

傾斜基盤を有する盛土の地震応答特性 に関する動的遠心模型実験

秦吉弥¹・一井康二²・李黎明³・土田孝⁴・加納誠二⁵

¹日本工営(株)中央研究所 地盤耐震グループ 研究員
(〒300-1259 茨城県つくば市稲荷原2304)

E-mail:hata-ys@n-koei.jp

²広島大学大学院工学研究科准教授 (〒739-8527 広島県東広島市鏡山1-4-1)

E-mail:ichiikoji@hiroshima-u.ac.jp

³日本工営(株)中央研究所地盤材料グループ主任研究員 (〒300-1259 茨城県つくば市稲荷原2304)

E-mail:li-lm@n-koei.jp

⁴広島大学大学院工学研究科教授 (〒739-8527 広島県東広島市鏡山1-4-1)

E-mail:ttuchida@hiroshima-u.ac.jp

⁵広島大学大学院工学研究科助教 (〒739-8527 広島県東広島市鏡山1-4-1)

E-mail:skano@hiroshima-u.ac.jp

わが国の盛土は、しばしば傾斜基盤等の不整形な原地盤上に構築されることがあり、そのような盛土の地震被害も報告されている。しかしながら傾斜基盤上の盛土の地震応答特性については、これまであまり明らかになっていない。そこで本研究では、傾斜基盤上の盛土に関する動的遠心模型実験を実施し、傾斜の勾配が盛土の地震応答特性に及ぼす影響について検討を行った。その結果、傾斜基盤上の盛土では、水平一方向加振の場合においても上下方向に比較的大きな加速度応答を示すなど、非常に複雑な地震応答特性を有していることがわかった。また盛土の耐震性能照査手法としてのNewmark法の適用性について、盛土の応答特性を踏まえて検討した。

Key Words : Embankment, earthquake, tilted bedrock, centrifuge model test, slope stability

1. はじめに

日本は世界有数の山岳国であり、国土面積の約7割が山地や丘陵地で占められていることから急傾斜地における盛土、すなわち傾斜基盤を有する盛土が数多く見受けられる。傾斜基盤上の盛土の地震被害は、1978年宮城県沖地震¹⁾、1993年釧路沖地震²⁾、1993年北海道南西沖地震³⁾、1995年兵庫県南部地震⁴⁾、2004年新潟県中越地震⁵⁾などの既往の大地震において宅地造成盛土や道路盛土等の被害として報告されている。しかしながら傾斜基盤を有する盛土の地震応答特性についてはこれまであまり明らかになっておらず、詳細な検討が行われた例は少ない⁶⁾。

著者ら⁷⁾は、傾斜基盤上の盛土の振動性状を把握するための基礎的研究として、傾斜基盤上に築造された盛土の形状を考慮した簡便な固有周波数算定式を水平方向ならびに上下方向について提案し、それら算定式の妥当性について検証を行っている。しかし、既往の検討では盛土を線形弾性体と仮定してい

るが、盛土をはじめとする土構造物は強震時において強い非線形挙動を示すことが一般に知られており、実際の盛土が強震時にどのような地震応答を示すのか把握しておくことは非常に重要である。

近年、レベル2地震動に対する盛土構造物の耐震性能照査手法の1つとしてNewmark法⁸⁾が設計指針において明示されているが、傾斜基盤上の盛土を対象としたNewmark法の適用性についてこれまで検討がなされた例は少ない。

そこで本研究では、盛土材料として砂質土を使用し、傾斜基盤を有する盛土を対象とした動的遠心模型実験を実施した。そして傾斜基盤勾配を変化させた際に、傾斜基盤の勾配が盛土の地震応答特性に及ぼす影響について検討を行った。さらに、Newmark法による滑動変位量算定結果と動的遠心模型実験における盛土天端の地震応答を比較することによって、傾斜基盤上の盛土を対象とした場合のNewmark法の適用性についても検討を行った。

2. 動的遠心模型実験

実験模型は、高さ20m、標準法勾配1:1.8を持つ盛土断面を検討対象とした。模型相似則に関しては縮尺1/50でモデル化し、50Gの遠心場において自重圧密そして加振を行うことで実現象の再現を試みた。同標高条件のもとで傾斜基盤が盛土の地震応答に及ぼす影響について検討を行うため、傾斜基盤の傾斜角を10, 20(deg.)の2ケースとした(図-1参照)。盛土材料は、砂質土とし、模型盛土の密度は、締め固め度90%として設定した。入力地震動としては、1995年兵庫県南部地震で神戸海洋気象台において計測された地震波形のNS成分を採用した。そして最大加速度振幅を遠心模型実験の加振装置の能力に合わせて460galに調整した(図-2参照)。

模型は、内寸法：幅1060mm×高さ400mm×奥行295mmのアルミ合金製の剛土層(ただし片側の側面はガラス張り)に、縦方向の仕上がり層厚が4cm毎に密度管理しながら、締め固めて作成した。模型の基盤面は、それぞれの傾斜角度に合わせて剛なアルミ製板を模型土層底面に固定し、表面にはサンドペーパーを貼付することで粗な基盤面条件とした。盛土中央側の土槽との境界面では、剛土槽壁面の影響を抑えるため、緩衝材として厚さ30mmのシリコンゴムを挿入した。模型盛土材料は、材料物性の再現性を考慮して、豊浦砂とカオリン粘土の混合物を最適含水比で加水調整したもの(乾燥重量比9:1)を用いた。表-1に、模型盛土材料の基本物性値を示す。図-3には、三軸CD試験から得られた模型盛土材料の応力-ひずみ関係を示す。この図から模型盛土材料は、いずれの拘束圧においても明確なピーク強度を示さない材料であることがわかる。計測に関しては、盛土の水平および鉛直方向の応答加速度(計13観測点：図-6,7で後述)と盛土の法肩における水平および鉛直方向の変位を計測した。またメッシュ上の標点により盛土の残留変形の計測を加振終了後に、遠心装置を停止させた1G重力場において行った。なお、以後の実験結果ならびに考察では、実スケールに基づいて表すことを予め付記しておく。

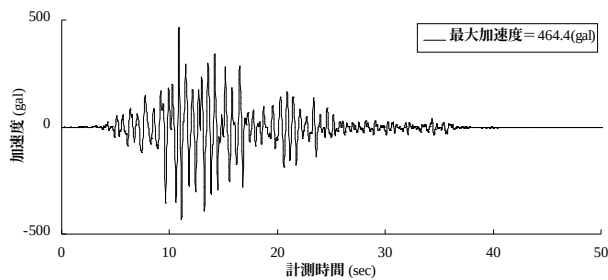


図-2 入力地震動(剛土槽底面計測波形)

表-1 模型盛土材料の物性値

土粒子密度 ρ_s		t/m ³	2.647
粒度特性	砂分	%	90
	シルト分	%	4
	粘土分	%	6
	最大粒径	mm	0.425
締め固め特性	最大乾燥密度 $\rho_{d\max}$	t/m ³	1.73
	最適含水比 w_{opt}	%	11.8
締め固め度 $D_c=90\%$ 時の強度特性と動的変形特性	湿潤密度 ρ_t	t/m ³	1.741
	粘着力 c_d	kPa	1.39
	内部摩擦角 ϕ_d	deg.	33.8
	せん断弾性係数 $G_0=16695+327.63\sigma_c'$ (kPa)		
	減衰定数 $h=31.75+0.0202\sigma_c'$ (%)		

