

高周波衝撃弾性波調査を応用した
高圧噴射攪拌工法の造成径計測システムの実証試験

東興ジオテック株式会社 正会員 ○大野 喜代孝
同上 堤 公平
同上 濱田 誠
同上 岡田 宙

1. はじめに

高圧噴射攪拌工法（ジェットグラウト工法）の施工において、地中の地盤切削状況をリアルタイムで把握することは、施工仕様の決定および出来形管理を効率的に行うための重要なテーマである。著者らは、改良予定範囲の端部付近に設置した計測管に高圧噴射体が接触した時に発生する衝撃弾性波を、高周波衝撃弾性波調査¹⁾の装置を用いて受信することにより、高圧噴射体の到達位置を確認する技術の開発を行った。その結果、高圧噴射体と計測管の接触により発生する衝撃弾性波の高周波領域を採取し分析することにより、高圧噴射体の改良範囲を把握できることが確認できた。

本稿では、高周波衝撃弾性波調査を応用した造成径計測システムの実証試験における計測結果について報告する。

2. 高周波衝撃弾性波調査を応用した計測システム

高周波衝撃弾性波調査とは、高周波衝撃弾性波法により、コンクリート構造物や鋼構造物、転石・浮石、岩盤等を破壊や掘削調査することなく、衝撃弾性波の伝播特性の変化を利用して、調査構造物の表面から地中部分の深さや大きさ等の形状寸法、内部の損傷や劣化の度合いを簡便に把握・評価・診断する非破壊調査手法である。

今回の実証試験は図-1 に示す計測システムで行った。システムは地盤中の改良予定範囲の端部に建て込んだ計測管、計測管上端部に取付ける受信センサー、受信センサーで受信した衝撃弾性波を表示・記録する管理装置からなる。管理装置および受信センサー取付け状況を図-2 に示す。

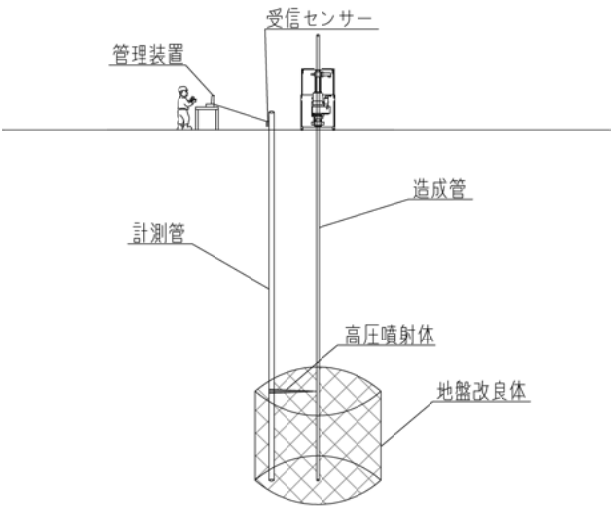


図-1 計測システムの概要

計測は、施工に先立ち改良予定範囲の端部に計測管をボーリングにより建込む。次に地盤改良の施工時は、計測管上部に取付けた受信センサーにより計測管と高圧噴射体との接触により発生する衝撃弾性波を採取し、計測値の経時変化を管理装置にて記録する。この計測データを地盤切削状況として評価する。



図-2 管理装置および受信センサー取付け状況

3. 実証試験における計測結果

実証試験での計測は、2本の回転数が異なる施工仕様の改良体で行った。改良体の施工仕様および計測管設置位置を表-1に示す。受信した高周波衝撃弾性波データの経時変化を図-3および図-4に示す。横軸に経過時間を、縦軸に受信した電圧を表示しており、一定周期で上下に反応している。この部分は、高圧噴射体が計測管に接触したことを示している。

表-1 施工仕様および計測管設置位置

No.	噴射仕様	回転数	予定改良径 (直径)	計測管位置 (中心からの距離)
1	1方向、揺動	4rpm (15s/周)	2.8m	r=1.2m
2	1方向、揺動	5rpm (12s/周)	2.8m	r=1.2m

