

EPS 盛土の振動台実験 その1

EPS 盛土, 振動台実験, 両直型盛土

株式会社 CPC

正会員 ○林 夏希, 西 剛整, 谷 美宏

発泡スチロール土木工法開発機構

正会員 窪田 達郎

東京大学

国際会員 古関 潤一, 京川 裕之

岡三リビング株式会社

国際会員 小浪 岳治, 林 豪人

1. はじめに

EPS 盛土の耐震性については, 1997 年に実施された実物大振動台実験により, 1995 年兵庫県南部地震規模の大規模地震に対しての盛土全体の安定性は高いことが示された¹⁾²⁾. 一方, 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 年熊本地震のように震度7クラスの地震動が連続する場合など, これまで想定されていない地震の発生が続いており, EPS 盛土についても耐震性のさらなる向上が望まれる. この観点から, 最近になって緊結金具の改良が行われたが, その耐震性能評価のために来年度に実物大実験を行うことを予定している. ここでは, その前段階として東京大学が所有する振動台(3m×2m)を用いて 1/5 スケールの実験を行った結果を示す.

2. 実験の概要

実験モデルのスケールは, 上記の通り実物大の 1/5 である. EPS 盛土は橋台背面部を想定し, 両直型を考える. 盛土幅は 1.0m, 奥行 0.6m とし, 盛土高 0.6m(6 段積み), 1.2m(12 段積み), 1.6m(16 段積み)とした(図-1 参照). この設定は, 高さ, 幅の比が 1.6 程度までの高盛土を想定しており, 1997 年度の実験¹⁾ で用いられた条件と同じである. EPS は実施と同様, 6 段積み毎に鉄板による床版を設け, 天端部には 30mm の厚さの鉄板により舗装等を考慮した上載物を設置した.

写真-1 に緊結金具を示す. 図の中央が従来用いられているもので, 左側が耐震性能の向上のために開発された新金具である. 写真は実験で使用した 1/5 スケールのものを示している. これ以外に, 図の右側に示すロッキング対策のために返しを設けた金具(R 対策金具)も作成し, その効果を確認した. 実験では, 振動台上に 2 種類のモデルを構築し, 1 回の実験で 2 ケースを同時に実施するものとした.

3. 実験の条件

実験ケースとしては, 盛土高さを 3 ケースとし, 緊結金具の配置位置, 配置量等をパラメータとして実施した.

図-2 に, 緊結金具の基本的な配置条件を示す. 基本配置個数は 15 個(実寸配置で 1.0m² 当り 1 個を想定)とした. 配置条件は旧金具配置条件として, 隣接する EPS ブロック間を跨いで接続するもの, 及び施工性向上と EPS の作用力の上下間の直接的な伝達を目的として考案した EPS ブロック内に設置する新金具配置条件の 2 つのパターンとした. 配置量の条件として, 金具の配置個数を約半分の 8 個としたケース, 2 倍の 30 個としたケースについても実施した. 実験に用いた地震動は, 正弦波及び内陸型, 海溝型の地震動である. 正弦波は, 1Hz, 1.5Hz, 2Hz~10Hz(1Hz 刻み)までを連続して 10 波ずつ加振した. その最大加速度は 100gal, 200gal, 500gal の 3 パターンとした. 内陸型地震動及び海溝型地震動は, 道路橋示方書・同解説に示される地震動とし, 時間軸は 1/2 とした.

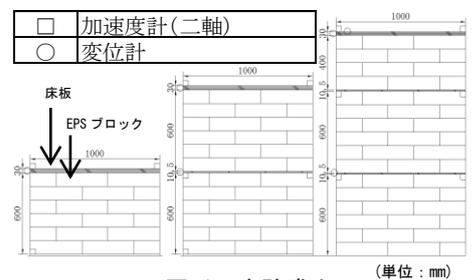


図-1 実験盛土

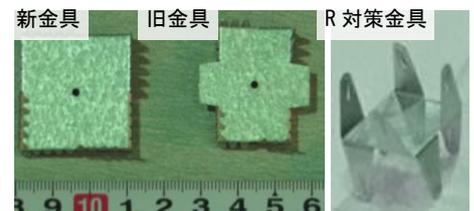


写真-1 緊結金具

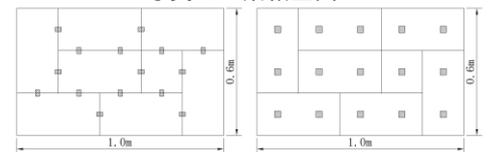


図-2 金具配置条件 (左: 旧配置, 右: 新配置)

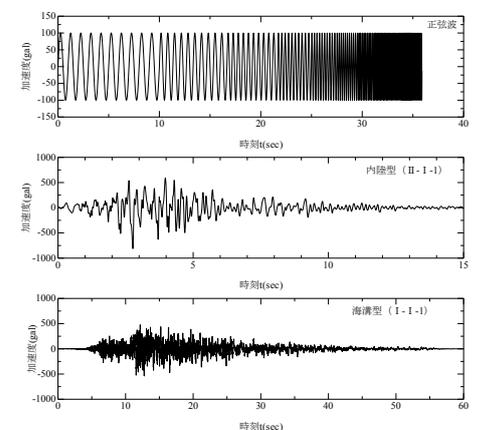


図-3 実験に用いた地震動

Shaking table tests of EDO-EPS embankment: Part1

Natsuki Hayashi and Tsuyoshi Nishi and Mihiro Tani (Construction Project Consultants, Inc.), Tatsuro Kubota (Expanded Polystyrol Construction Method Development Organization), Junichi Koseki and Hiroyuki Kyokawa (The University of Tokyo), Takeharu Konami and Taketo Hayashi(Okasan Livic Co.,Ltd.)