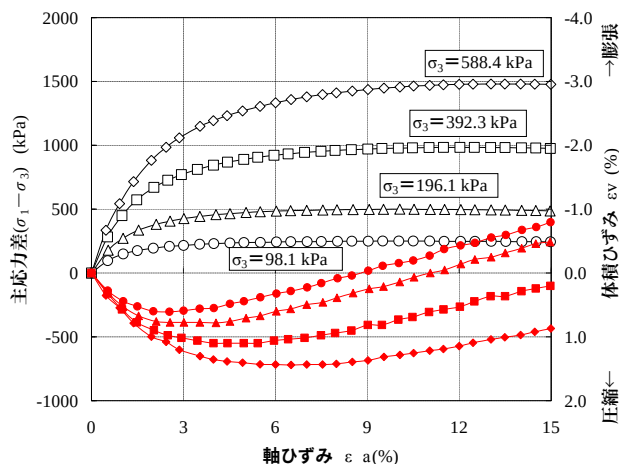


図-3 模型盛土材料の応力-ひずみ関係

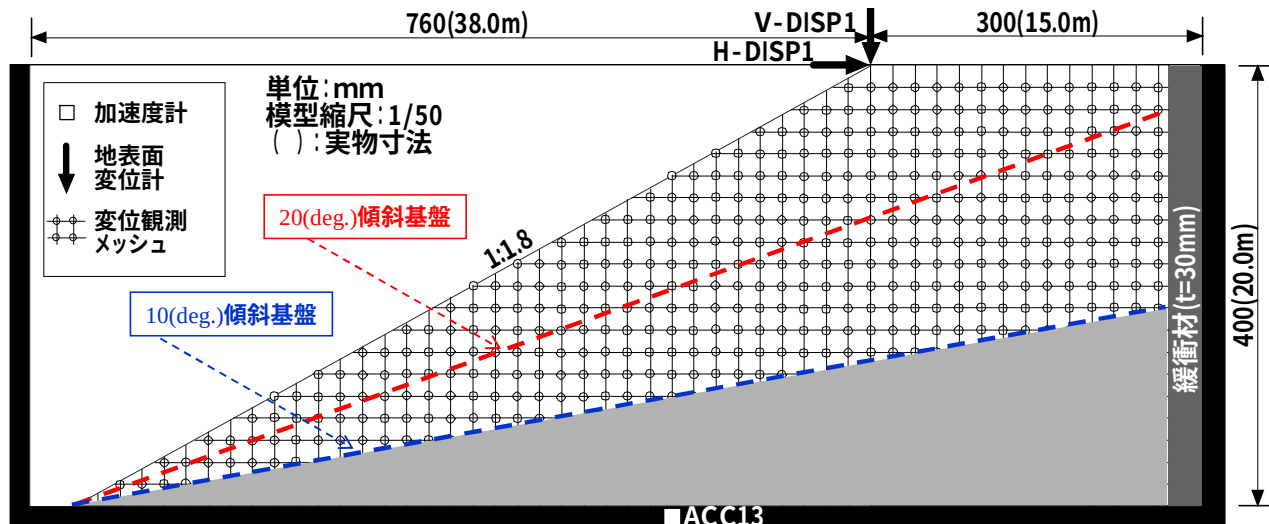


図-1 実験模型と計器配置

3. 実験結果ならびに考察

(1) 盛土の変形

図-4および図-5に傾斜基盤の勾配を10度および20度とした場合の盛土の変形状況図を示す。同図においては、加振終了後における盛土の変形状況写真ならびに加振終了後に計測した各標点の残留変位から計算したせん断ひずみ、体積ひずみ、変位ベクトルの分布を示している。

同図(a)によれば、加振後における盛土の変形状況写真より傾斜基盤の勾配が20度のケースのほうが、法肩付近から法尻にかけてすべり面と思われる残留変位が局所的に大きくなる領域が顕著に表れていることがわかる。

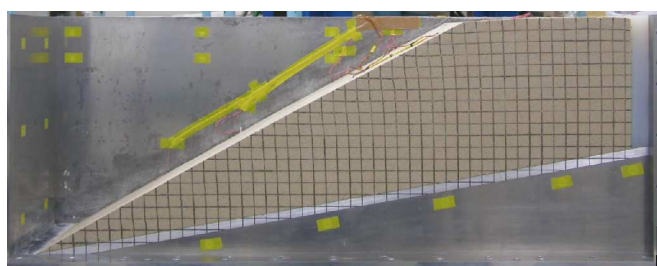
同図(b),(c)によれば、せん断ひずみおよび体積ひずみを含めた盛土の残留変形特性を挙げると以下のとおりとなる。

1) せん断ひずみが大きな領域は、法肩から浅い深度で斜面勾配に沿った方向に直線的に伸びているが、斜面の中腹からは必ずしも明瞭ではない。

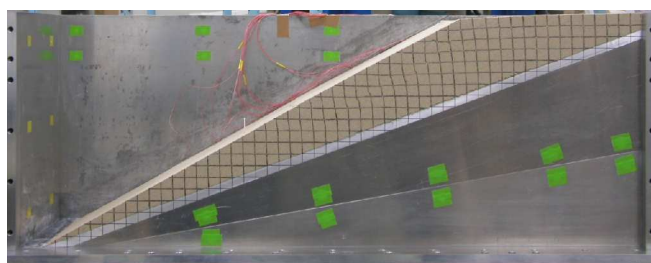
2) 体積ひずみが大きな領域は、ほぼせん断ひずみと同様に分布するが、法肩ではなく法肩直下の浅い位置から法尻方向へ伸びている。

3) 上記1)および2)の特性は、同じ入力加速度レベルによる加振において、傾斜基盤角度が大きい20度のケースにより顕著に表れている。

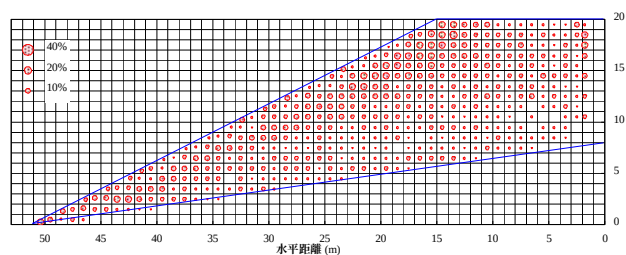
同図(d)の変位ベクトル図によれば、傾斜基盤角度に関わらず、両者ともに法肩付近に変形が集中する傾向にある。この傾向は傾斜基盤角度が大きいほど顕著に表れており、傾斜基盤角度が小さい10度のケースでは、ひずみの大きな領域が広がっている。なお、どちらのケースにおいてもすべり土塊の下端は、応答加速度の計測点ACC5の位置付近に相当する。



