

原位置簡易型ベンダーエレメント装置開発に向けた土層実験結果に関する考察

秋田大学 学 ○飯田貴久 正 田口岳志 正 荻野俊寛 学 角田隆行

1. 研究背景および目的

令和2年7月に熊本県で発生した集中豪雨により球磨川の12箇所において決壊、氾濫が発生した。その内、一部の箇所においては蛇行していた川の形状を整備した箇所であった。つまり直線的な形状の箇所でも想定を上回る豪雨に遭遇した際、決壊の恐れがあるといえる。著者らはこの喫緊の課題を解決するために、ベンダーエレメント法を原位置で簡易的に実施でき、最終的には数キロ毎に設置された当該計測装置から、アドホック通信の併用によって、堤防全域の漏水・劣化を遠隔地で迅速に検知することができるシステム(図-1)の構築を目指している。本報告ではベンダーエレメント試験に関する既往の研究^{1)~5)}を応用し、それらを原位置且つセメント改良土部に適用することが可能であるか否かを検証することを目的とし、供試体サイズを変えた場合と土層実験による実験結果について述べる。

2. 実験条件および手順

テストケースを表-1に示す。供試体及び土層では岡山県産のカオリン粘土(原土)を用い、セメント系固化材は一般軟弱土用固化材(宇部興産社製)を用いた。乾燥状態のカオリン粘土に水を加え含水比が80%となるようミキサーを用い混合した後、既定の固化材を混合し供試体および土層を作成した。供試体や土層を作成する際には各層毎に軽く打撃を加えることや、コンクリート用バイブレーターを使用することで可能な限り気泡を除去した。



写真-1 球磨川の堤防決壊（西日本新聞）

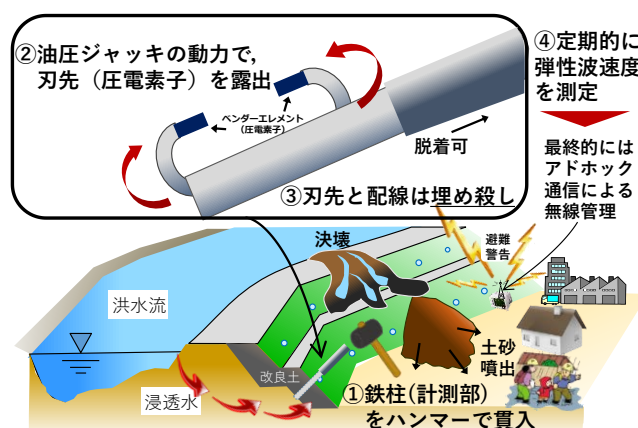


図-1 原位置簡易型ベンダーエレメントシステムの概要

表-1 供試体直径、BE 間距離を変化させた場合と土層実験の試験ケース

固化材添加量 (kg/m ³)	BE間距離 (mm)	供試体直径 (mm)	養生日数 (day)	固化材添加量 (kg/m ³)	BE間距離 (mm)	供試体直径 (mm)	養生日数 (day)	固化材添加量 (kg/m ³)	BE間距離 (mm)	養生時間 (hour,day)
30	100	50,100	3,5,7,14,28	30	100,150,200	100	3,5,7,14,28	30	100,150,200	1,3,6,12,24hour3,5,7day
50				50				50		
100				100				100		
150				150				150		

3. 実験結果および考察

図-2 はそれぞれ固化材添加量 100 kg/m³, 150 kg/m³, 供試体直径を 100mm と設定し、高さを 100mm, 150mm, 200mm に変化させた場合のベンダーエレメント試験結果である。固化材添加量 100, 150

キーワード: ベンダーエレメント法, セメント安定処理土, 測定手法

連絡先: 〒010-8502 秋田県秋田市手形学園町 1-1 TEL 018-889-2364

kg/m³において供試体高さは、せん断波速度 V_s に影響を及ぼしていないことが分かる。また、本稿には示していないが、固化材添加量 30 kg/m³ と 50 kg/m³ の場合においても供試体高さによるせん断波速度 V_s の養生日数に対する違いはみられなかった。

図-3 は、BE 間距離を 100 mm に固定し、供試体直径を変化させた場合、および土層実験における V_s と t の関係である。この図から、添加量が 150 kg/m³ のときに、僅かにばらつきがみられるものの、総じてせん断波速度 V_s は供試体直径の影響を受けないことが分かった。なお、BE 間距離の検討と同じで、固化材添加量を 30, 50 kg/m³ の場合においても同様の実験を行っているが、直径がせん断波速度 V_s に影響を及ぼさない。

図-4 は、ベンダーエレメント試験時の波形図である。左の図は養生時間が 1 時間、右は 24 時間のものであるが、送信された波を明瞭にとらえることができる受信波の第 1 波について、改良土の固化が進行するに伴い小さくなっていることが分かる。図-5 は、養生時間 7 日のものであるが、前述した傾向はさらに著しいものとなった。このことは、改良土の養生初期のものと 7 日以上のもので、第一波の読み間違いが発生する可能性を示唆するものである。

