

公益信託 NEXCO 関係会社高速道路防災対策等に関する支援基金
受託者 三菱UFJ 信託銀行株式会社 宛

研究概要書

研究課題：積雪寒冷環境における地震後の津波に強い道路盛土補強工法の検討

研究代表者：九州工業大学大学院 工学研究院 建設社会工学系 准教授 川尻 峻三

共同研究者：北見工業大学 工学部社会環境系 教授 川口 貴之

1. はじめに

大規模地震発生時には沿岸部における高速道路が津波に対する一時的な避難場所として指定されている。しかし、地震動により損傷を受けた高速道路盛土に対して津波が作用した際の盛土法面安定性や越流水による法面および天端の損傷について十分な検討がされていない。このような背景から筆者らは、高速道路模型盛土に対して地震動を与えた後に津波を作用させる実験を行ってきた^[2]。その結果、津波第一波後に発生する越流水が継続して作用した際には、加振履歴を有する場合には天端沈下に伴い越流水深が大きくなり、盛土の侵食速度が速くなることがわかった。すなわち、地震動による天端の沈下量を抑制することが、その後の津波による盛土の損傷を軽減させることが可能になると考えた。

そこで本研究では、地震動による盛土天端の沈下対策として地山補強土工に着目し、その効果検証のための模型実験を行った。本文では、補強材模型を打設した縮尺比 1/20 の高速道路模型盛土に対して地震動と津波を与えた際の地山補強土工の補強効果について実験的な検討を行った結果について述べている。

2. 実験の概要

本研究では、地震動や降雨、津波の複合外力を再現可能な実験装置を用いた^[2]。本研究では、振動台で地震動を与えた後に上流部にある段波装置により碎波段波を再現した波を模型盛土に対して作用させた。図-1 に本実験において地山補強土工を再現した模型盛土の概略図を示す。模型盛土は実物大における暫定 2 車

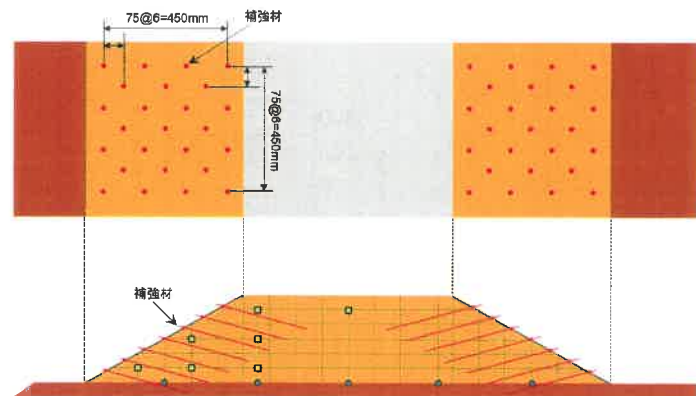


図-1 補強材を再現した模型盛土の概略図

線の高速道路を想定している。これは津波浸水の可能性がある苫小牧市の道央自動車道と暫定 2 車線の後志自動車道を参考に設定した。模型盛土はまず 50mm の水平な支持地盤を製作し、その上に天端幅 720mm、盛土高 300mm、法面勾配を 1:1.8 となるように製作した。天端にはセメントスプレーを塗布し舗装面の剛性を再現した。補強材模型の寸法および打設位置等については、「地山補強土工法設計・施工マニュアル」を参考に決定した。補強材にはアルミ棒を使用し、Case2 では小径棒状補強材を想定し直径 $\phi = 3$ mm、Case3, 4 では中径棒状補強材を想定し $\phi = 6$ mm とした。補強材長は、筆者らの先行研究で確認した加振により発生したすべり線を跨ぐ長さとして、300mm が最適であると考えて決定した。また、本研究では表面材として簡易支圧板（以下、支圧板とする）を採用しアクリルを用いて再現した。支圧板の大きさは、Case2 では 10mm×10mm、Case3, 4 では 20mm×20mm とした。また、補強材と盛土の密着性を高める目的で、補強材表面には 2 液混合エポキシ

表-1 実験ケースのまとめ

Case	対策工	補強材径	本数	平均越流水深
1	なし			48.77mm
2	あり	3mm	50本	52.66mm
3	あり	6mm	50本	54.70mm
4	あり	6mm	22本	40.52mm