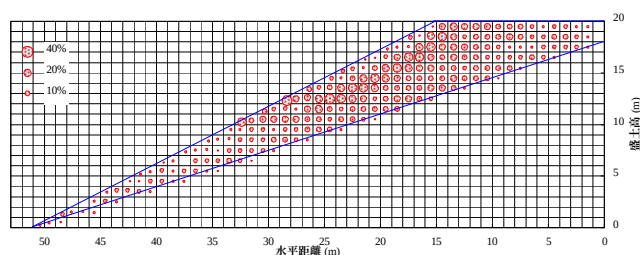
(a) 加振終了後の盛土変形状況



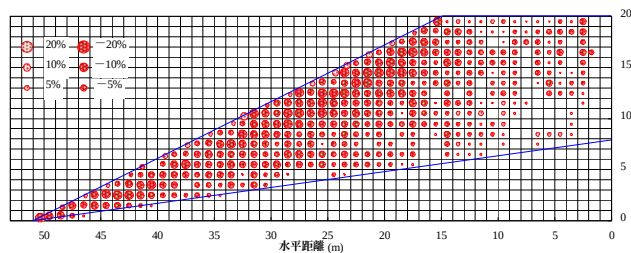
(a) 加振終了後の盛土変形状況



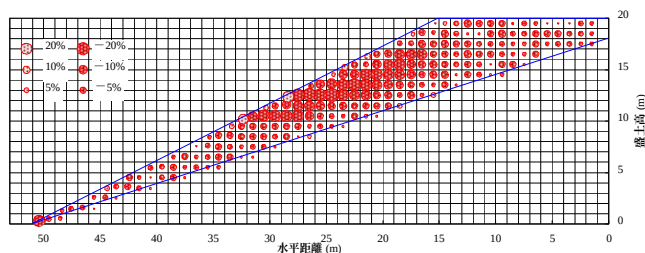
(b) 残留せん断ひずみ



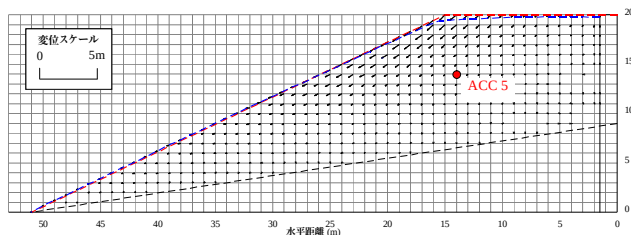
(b) 残留せん断ひずみ



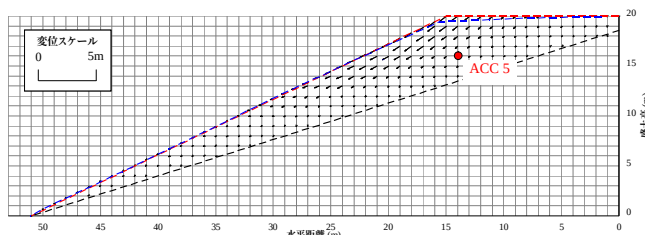
(c) 残留体積ひずみ



(c) 残留体積ひずみ



(d) 変位ベクトル図



(d) 変位ベクトル図

図-4 盛土変形状況一覧【基盤傾斜角度 10 度】

図-5 盛土変形状況一覧【基盤傾斜角度 20 度】

(2) 水平応答加速度

図-6は、傾斜基盤角度を10度および20度とした場合の主要な加速度計測点(7計測点)における水平方向の加速度時刻歴を比較したものである。法肩より鉛直下方に並んでいるACC4～6の加速度記録に着目すると、傾斜基盤角度10度のケースでは、傾斜基盤に最も近い計測点ACC4において波形がシフト(加速度計の設置条件が一要因)しており1Gを超える大きな加速度が計測されており、法肩に近づくにつれて最大加速度値は減小する傾向にある。ACC4の応答に関しては傾斜基盤角度20度のケースにおいても同様の傾向は確認できるが、土層厚が薄いためかACC4とACC5の最大加速度値に大きな差がみられない。地表近傍の観測点ACC6およびACC11では、両ケースの応答加速度の波形形状はよく似ており、特に計測点ACC11では、傾斜基盤角度による顕著な差がみられない。しかしながら、法肩近傍の計測点ACC6では、両者の差を容易に確認することができ、傾斜基盤角度10度のケースのほうが最大加速度で2倍程度大きくなっている。また傾斜基盤角度20度のケースの法肩近傍に位置するACC6の最大加速度は、入力加速度と同程度に留まっている。

(3) 上下応答加速度

図-7は傾斜基盤の勾配を10度および20度とした場合の主要な加速度計測点(7計測点)における鉛直方向の加速度時刻歴を比較したものである。なお、本動的遠心模型実験は、上述したとおり水平方向の一方方向加振であるが、実験結果によれば上下方向についても比較的大きな加速度が計測されている。ACC4～6の加速度記録に着目すると、傾斜基盤勾配に関わらず上下方向の最大加速度は盛土表面に近いほど大きくなる傾向にあり、上述した水平方向の傾向とは異なっている。この一要因として、地表ほど揺すりこみ沈下や盛土のすべり(鉛直変位)に起因する加速度応答が大きくなっていることが挙げられる。特に基盤勾配20度のケースのACC6では、マイナス方向(沈下方向)に加速度波形がシフト(加速度計の設置条件が一要因)しており、これらの影響が顕著に表われているものといえる。観測点ACC6およびACC11では、勾配の違いによる違いは明瞭ではないが、勾配20度のほうが若干最大加速度値が大きくなっている。また計測点ACC11よりも計測点ACC6のほうが、最大加速度が大きくなっている。

(4) 水平方向と上下方向の応答加速度の関係

本実験は水平方向の一方方向加振であるものの、実験結果によれば上下方向についても加速度が計測されており、この要因として以下の3つが挙げられる。

- 1) 鉛直方向の変形(沈下)に伴い発生した加速度
- 2) 盛土の水平応答が上下応答に寄与することによって発生した振動(パラメタ励振⁹⁾などとよばれる)
- 3) ノイズによる影響

上記3)の要因については、本実験装置のノイズによる振動の固有周期は0.01～0.05秒程度であること

がわかっており、対象固有周期のカットフィルタ処理を施しても、計測された加速度波形はほとんど変わらないことを確認している。よってこの上下方向の加速度波形は、上記1)および2)に起因するものであると考えることができる。

図-8および図-9に図-6,7で示した観測点の最大加速度の分布図を水平・上下方向について示す。これらの図より水平方向では、傾斜基盤の角度によって最大加速度値が大きい箇所が異なっており、傾斜基盤上の盛土は複雑な地震応答特性を有していることが推測できる。一方で上下方向は、水平方向の最大加速度値が大きい領域で上下方向の最大加速度値も大きくなっていることから、上記2)の要因であるパラメタ励振による影響が表われている可能性がある。

著者ら¹⁰⁾は、地震時における盛土の水平変位と上下変位が振動的に相互に影響し合う1質点系振動モデル(クロススプリングモデル)を提案している。クロススプリングモデルの運動方程式は水平方向ならびに上下方向についてそれぞれ次式で与えられる。

$$\ddot{x} + 4\pi\xi_H f_H \dot{x} + 4\pi^2 f_H^2 x = -\ddot{X} - 4\pi^2 f_H^2 \alpha \quad (1)$$

