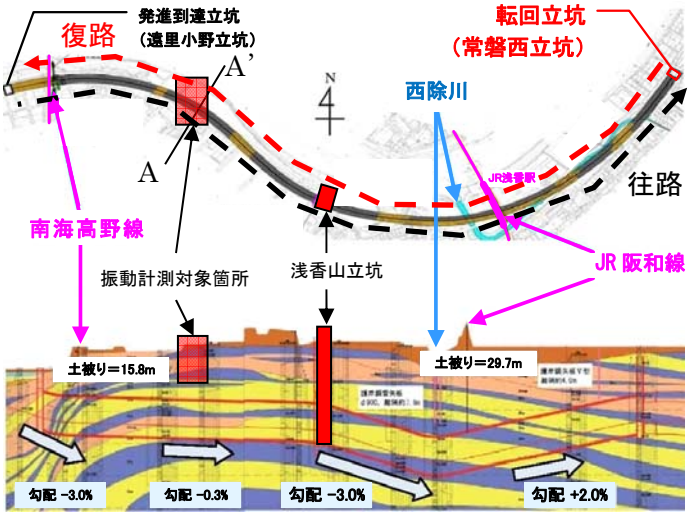
シールドトンネル掘削時の振動低減実績

鹿島建設(株)　正会員　○佐藤一成　紀伊吉隆　岡本道孝
阪神高速道路(株)　渡辺真介　松川直史

１．はじめに

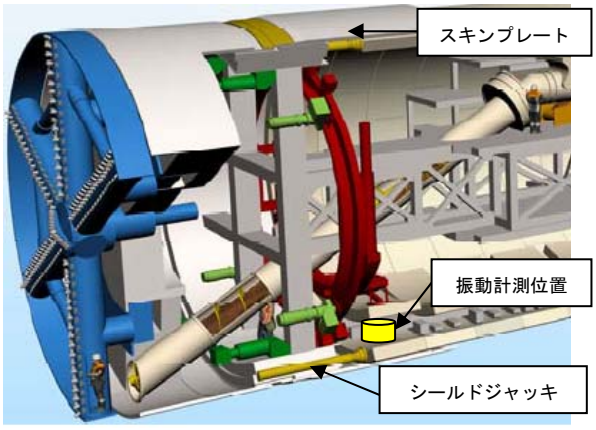
阪神高速道路大和川線のシールドトンネル工事では、セグメント外径 12.23m、延長約 2km の 2 本の道路トンネルを 1 台のシールドマシンで掘削する。**図－1** に路線概要図を示す。土被り厚さは 15～30m で、主として N 値 50 以上の硬質な洪積砂礫層を掘進するが、往路の施工時にトンネルからの水平離隔距離が約 20m の民家で、トンネル掘削に伴う振動の伝播事象が確認された。そのため、復路の施工時には、シールドマシンが発する振動を、切羽に最も近いセグメント上でリアルタイムに計測し、その状況に応じてマシンの姿勢修正を行うことで、地表面に伝播する振動の低減を試みた。本報文では、その実績について報告する。



図－1　路線概要図（上：平面、下：縦断）

２．振動発生原因と対処方法

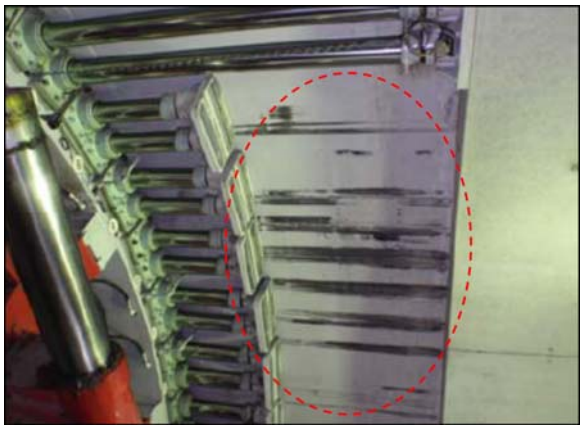
掘進中の振動計測の結果、1 リング（L=2000mm）の掘進の後半に掘削振動が大きくなることが確認された。この現象は、掘削中に生じるマシンの僅かな回転のため、本来接触するはずのないマシンのシールドジャッキとスキンプレート（**図－2**）が接触し、両者が擦れて生じることを確認した（**図－3**）。そこで、マシンの振動が一定の値を超過した際には、マシンの姿勢を修正してシールドジャッキとスキンプレートの接触を取り除くよう対処した。



図－2　シールドマシンの概要

３．事前振動計測

マシンの姿勢修正を開始する振動管理値を定めるために、振動計測を実施した。振動計測ではマシンに最も近い位置のセグメント上の振動計（**図－2**）に加え、地表面に 5 台の振動計を設置した。地表面の振動計はトンネルに直行する断面方向にトンネル中心ならびに中心から離隔 10m ピッチで設置した（**図－4**）。1 リングを掘進中の振動計測結果を**図－5** に示す。掘進区間 0～1500mm の範囲における振動の発生は僅かであり、地表面における振動レベルも振動規制法の規制値（55dB）を下回っていることから、



図－3　スキンプレートとシールドジャッキの摩擦痕

キーワード　シールド工法、地盤振動
連絡先　〒182-0036　東京都調布市飛田給 2-19-1　鹿島建設(株)技術研究所　TEL042-485-1111（代表）