今回施工した改良体は、揺動機構による造成方式のた

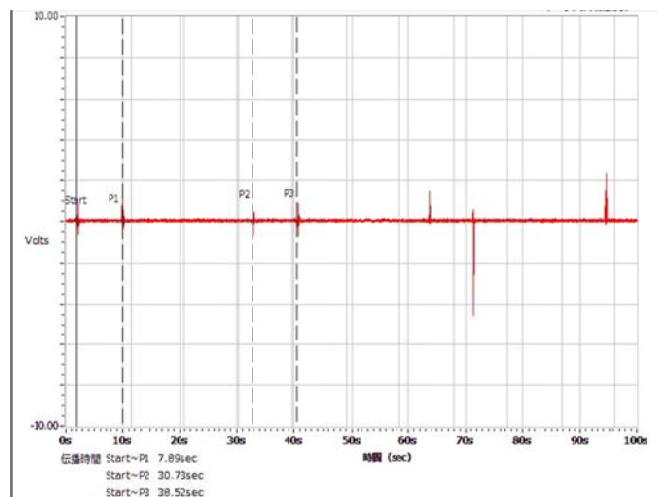


図-3 計測衝撃弾性波の経時変化(No.1:波形図)

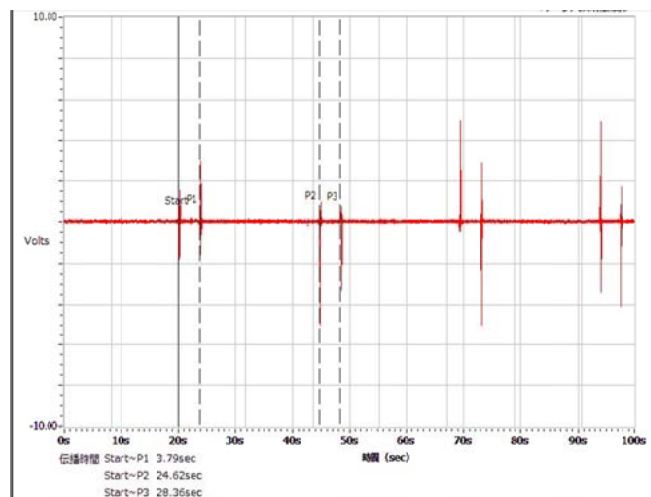


図-4 計測衝撃弾性波の経時変化(No.2:波形図)

め、高圧噴射体が計測管に接触する間隔は一定間隔にはならず、図-5に示すような周期を繰り返すことになる。図-3および図-5から計測された衝撃弾性波の周期が、揺動機構の周期と一致していることがわかった。

計測結果の測定誤差をまとめたものを表-2および表-3に示す。測定誤差は最大の値でも3.3%以下となる。高周波衝撃弾性波調査における誤差率 $\pm 5.0\%$ 以内²⁾であり、実施工での計測にも十分実用可能な精度を示していることがわかった。

次に出来形の確認状況を図-6に示す。改良体端部の欠損している箇所が、計測管を建て込んだ位置を示しており、衝撃弾性波が計測された場合、改良体出来形が計測管の外側まで達していることがわかった。

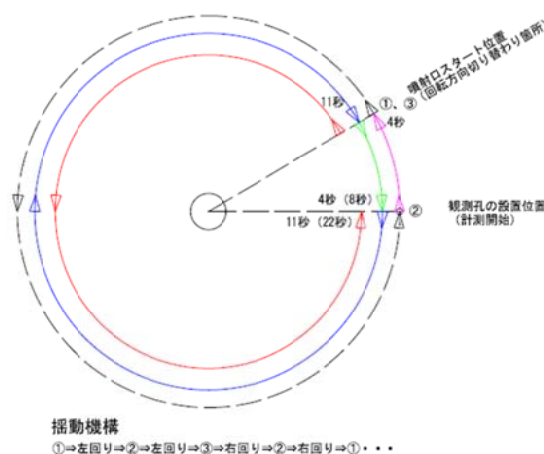


図-5 噴射口と計測位置の関係(揺動機構:No.1)