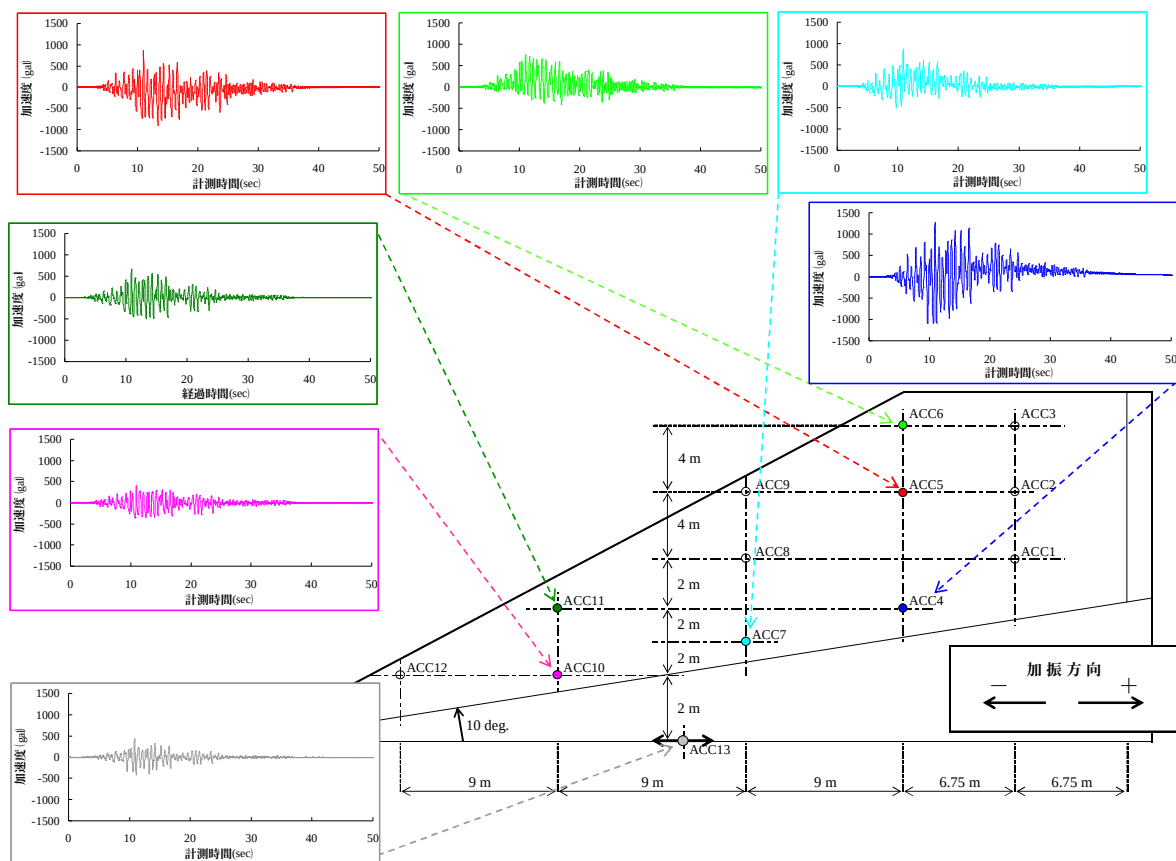
$$\ddot{y} + 4\pi\xi_V f_V \dot{y} + 4\pi^2 f_V^2 y = -\ddot{Y} - 4\pi^2 f_V^2 \beta \quad (2)$$

ここに、 x, y は等価高さ位置における水平・上下方向の変位、 ξ_H, ξ_V は水平・上下方向の減衰定数、 f_H, f_V は勾配や傾斜基盤角度に依存する盛土の水平・上下方向の固有周波数⁷⁾、 $\ddot{X}, \ddot{Y}$ は水平・上下方向の入力加速度である。 α, β はパラメタ励振としての特性を表しており、それぞれ次式で表される。

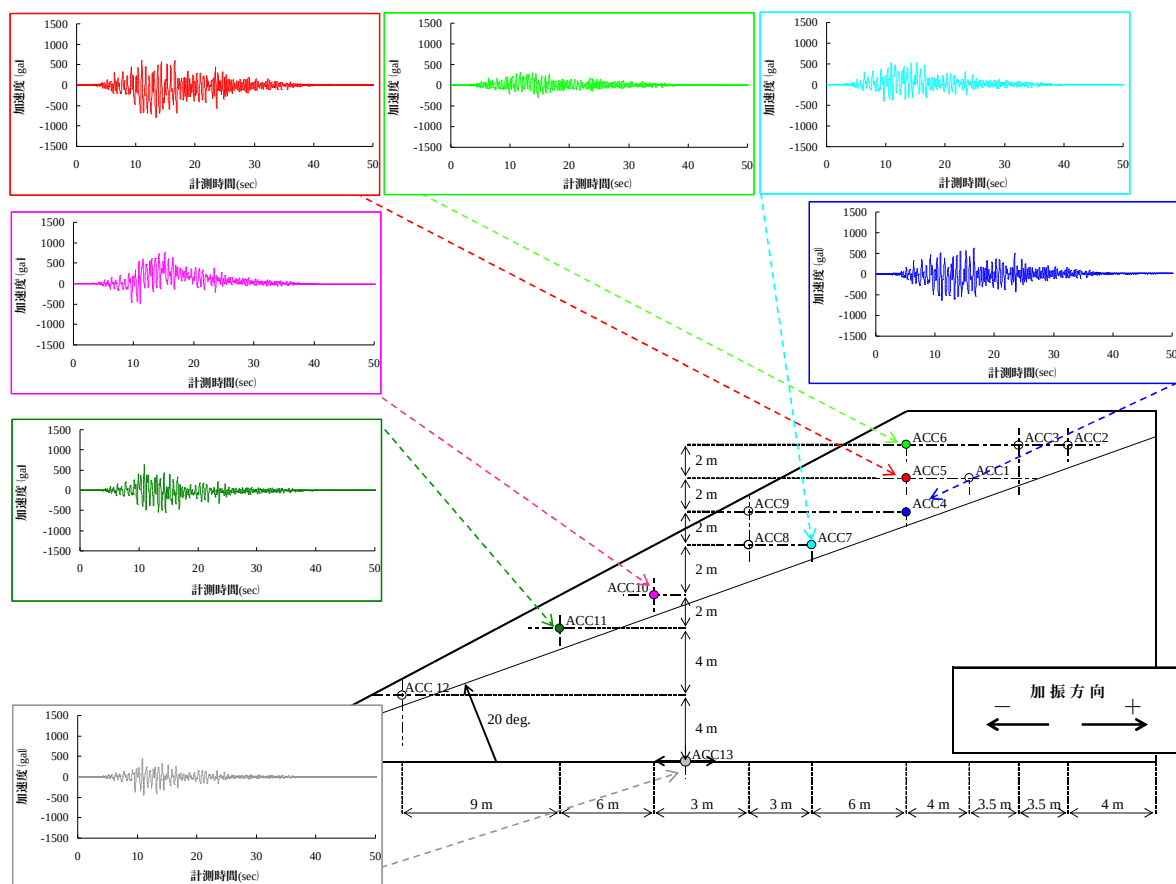
$$\alpha = \frac{x}{H_E} \left(y + \frac{x^2}{2H_E} \right) \quad (3)$$

$$\beta = \frac{x^2}{2H_E} \quad (4)$$

ここに、 H_E は盛土の等価高さ¹¹⁾である。図-10は観測点ACC5における加速度時刻歴とクロススプリングモデルによる計算結果を比較したものである。ここでは $\xi_H = \xi_V = 10\%$ とした。水平・上下方向ともに基盤勾配の違いによる影響が実験結果にも計算結果にもほとんど表われていないことがわかる。水平方向については、主要動時間領域全体でほぼ両者が一致しており、再現性が高いことがわかる。一方、上下方向については、水平方向に比べれば再現性は低く、加速度が非常に大きくなる時間領域(9.7, 11.2sec付近)は一致していないが、12.5, 15.0sec付近など単純な1質点系モデルにも関わらず再現性が比較的高い時間領域もある。これらの時間領域は、盛土の水平応答が上下応答に寄与することによって発生した振動(パラメタ励振)の影響を含んだ加速度波形であると解釈できる。なお、再現性が非常に低い上下方向9.7, 11.2sec付近の高レベルの加速度は、上記1)の要因によるものと考えられ、後述するように盛土が滑動を開始し、すべり変形が大きい時間領域とほぼ一致する。よって地震時における傾斜基盤上の盛土の上下方向の応答には、盛土の変形およびパラメタ励振に起因する振動が含まれているといえる。