樹脂を用いて乾燥した盛土材料を付着させた。このような棒状補強材は、積雪寒冷環境で地盤が凍結融解した後も補強効果が消失しないことを筆者らの過去の研究^[3]で明らかにしている。表-1に実験ケースのまとめを示す。本研究では補強材のφ および打設位置を変えた実験ケースを設定した。また、実験における地震動は、全てのケース共通で5Hz, Sin波, 20波として入力加速度3, 4, 5, 6m/s²のステップ加振とした。津波については、砕波段波（以下、津波とする）を第一波として与えた後、ポンプを作動させて所定量の水を上流側水路へ送り越流実験を開始した。

3. 実験結果および考察

図-2は代表的な結果としてCase1およびCase4における0.5m/s²加振時における10波での模型盛土の変位コンター図を示している。暖色ほど変位量が大きく、寒色ほど変位量が小さい。Case4では法肩部に部分的に地山補強を打設しているが、盛土全体の変位量が小さくなり、補強効果を発揮していることがわかる。図-3はCase1およびCase4における越流時の盛土の侵食状況を示している。部分的な地山補強により天端沈下量が抑制されたCase4では、無補強のCase1と比較すると同じ津波越流時間での天端の残存領域が多い。

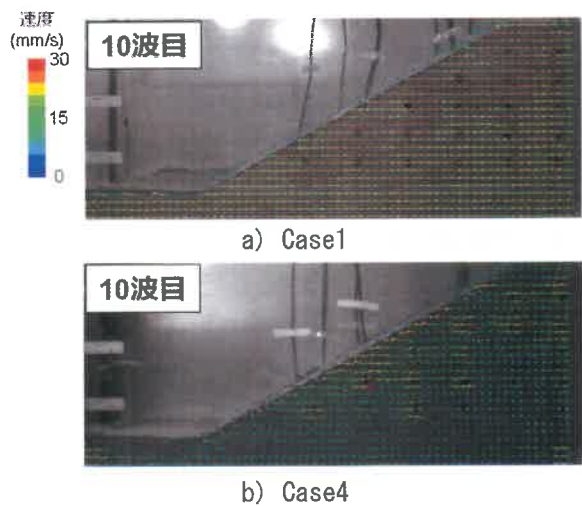


図-2 第10波での盛土の変位コンター図

4. まとめ

一連の実験から、地震動を受けた道路盛土の侵食とその速度を抑制するためには、地震動による天端沈下を抑制して相対的な越流水深を低くすることが有効であり、地山補強土工法は

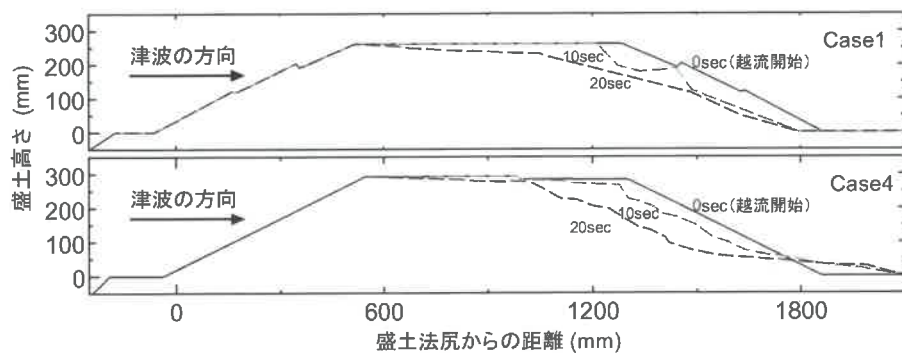


図-3 Case1 および 4 の越流開始からの盛土侵食状況

地震動と津波による複合外力に対して有効な対策工であることを見出した。

■ 参考文献

- [1] 阿部ら：東北地方太平洋沖地震における高速道路の被害および復旧状況について，地盤工学ジャーナル，Vol.7, No.1, pp.117-125, 2012.
- [2] 林崎ら：高速道路盛土の法面安定性に及ぼす地震動および津波の影響，地盤工学会北海道支部技術報告集，Vol. 62, pp.313-321, 2022.
- [3] 岸田ら：大径補強材による地山補強土工法の寒冷地における試験施工と動態観測，ジオシンセティックス論文集，Vol.33, pp.69-76, 2018.