4. まとめ

高周波衝撃弾性波調査を応用した計測システムを用いることにより、高圧噴射体の地盤切削状況をリアルタイムに確認できることを実証できた。

今後、実現場において多くのデータを収集し、高圧噴射攪拌工法の出来形管理の精度および信頼性を高めるために本計測システムの確立を進めていきたい。

<参考文献>

- 1) 孫 建生, 塩月隆久, 永井哲夫, 池尻 健: コンクリート構造物非破壊探査システムの開発, 土木学会 第2回耐震補強・補修技術, 耐震診断技術に関するシンポジウム講演論文集, pp.211~216, 1997.7.
- 2) 塩月隆久, 孫 建生, 古川浩平: 高周波衝撃弾性波法による転石根入れ長さ探査, 土木学会論文集 No.680/III-55, pp.141~153, 2001.6.



図-6 出来形確認状況(No.1, No.2)

表-2 計測結果(No.1)

x軸:100s設定	P1	P2	P3	*	*	*	備 考
測定時間(s)	7.82	30.57	38.45	61.10	68.99		波形図1.1
噴射間隔(s)	7.82	22.75	7.88	22.65	7.89		
測定時間(s)	7.89	30.73	38.52	61.48	69.29	92.16	波形図1.2
噴射間隔(s)	7.89	22.84	7.79	22.96	7.81	22.87	
測定時間(s)	7.82	30.81	38.52	61.41	69.37	92.18	波形図1.3
噴射間隔(s)	7.82	22.99	7.71	22.89	7.96	22.81	
測定時間(s)	7.82	30.65	38.40	61.41	69.18	92.12	波形図1.4
噴射間隔(s)	7.82	22.83	7.75	23.01	7.77	22.94	
測定時間(s)	7.89	30.71	38.55	61.46	69.26		波形図1.5
噴射間隔(s)	7.89	22.82	7.84	22.91	7.80		
平均値(s)	7.85	22.85	7.79	22.88	7.85	22.87	
標準偏差(s)	0.03	0.08	0.06	0.12	0.07	0.05	
測定誤差(%)	0.38	0.35	0.77	0.52	0.89	0.22	

表-3 計測結果(No.2)

x軸:100s設定	P1	P2	P3	*	*	*	*	備 考
測定時間(s)	3.68	24.46	28.20	49.06	52.75	73.62	77.13	波形図2.1
噴射間隔(s)	3.68	20.78	3.74	20.86	3.69	20.87	3.51	
測定時間(s)	3.81	24.63	28.20	49.18	52.85	73.59	77.40	波形図2.2
噴射間隔(s)	3.81	20.82	3.57	20.98	3.67	20.74	3.81	
測定時間(s)	3.79	24.61	28.36	49.14	52.95	73.78	77.46	波形図2.3
噴射間隔(s)	3.79	20.82	3.75	20.78	3.81	20.83	3.68	
測定時間(s)	3.74	24.52	28.12	49.00	52.63	73.48	77.05	波形図2.4
噴射間隔(s)	3.74	20.78	3.60	20.88	3.63	20.85	3.57	
測定時間(s)	3.84	24.63	28.29	49.18	52.97	73.80	77.62	波形図2.5
噴射間隔(s)	3.84	20.79	3.66	20.89	3.79	20.83	3.82	
平均値(s)	3.78	20.80	3.68	20.88	3.74	20.82	3.71	
標準偏差(s)	0.06	0.02	0.07	0.06	0.07	0.04	0.12	
測定誤差(%)	1.59	0.10	1.90	0.29	1.87	0.19	3.24	