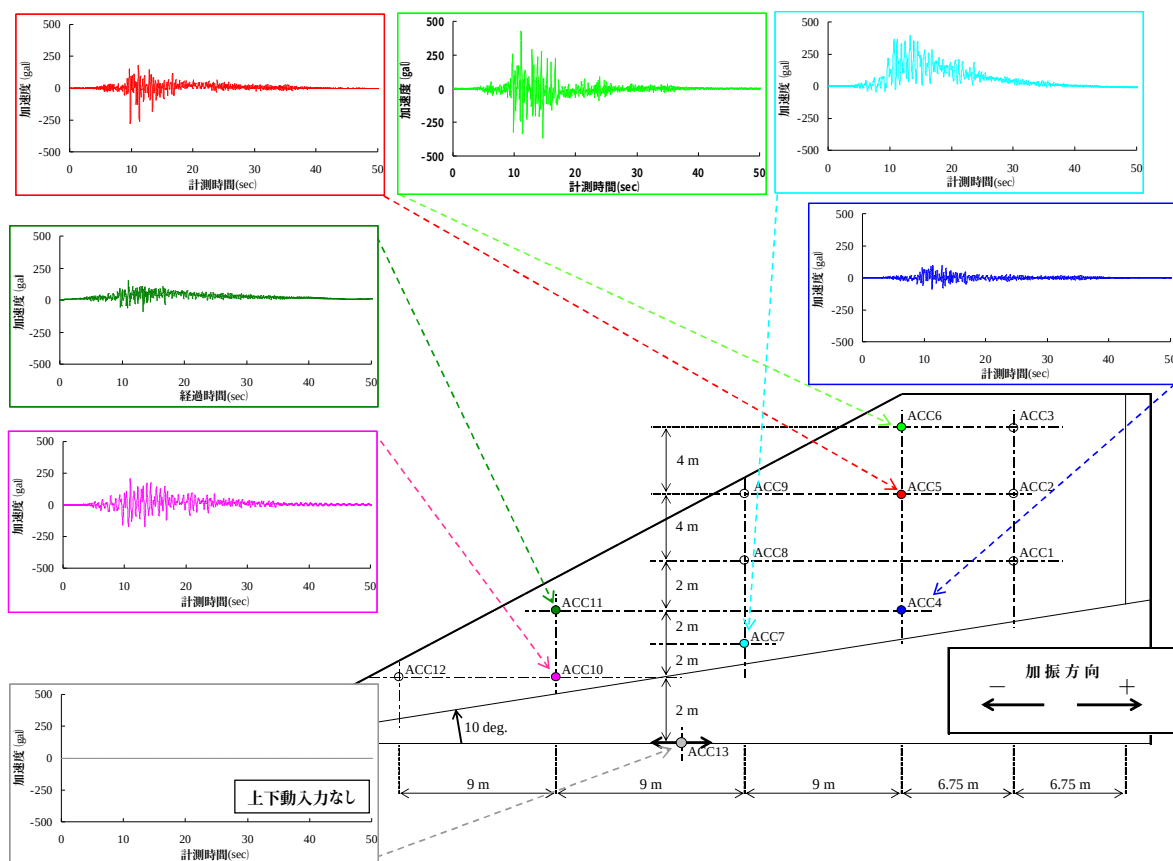


(a) 傾斜基盤角度 10 度

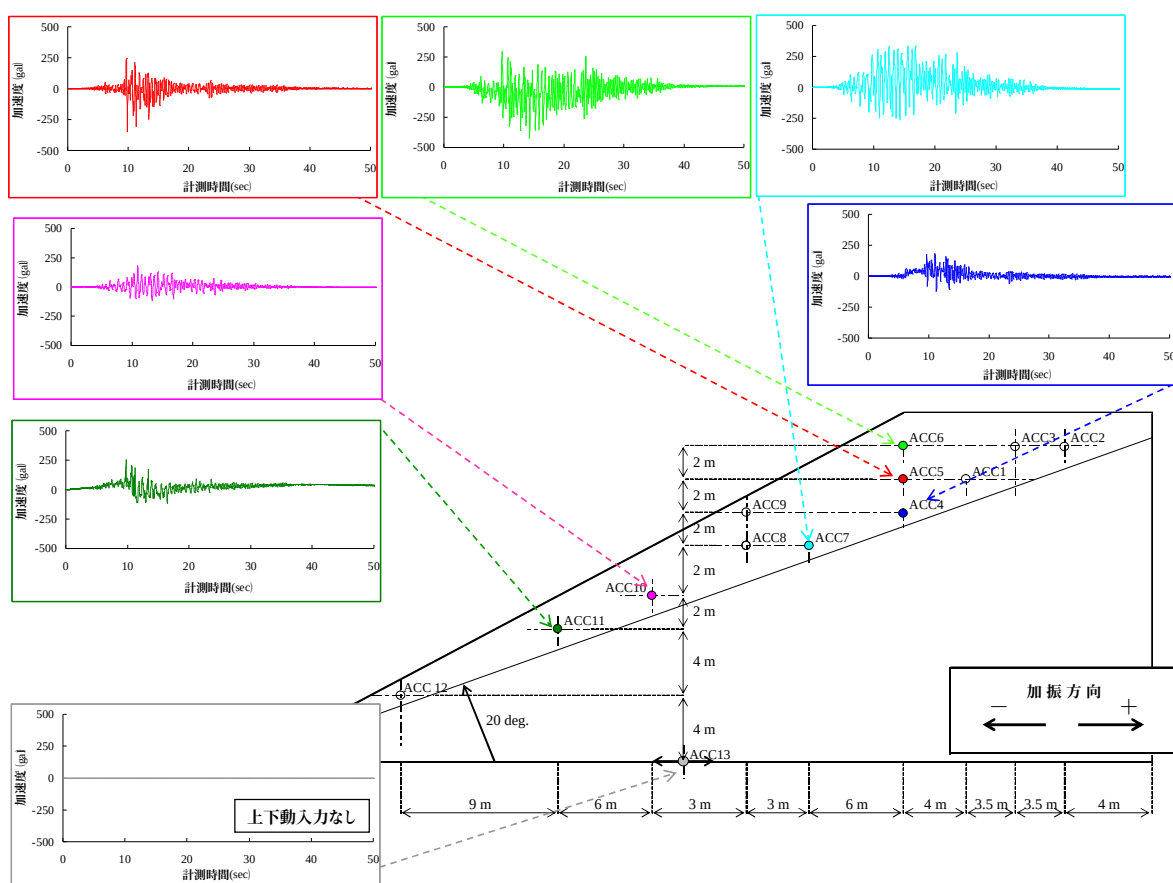


(b) 傾斜基盤角度 20 度

図-6 主要計測点における水平加速度時刻歴



(a) 傾斜基盤角度 10 度



(b) 傾斜基盤角度 20 度

図-7 主要計測点における鉛直加速度時刻歴

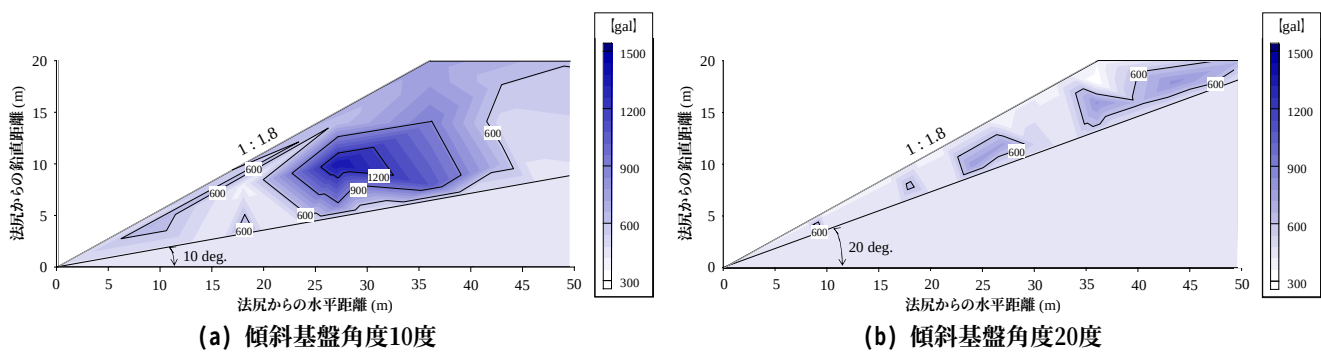


図-8 水平方向最大加速度分布

