

緩衝材がある擁壁裏込めの動的土圧低減効果に関する数値解析

港湾空港技術研究所 正会員 ○山崎 浩之
竹中工務店 正会員 金田 一広

1. はじめに

筆者らは擁壁裏込めにタイヤチップなど緩衝材がある場合の静的な土圧低減メカニズムについて検討してきている¹⁾。動的な場合にも擁壁裏込めに緩衝材がある場合について数値解析を実施して、土圧低減効果について検討した。

2. 解析条件

竹中工務店保有の動的／静的解析プログラム MuDIAN²⁾による3次元解析を実施した。ただ、奥行き方向の変位を固定しているため実質は平面ひずみ条件と同様である。用いた土の構成式はR0モデルとした。擁壁と擁壁の裏込めの緩衝材は弾性体とした。比較のため、砂だけの場合、緩衝材の厚さが50cmの場合を想定した。図1に緩衝材が50cmの場合の解析モデルを示す。表1に材料定数を示す。砂については基礎地盤に比べて裏込め砂は剛性を小さくした。また、緩衝材はタイヤチップを想定した材料定数を設定した¹⁾。擁壁はコンクリートを想定した。また、土と緩衝材、緩衝剤と擁壁、擁壁と土にはジョイント要素を設置した。本解析では試計算のため緩衝材と砂、および緩衝材と擁壁のせん断方向のジョイント要素の剛性を小さくし、すべりやすく設定した。なお、剥離は考慮していない。数値解析を安定させるためにレーリー減衰を用いて1Hzと5Hzで2%となるように $\alpha=0.2094$ 、 $\beta=0.0011$ を設定した。境界の側面は粘性境界とし、無限遠方にある自由地盤とつないだ。下方も粘性境界とし、図2に示す釧路波を2Eで入力した。粘性境界は $\rho=1.8\text{g/cm}^3$ 、 $V_p=200\text{m/s}$ 、 $V_s=340\text{m/s}$ とした。動的解析は、自重解析を行った後に実施した。

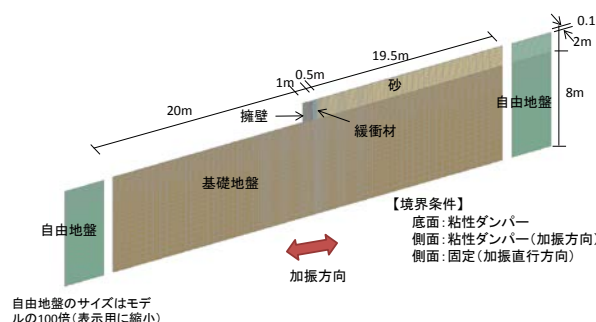


図1 解析モデル

表1 材料定数

	ソリッド要素			
	基礎地盤	裏込め砂	擁壁	緩衝材
ヤング率(kN/m ²)	112000	56000	2.44E+07	200
ポアソン比	0.3	0.3	0.2	0.2
単位体積重量(kN/m ³)	16.62	16.62	23.03	8.82
基準ひずみ γ_{50}	0.001825	0.00002685		
減衰定数最大値 hmax	0.156	0.152		

	ジョイント要素	
	垂直方向の剛性 (kN/m ²)	せん断方向の剛性 (kN/m ²)
砂と緩衝材	1.00E+06	1.00E+01
擁壁と緩衝材	1.00E+06	1.00E+01
擁壁と裏込め砂	1.00E+06	1.00E+04
擁壁と基礎地盤	1.00E+10	1.00E+04