4. 実験ケースと結果の概要

実験ケースと結果の概要を表-1に示す。実験ケース1では金具の有無による結果を示したが、明らかに金具無のケースは金具を設けたものよりも変状が大きく、金具の必要性が示された。これは金具8個のケースでも同じであり、15個(実寸で1m²あたり1個)以上が必要であることがわかった(写真-2参照)。新金具は旧金具に対して一面せん断強度が2倍程度であることは確認されている³⁾が、本実験による新金具の優位性は僅かであり、金具数量15個以上の違いについては明確な傾向は得られていない。実験では表中に示すように床版とEPS間のずれ挙動が大きいこともわかったが、ここで地震動のエネルギーが吸収され、金具の影響が十分に表れなかった可能性がある。なお、新金具の配置条件で、新配置にしたものよりも旧配置条件の方が変状が少なくなることが分かったが、これについては続報⁴⁾で示している。

各実験ではEPSと床版のずれやEPS間の変状(ずれ)が見られたが、これらはいずれもロッキングを伴うものであった。ロッキングの挙動評価については続報⁴⁾に譲るが、いずれにしてもその対策が必要と考えられた。表-1に示す実験ケース7以降はロッキング対策を主な目的とし、ケース7,8は新型金具を盛土の側面(EPS間)に貼り付けることで鉛直変位を拘束しようとしたものであり、ケース12~15,18ではロッキング対策用の金具を用いた実験を行っている。また、EPS間のロッキングを抑えるとEPSと床版間のロッキングはより大きくなり、両者のずれが大きくなることを確認した。このため、この箇所の対策として床版にEPS拘束用の釘を配置したものと、側面に水平移動用の金具を設ける対策を施した実験も実施した(ケース12以降)。ケース9とケース18では、EPS間を接着剤で固定することでEPS間の変状がほとんど生じない条件でのものも示されている。

5. おわりに

ここでは表-1に示すように、かなりの数の実験を行い、いくつかの知見を得た。これについては続報⁴⁾でも示すが、実験の規模が1/5であること等の制限から、実験条件による明確な挙動差が現れなかったものもある。本年度は実物大実験の実施を予定しており、そこでより詳細な検討を行っていきたいと考える。

【参考文献】1)西剛整,堀田光,他:EPS盛土の実物大振動実験(その1;振動台実験),第33回地盤工学研究発表会発表講演集,pp.2461-2462,1998. 2)堀田光,西剛整,他: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回地盤工学研究発表会発表講演集,pp.2463-2464,1998. 3)窪田達郎,塚本英樹: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,第52回地盤工学研究発表会,2017. 4)谷美宏,西剛整,他:EPS盛土の振動台実験(その2),第53回地盤工学研究発表会,2018.(投稿中)

表-1 実験ケースと概要

実験ケース	盛土高(m)	金具配置				目的等	結果概要
		左側		右側			
		配置金具	個数	配置金具	個数		
1	1.60	金具なし	0	新金具	15	金具の必要性	金具なしでは変状大→金具の必要性確認
2	0.60	旧金具	15	新金具	15	新旧金具の比較	地震動による変状はほとんどない。
3	1.20	旧金具	15	新金具	15	同上	明確な差異は現れていない。床版とEPSのずれが著しい。
4	1.60	旧金具	15	新金具	15	同上	同上
5	1.60	新金具	15 旧配置	新金具	15	金具配置条件の比較	旧配置の方が変状は少なくなる。床版とEPS間のずれは大きい。
6	1.60	新金具	8	新金具	30	配置個数の影響	配置個数が少ないと変状が大きい。
7	1.60	新金具	15+鉛直4面	新金具	15	ロッキング対策の確認	EPS間の変状は小さくなるが、床版とEPS間のずれが大きくなりやすい。
8	1.60	新金具	15+鉛直2面	新金具	15	同上	同上
9	1.60	EPS間接着	-	新金具	15	同上	同上
10	1.60	旧金具	15 旧配置	新金具	15 旧配置	金具配置条件の比較	明確な差異は現れていない。床版とEPS間のずれは大きい。
11	1.60	新金具	30	新金具	15 旧配置	配置個数の影響	同上
12	1.60	R対策金具	15 旧配置	新金具+床版L字金具上下段	15 旧配置	ロッキング対策の確認	R対策金具によりEPS間の変状は軽減。また、床版のロッキング対策より床版上のずれが軽減。
13	1.60	R対策金具+床版L字金具下段	15 旧配置	新金具	15 旧配置	同上	同上
14	1.60	R対策金具+床版L字金具上下段	15 旧配置	新金具	15 旧配置	同上	同上
15	1.60	R対策金具+床版釘配置下段	15 旧配置	新金具+床版L字金具下段	15 旧配置	同上	同上
16	1.60	新金具+床版釘配置下段	15 旧配置	新金具+床版コ字金具下段	15 旧配置	同上	同上
17	1.60	新金具+床版釘配置上下段	15 旧配置	新金具+床版コ字金具上下段	15 旧配置	同上	同上
18	1.60	R対策金具+床版釘配置上下段	15 旧配置	EPS間接着+床版L字金具上下段	-	同上	同上



写真-2 実験結果の例(ケース1, 左:金具なし, 右:新金具15個)