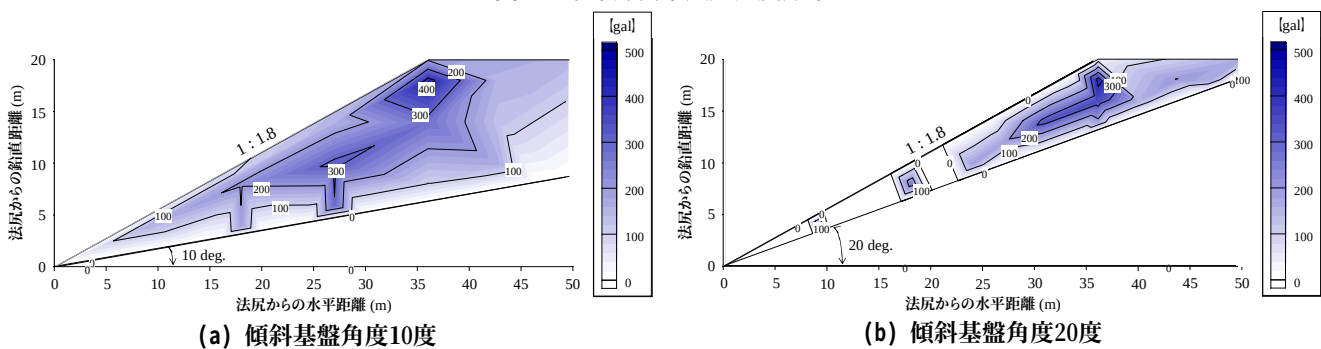


図-9 鉛直方向最大加速度分布

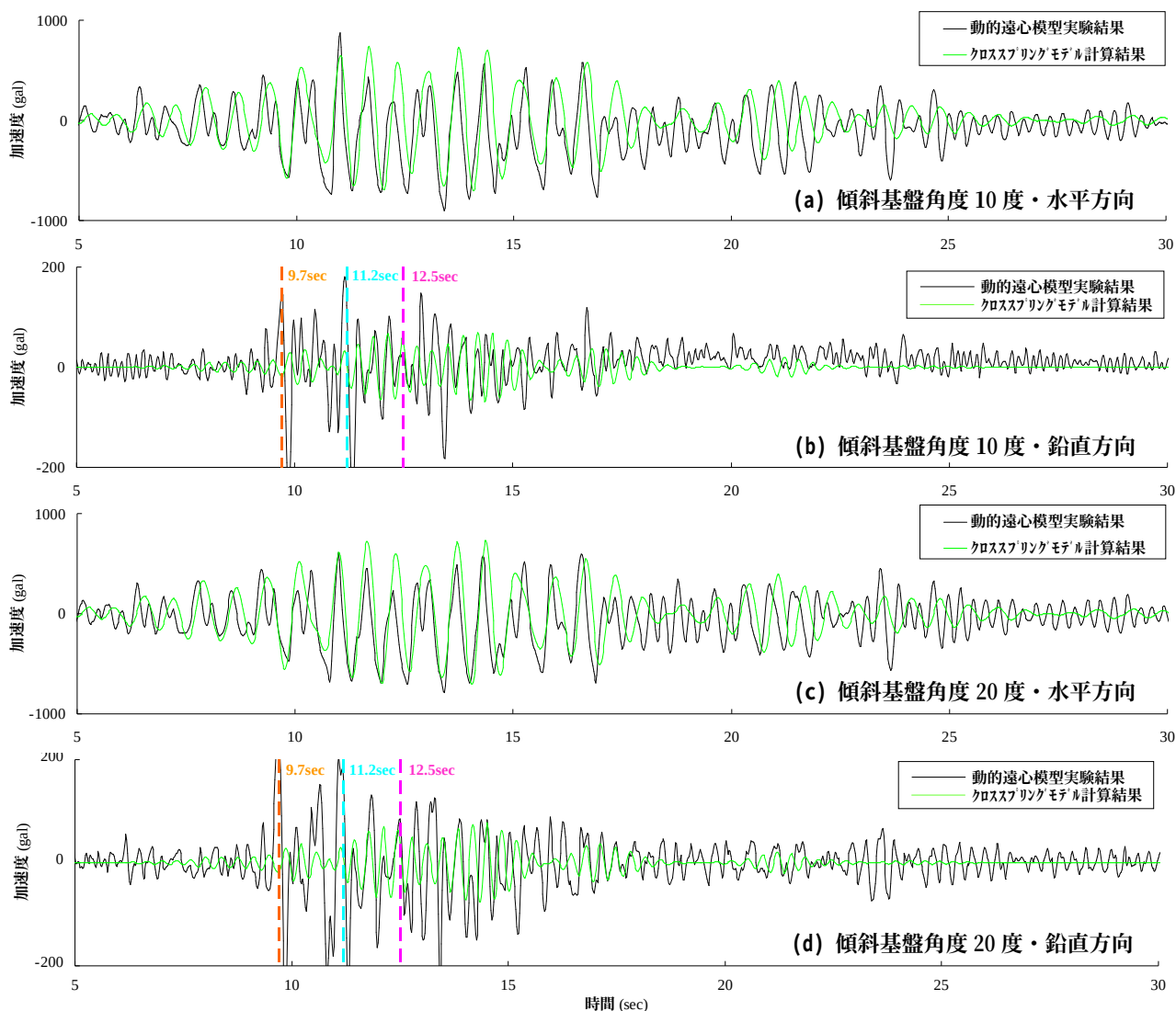


図-10 実験結果と計算結果による加速度時刻歴の比較(パラメタ励振の影響)【5～30secの時刻歴のみ拡大】

(5) 残留変位

図-11に法肩における水平および鉛直方向の変位の時刻歴を示す。これらの図より、水平および上下方向ともに時刻歴変位波形の形状、そして法肩における残留変位量について基盤勾配の差に起因する顕著な差を確認することはできない。この要因としては、以下に示す2つが考えられる。

