでは、加振レベルに応じてロッキングの影響が大きくなり、特に最大121galのスweep波以上の加振ではロッキングによるものと考えられる長周期の水平振動の発生と、急激な回転振動の増加がみられる。
- (3) EPSブロック間の接合強度を高めた新型金具を用いることにより、従来の金具によるEPS盛土よりもEPSブロック間のずれや開きが軽減され、耐震性が向上する結果が得られた。
- (4) ロッキングによる変状要因を分析し、EPSブロック間のずれや開き等の変状を軽減するため、両爪金具と片爪金具の両者を用いたハイブリッド配置を提案した。ハイブリッド配置とすることにより、従来の両爪金具のみの配置による実験結果よりも変状は軽減され、ハイブリッド配置の有効性が確認された。

謝辞：本実験はカネカケンテック、JSP、太陽工業、ダウ化工の協力を得て実施したものである。末尾ではあ

るが関係各位に対して深く謝意を表すものである。

参考文献

- 1) 田村重四郎：発泡スチロールブロックの集合体の動的特性について、基礎工、Vol.18, No.12, pp.26-30, 1990.
- 2) 田村重四郎, 小長井一男, 都井裕, 芝野亘弘：発泡スチロールブロック集合体の動的安定性に関する基礎的研究 (その1) - 実験的研究 -, 東大生産研究, Vol.41, No.9, 1989.
- 3) 古賀泰之, 古関潤一, 島津多賀夫：EPS盛土の耐震性に関する模型振動実験及び有限要素法解析, 土木技術資料, Vol.33, No.8, 1991.
- 4) 堀田光, 黒田修一, 杉本光隆, 小川正二, 山田金喜：橋台背面裏込めEPS盛土の振動特性, 第27回土質工学研究発表会講演集, pp.2461-2534, 1992.
- 5) 西剛整, 堀田光, 黒田修一, 長谷川忠弘, 李軍, 塚本英樹：EPS盛土の実大振動実験 (その1; 振動台実験), 第33回地盤工学研究発表会講演集, pp.2461-2462, 1998.
- 6) 発泡スチロール土木工法開発機構 (EDO) : EDO-EPS工法設計・施工基準書 第三回改訂版, 2019.
- 7) 西剛整, 谷美宏, 林夏希, 小浪岳治, 林豪人, 古関潤一, 京川裕之, 安原一哉, 窪田達郎, 塚本英樹：緊結金具を用いたEPS構造体の地震時挙動, ジオシンセティックス論文集, Vol.33, 191-196, 2018.
- 8) 林夏希, 西剛整, 谷美宏, 窪田達郎, 古関潤一, 京川裕之, 小浪岳治, 林豪人：EPS盛土の振動台実験 その1, 第53回地盤工学研究発表会講演集, pp.693-694, 2018.
- 9) 谷美宏, 西剛整, 林夏希, 窪田達郎, 古関潤一, 京川裕之, 小浪岳治, 林豪人：EPS盛土の振動台実験 その2, 第53回地盤工学研究発表会講演集, pp.695-696, 2018.

EVALUATION OF THE EFFECT OF THE NEW TYPE JOINT METAL AND COUNTERMEASURES AGAINST ROCKING BY FULL SCALE SHAKING TABLE TESTS OF EDO-EPS EMBANKMENT

Tsuyoshi NISHI, Mihiro TANI, Natsuki HAYASHI, Tatsuro KUBOTA, Hiroyuki KYOKAWA, Junichi KOSEKI, and Takeharu KONAMI

This paper presents the results of a full-scale shaking table experiment conducted to evaluate the earthquake resistance of a new type joint metal for the civil engineering method (EDO-EPS method) using polystyrene foam. At the same time, considering the influence of rocking of EPS embankment, which is a top heavy structure, we are studying countermeasures to reduce the deformation caused by this.

As a result of the test, it was confirmed that the new type this can suppress the deformation compared to the old type metal joint. In addition, it was found that deformation due to rocking can be reduced by arranging the metal joints and providing steel plates in the floor slab.

KEYWORDS: EPS Embankment, Full scale shaking table test, Resistance against earthquake, Joint metal