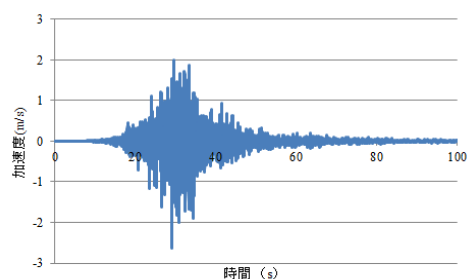
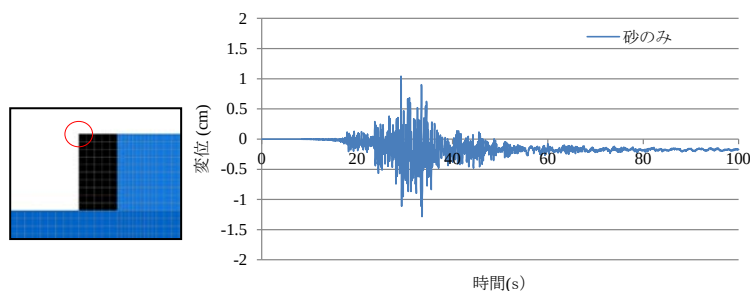
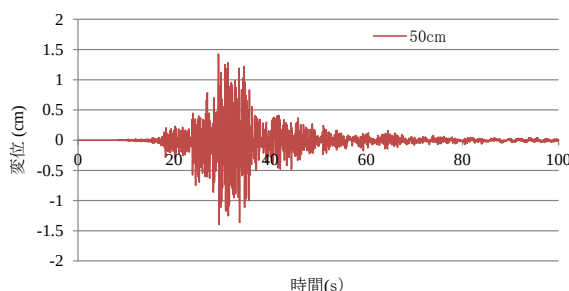


図2 釧路波



(a) 砂のみ



(b) 緩衝剤(50cm)

図3 擁壁前方の変位時刻歴

キーワード：擁壁、緩衝材、土圧低減

連絡先：〒239-0826 神奈川県横須賀市長瀬 3-1-1 港湾空港技術研究所 Tel:046-844-5037

3. 解析結果

図 3 に図中に示す節点の擁壁前方の要素の x 方向の変位の時刻歴を示す。砂、緩衝材を入れたものどちらも比較的大きな加速度の時間帯は前後に変位している。しかし、砂のみの場合は地震後に擁壁が x の負の方向、すなわち前方へ残留変位が生じているが、緩衝材 50cm ではほとんど発生していない。図 4 に砂のみの場合の入力の時刻歴波形で絶対値が大きい 29.2 秒、29.6 秒と最終時 100 秒の擁壁側面にかかる σ_x の分布図を示す。引張を正としているため、圧縮力はマイナスとなる。擁壁上部は土圧が小さいが擁壁の下部は大きな圧縮力が働いていることが分かる。図 5 に 2.92 秒と 29.6 秒における砂の等価せん断ひずみ分布を示す。どちらも擁壁下部に大きなせん断ひずみが発生しており、慣性力によって擁壁下部付近が変形していることが分かる。図 6 には緩衝材を入れた場合の同時刻の擁壁の σ_x の分布図を示す。図 4 に比べて圧縮力がほとんどなく地震中全体にわたって土圧が低減されている。図 7 にはその時刻の砂の等価せん断ひずみ分布を示す。どちらの時刻も図 5 と比較して擁壁裏込め、底面で大きな動的ひずみが発生している。モール・クロンの破壊基準を用いた静的な数値解析³⁾では、擁壁裏込めに緩衝材がある場合、ひずみの発生により背後の砂地盤が主働状態になることで土圧が低減することが分かっているが、動的荷重に対してはより複雑なことが起こっていると推察される。

4. 結論

擁壁背後地盤に緩衝材が存在する場合の擁壁土圧の動的挙動について 2 次元解析を実施した。擁壁背後地盤に緩衝材がある場合は擁壁の残留変位がほとんど見られないのに対し、砂だけの場合は擁壁前方へ変位が発生することが分かった。また、擁壁背後が砂のみに比べて緩衝材がある方が土圧の低減が見られる。しかし、裏込めや底面地盤での動的なひずみは緩衝材のある方が大きい。今後は動的荷重作用時のこれら現象のメカニズムについて検討していきたい。

参考文献：1) 金田一広，ヘマンタ ハザリカ，山崎浩之(2009)：擁壁裏込めに緩衝材として用いた廃タイヤの土圧低減効果，第 8 回環境地盤工学シンポジウム論文集，pp.467-472. 2) 塩見忠彦，鬼丸貞友，吉澤睦博(1998)：地盤と構造物の非線形挙動を考慮した構造解析システムの開発，竹中技術研究報告 No54. 3) 金田一広，山崎浩之(2016)：緩衝材がある擁壁裏込めの 2D・3D 解析による土圧低減効果，土木学会年次講演会。