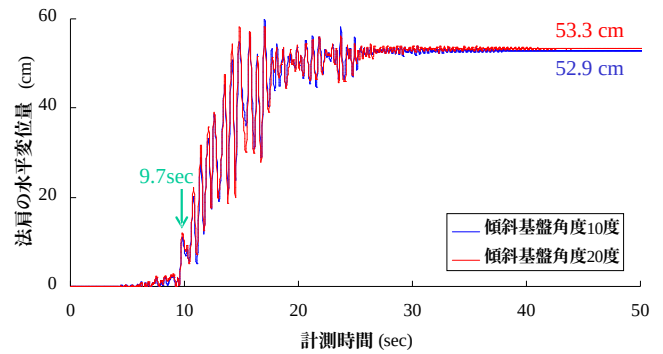
- 1) 図-4および図-5で示した法肩付近から法尻にかけてすべり面と思われる残留ひずみが局所的に大きくなる領域、すなわちすべり土塊の大きさや形状は両傾斜基盤角度によって同様の傾向である。
- 2) 更に残留ひずみが局所的に大きくなる領域に近い加速度計測点を、傾斜基盤角度10度と20度においてそれぞれ共通としACC8とすれば、この計測点における水平方向の加速度の波形形状ならびに最大値がよく似ている、すなわちすべり土塊に作用する力に大きな差異がない。

また前述した観測点ACC5の上下方向の加速度時刻歴において、局所的に加速度が非常に大きくなっている時間領域(9.7secおよび11.2sec付近)は、盛土の滑動変形が始まった時間領域(9~10sec付近)と鉛直方向の変位(沈下)が急激に大きくなっている時間領域(11sec付近)にそれぞれ対応していることが読み取れる。水平方向の加速度時刻歴においても盛土の滑動変形に起因して同程度の影響が現れているものと考えられるが、盛土応答のほうが非常に大きいため、その影響を確認することはできない。

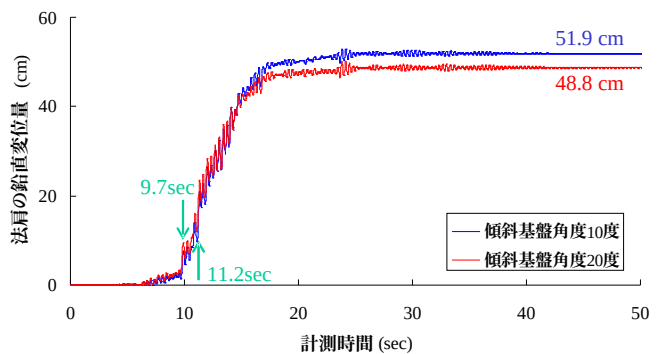
図-12はNewmark法による滑動変形量(鉛直変位(沈下))の時刻歴を示したものである。同図中には、入力地震動として以下に示す3ケースを採用した結果について重ね合せたものとなっている。

- ・ Case 1：動的遠心模型実験における剛土層底面で観測された加速度波形(図-2参照)
- ・ Case 2：動的遠心模型実験における観測点ACC5(ほぼすべり土塊下端に相当)における実測加速度波形(図-10黒線参照)
- ・ Case 3：クロススプリングモデルによる再現波形(図-10緑線参照)

この図より、採用する入力地震動に関わらず、基盤勾配20度のほうがNewmark法による残留変位量が大きくなっている。これは基盤が急勾配であるほど常時安全率が小さくなることに起因しており、動的遠心模型実験の結果とは傾向が異なっている。また基盤の勾配が変化しても残留変位量はあまり変化しない。Case 1よりもCase 2,3のほうが残留変位量が大きくなっており、実験結果(図-11)と比較すればCase 2,3のほうが近い値を示している。これは、土質パラメータの精度の問題とも解釈できるが、盛土の応答特性を考慮する必要性を示唆しているとも解釈できる。なお、水平基盤上の盛土については既に鵜飼ら¹²⁾によって盛土の応答特性を考慮したほうが、Newmark法を用いた残留変位量を精度良く推定できることが報告されている。Newmark法の適用性を詳細に議論するため図-13に、横軸に遠心模型実験における法肩の鉛直方向の変位時刻歴を、縦軸に上記