この掘進区間での対策は不要と判断した。振動のピーク値は掘進区間 1700mm 付近で発生しており、地表面で 44.8～48dB に達した。その後、マシンの姿勢を修正してシールドジャッキとスキンプレートの接触を取り除いたことにより、振動が急速に低下するとともに、これが地表面に伝播する振動の低減にも有効なことを確認した。**表－1** に地表面と坑内の振動レベルの差を示す。ピーク値での振動レベルの差は離隔 10m で 11.0dB、離隔 20m で 14.2dB であった。

4．掘削振動の管理方針

(1) 地表面振動の低減目標値

振動規制法では、夜間に操業する工場に対して、敷地境界で振動レベルを 55dB[1]以下とするように定められている。この値はおよそ 1 割の人間が感じる振動とされているが [2]、ここでは工事域周辺環境の維持に万全を尽くすべく、地表面における振動レベルを 45dB 以下に維持する方針とした。

(2) 管理値の設定

シールド工事は振動源が常に移動し、地表面に振動計を設置できない場合もある。そのため、マシン直近のセグメント上での振動計測値によって地表面に伝播する振動を管理することとし、上述した振動計測結果から、坑内振動の管理値を定めた。**表－1** の結果から、地表面振動を 45dB 以下に維持するため、坑内振動レベルが 55dB に達した際にマシンの姿勢修正を開始することとした。

5．対策結果

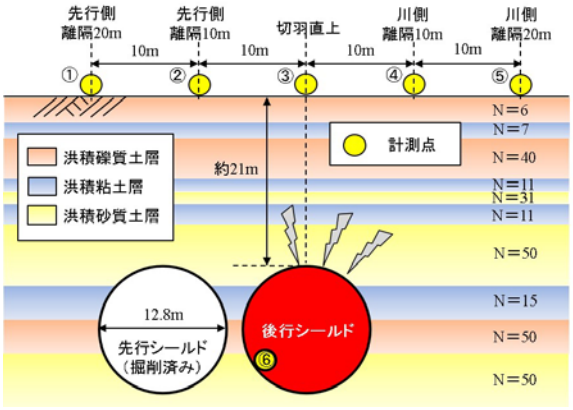
図－6 および **表－2** に対策後の地表面振動と坑内振動の測定結果を示す。坑内振動を 55dB 以下に抑えることで、地表面に伝播する振動レベルを 45dB 以下に維持することができた。

6．おわりに

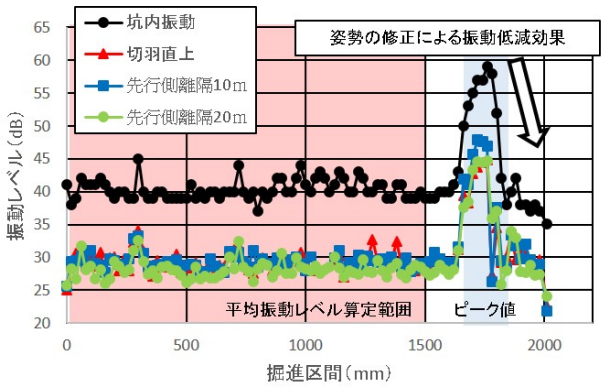
シールドトンネルの掘削中の振動が地表に及ぼす影響を確認するとともに、その対策効果を定量的に評価した。本件のような計測事例を積み重ね、建設工事に伴う環境負荷の低減に努めたい。

参考文献

1) 環境省 HP,
http://www.env.go.jp/hourei/08/000009.html, 2017.3.
2) 環境省 HP,
http://www.env.go.jp/air/sindo/const_guide/, 2017.3.



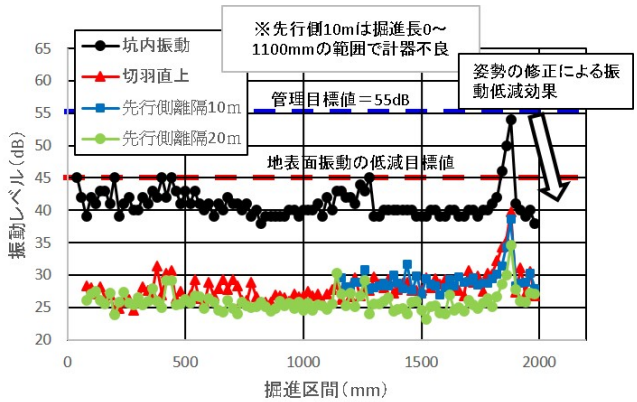
図－4 振動計測状況（A-A’ 断面）



図－5 事前振動レベル測定結果

表－1 事前振動レベル測定結果一覧

	⑥坑内振動	①地表振動 離隔 20m	②地表振動 離隔 10m	③地表振動 切羽直上
平均振動レベル (掘進区間 0 ㎜～1500 ㎜)	41.6dB	28.2dB	29.2dB	29.2dB
坑内振動レベルとの差 (平均振動レベル)	0dB	-13.4dB	-12.4dB	-12.4dB
ピーク値	59dB	44.8dB	48.0dB	44.8dB
坑内振動レベルとの差 (ピーク値)	0dB	-14.2dB	-11.0dB	-14.2dB



図－6 対策後振動レベル測定結果

表－2 対策後振動レベル測定結果一覧

	⑥坑内振動	①地表振動 離隔 20m	②地表振動 離隔 10m	③地表振動 切羽直上
平均振動レベル (掘進区間 0 ㎜～1500 ㎜)	40.9dB	25.8dB	28.8dB	27.3dB
坑内振動レベルとの差 (平均振動レベル)	0dB	-15.1dB	-12.1dB	-13.5dB
ピーク値	54.0dB	34.6dB	38.6dB	39.8dB
坑内振動レベルとの差 (ピーク値)	0dB	-19.4dB	-15.4dB	-14.2dB