4. まとめ 本研究では、ベンダーエレメント試験の現場適応性について検討するために、BE 間距離、直径を変化させること、土層実験を行った。その結果、本実験条件において、せん断波速度は供試体直径や BE 間距離の影響を受けず、土層実験においてもその適用性が確認できた。さらに、改良土の固化未了の段階から 7 日程度では、波形計測時の受信第 1 波が小さくなっていくことが明らかとなった。

【謝辞】 本研究は(財)土科学センター財団の 2020 年研究助成を受けて実施したものです。また、固化材は宇部興産株式会社よりご提供頂いたものです。ここに記して謝意を表します。

【参考文献】 1) 桑野ら, ベンダーエレメント法を用いた弾性波測定による模型地盤内応力の推定, 生産研究, 64 巻 4 号 p. 623-627, 2012. 2) 荻野ら, ベンダーエレメント試験および繰返し載荷試験による泥炭のせん断弾性係数, 地盤工学ジャーナル, 4 巻 1 号 p. 125-133, 2009. 3) Marcos Arroyo, et al, Geotechnical Testing Journal, 33(6):1-10・November 2010. 4) 張ら, 安定処理土の弾性波速度測定システムの開発-弾性波速度の測定方法の検討, 日本大学術講演会, B-49, 2015. 5) 地盤工学会: 地盤材料試験の方法と解説, 地盤工学会。

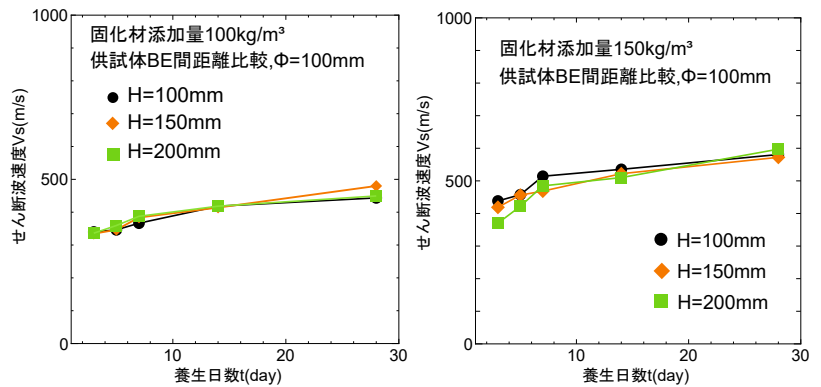


図-2 BE 間距離を変化させた場合のせん断波速度 V_s と養生日数 t の関係

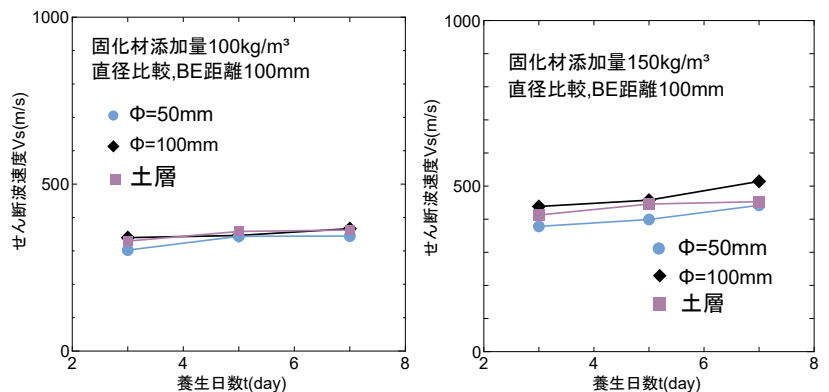


図-3 供試体直径を変化させた場合の V_s と t の関係

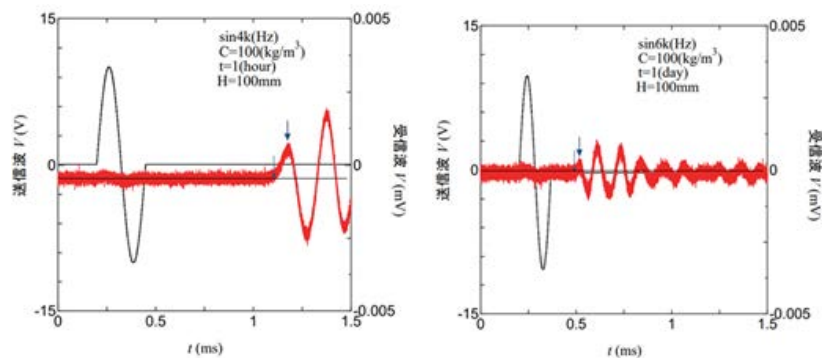


図-4 養生時間 1 時間 (左), 24 時間 (右) の V と t の関係

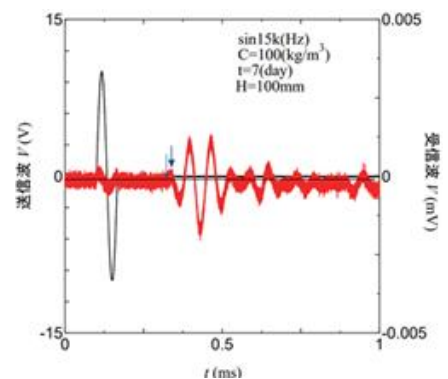


図-5 養生時間 7 日の V と t の関係