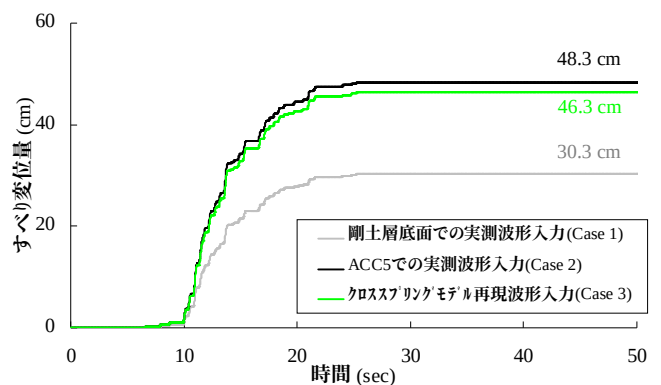


(a) 水平方向

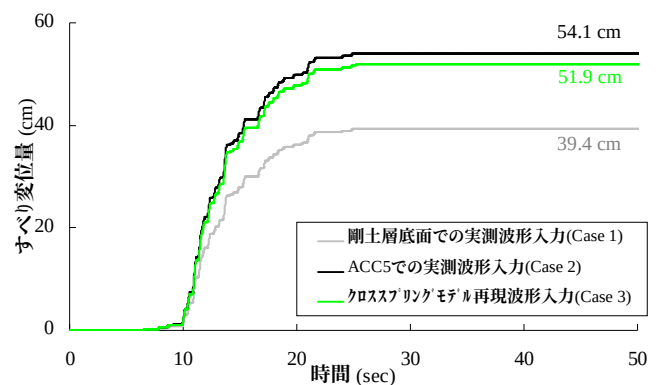


(b) 鉛直方向

図-11 法肩における変位時刻歴

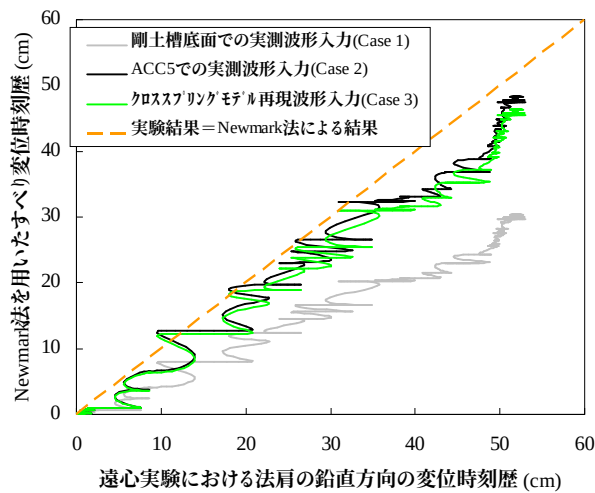


(a) 傾斜基盤角度10度

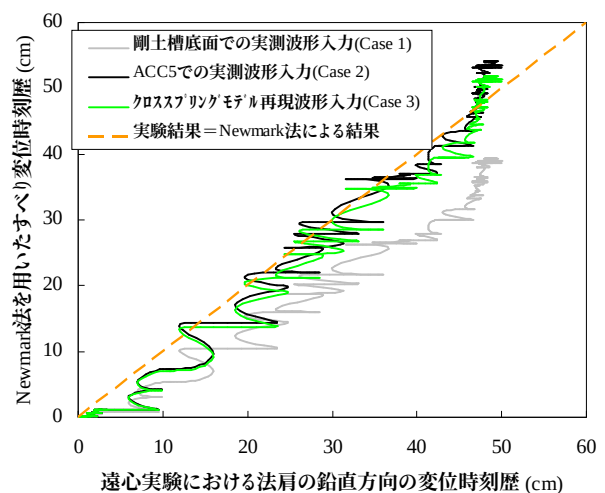


(b) 傾斜基盤角度20度

図-12 傾斜基盤上盛土におけるNewmark法の適用性



(a) 傾斜基盤角度10度



(b) 傾斜基盤角度20度

図-13 滑動変位の時刻歴の比較

3 ケースにおけるNewmark法を用いたすべり変位の時刻歴をそれぞれとったものを示す。この図では斜め45度に線が伸びている場合、Newmark法で実現象をうまく表現できていることを示している。この図によれば、すべり変位量が最終的な残留値に近づく時間帯では、実験による鉛直変位の増加が非常に小さいのに対して、Newmark法によるすべり変位は増加が継続しており、計算の再現性は基盤勾配に関わらず低くなっている。

図-13において線の伸びる勾配そのものは土質パラメータの値によって変化するため、一定の勾配から乖離する程度によりNewmark法の適用性の指標とすればよい。すると初期においては、Newmark法では変形が発生しないのに対し、実際には発生する形で適用性が低いと判断できる。これは初期においては滑りではなく、揺すり込み等による沈下が発生しているためであると思われる。前述したように終盤では、実際には変形が生じていないのにNewmark法では変形が発生していると評価される。これは変形後の形状の変化、あるいは振動により土が締まったことによる物性の変化をNewmark法では考慮できていないためであると思われる。中盤、具体的には変化が5cmから45cmの領域においては、実験において振動により変位量が振れていることを除けば、比較的変位の増加傾向をNewmark法で再現できている。すなわち、すべり破壊に近い挙動の際にはそれなりの適用性があると判断できる。なお、動的な応答を考慮する必要については、その結果はほとんど同じ変位の増加性状を示しているため判断することはできない。

5. まとめ

本研究では、傾斜した基盤面を有する盛土を対象とした動的遠心模型実験を実施し、基盤の勾配が盛土の地震応答特性に及ぼす影響について検討を行っ

た。本実験条件のもとで得られた結論を以下に示す。

- (1) 傾斜基盤上の盛土は、複雑な地震応答特性を有しており、水平一方向の加振においても、盛土の変形や水平応答が上下応答に寄与する振動に起因し、上下方向に比較的大きな加速度応答を示すことがある。
- (2) 基盤の勾配が滑動変形量に及ぼす影響は比較的小さいものの、傾斜基盤勾配が急なほど法肩付近から法尻にかけてすべり面と思われる残留変形ひずみが局所的に大きくなる領域がより顕著に表れる。
- (3) Newmark法により傾斜基盤上の盛土を対象とした残留変位量を計算する場合には、主要動部におけるすべり変位量の再現性は高いが、振動初期および終盤での再現性が低い点に注意が必要である。

本実験では水平一方向のみの加振であったが、実際の強震時には、水平動だけではなく鉛直動も同時に作用することになり、傾斜基盤上の盛土はさらに大きな上下応答を示す可能性が高い。なお、傾斜基盤上の盛土の上下応答が滑動変位量に及ぼす影響に関する検討は別途検討を行っている¹³⁾。

謝辞：入力地震動として気象庁の観測波形を使用させていただきました。記して謝意を表する。

参考文献

- 1) 阿部隆，村山良之：仙台周辺の地形改変と都市問題，地理，Vol.27，No.9，pp.44-51，1982。
- 2) 三浦均也，西村右敏，吉田望，鷲尾朝昭，高原利幸，前田健一：1993年釧路沖地震における標茶地区宅地造成盛土の崩壊，土質工学会北海道支部技術報告集，第34号，pp.38-47，1994。
- 3) 北林勉，和田康三，黒森武，三田地利之：1993年北海道南西沖地震における道路被害-一般国道5号知来地区の盛土破壊の原因と対策-，土質工学会北海道支部技術報告集，第34号，pp.130-135，1994。
- 4) 応用地質学会阪神・淡路大震災調査委員会：兵庫県南

- 部地震-地質・地盤と災害-報告書, pp.288-313, 1995.
- 5) 國生剛治：新潟県中越地震の地盤被害と対策, 土木施工, Vol.46, No.1, pp.84-87, 2005.
 - 6) 沖村孝, 山本彰, 村上考司, 鳥井原誠：傾斜基盤上の斜面の地震応答解析, 土木学会論文集, No.638/III-49, pp.143-154, 1999.
 - 7) 秦吉弥, 加納誠二, 多賀正記, 一井康二, 土田孝, 山下典彦：傾斜基盤を有する盛土の水平ならびに上下方向の簡便な固有周波数算定式, 土木学会地震工学論文集, Vol.29, 2007.
 - 8) N. M. Newmark: Effects of Earthquakes on Dams and Embankments, Fifth Rankin Lecture, *Geotechnique*, Vol.15 No.2, pp.139-160, 1965.
 - 9) たとえば徳岡辰雄：ライブラリー工学基礎 3－工学基礎振動論－, サイエンス社, pp.153-158, 1990.
 - 10) 秦吉弥, 土田孝, 加納誠二, 山下典彦：上下動を考慮した簡便な盛土の地震応答解析手法の提案, 広島大学大学院工学研究科報告, Vol.55, No.1, pp.27-34, 2006.
 - 11) M. A. Ghannad, N. Fukuwa and R. Nishizaka: A Study on the Frequency and Damping of Soil-Structure Systems using a Simplified Model, 構造工学論文集, 日本建築学会, Vol.44B, pp.85-93, 1998.
 - 12) 鶴飼恵三, 若井明彦, 大庭悠一：Newmark法に基づく乾燥砂斜面の地震時残留変位量の予測, 土木学会関東支部技術研究発表会講演概要集, pp.388-389, 2001.
 - 13) 秦吉弥, 一井康二, 土田孝, 李黎明, 加納誠二：上下動が傾斜基盤を有する盛土の地震時応答に及ぼす影響, 土木学会地震工学論文集, Vol.29, 2007.

(2007. 4. 6 受付)

DYNAMIC CENTRIFUGE MODEL TESTS ON SEISMIC RESPONSE CHARACTERISTICS OF EMBANKMENTS ON TILTED BEDROCK

Yoshiya HATA, Koji ICHII, Liming LI, Takashi TSUCHIDA and Seiji KANO

The embankment on tilted bedrock often suffers seismic damage in the previous strong earthquake; however, there is few previous study on the seismic response characteristics of the embankments on such a tilted bedrock. Based on shaking table test results in a centrifuge, the effect of the gradient of tilted bedrock on the seismic response were examined in this study.

The test results were compared with the estimation by the Newmark method for embankment on tilted bedrock. It revealed that the cross-spring model can contribute to Newmark method by the estimation of dynamic response of embankment.