

供用路線に近接した硬質岩盤分布箇所における深礎杭の施工方法

中日本高速道路株式会社 岐阜工事事務所 正会員 ○生駒 聖
中日本高速道路株式会社 岐阜工事事務所 正会員 尾林 利和
中日本高速道路株式会社 岐阜工事事務所 正会員 稲垣 太浩

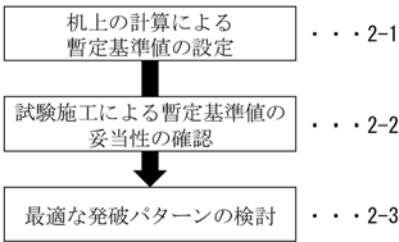
1 章 背景・目的

中日本高速道路株式会社 岐阜工事事務所は、東海環状自動車道土岐 JCT～美濃加茂 IC 間の約 10 km を 4 車線化する事業（以下、本事業区間）を担当している。可児御嵩 IC から土岐方面への約 6 km 区間は、2018 年に事業化され、工事の最盛期を迎えている。また、2020 年に事業化された約 4 km は、道路・橋梁・トンネルに係る設計業務を進めている。

本事業区間における大須ヶ洞第三橋の諸元を表-1 に示す。大須ヶ洞第三橋の下部工工事（以下、本工事）で施工する橋脚は、基礎の構造形式として大口径深礎が採用されており、施工箇所は硬質な岩盤が分布していることから、発破による岩の破砕が必要である。しかしながら、本工事の深礎杭施工箇所は供用中である I 期線補強土壁（以下、補強土壁）との水平距離が最小で 1m 程度であり、このような近接条件下で発破施工をした事例はない（図-1）。上記を踏まえ、本稿では、供用路線と近接した状況下において振動速度が遅い非火薬材を用いた方法を採用した検討結果を報告する。

2 章 試験施工

本工事では、供用路線の安全を確保しつつ発破施工をするため、以下に示すフローで施工を進めることとした。



2-1 暫定基準値の設定

暫定基準値は、トンネルの近接施工に関する文献¹⁾の中で、動的挙動による既設トンネルへの許容値の中で最も安全側である振動速度 2 kine 以下と定めた。

2-2 試験施工

2-1 で定めた暫定基準値の妥当性を確認するため、図-2 に示す P2 橋脚深礎杭の上部にて試験施工を実施した。試験施工の発破パターンは、式-1 を用いて補強土壁基礎部の振動速度

表-1 大須ヶ洞第三橋の諸元

橋長	295m
有効幅員	10.75m
形式	PC単純箱桁+PC8径間連続2主版桁橋
下部工および基礎工	・逆T式橋台2基 (深礎杭φ=2.5m, L=6.5m～10.5m) ・柱式橋脚8基 (大口径深礎φ6.0m～8.0m, L=8.5m～18.0m)

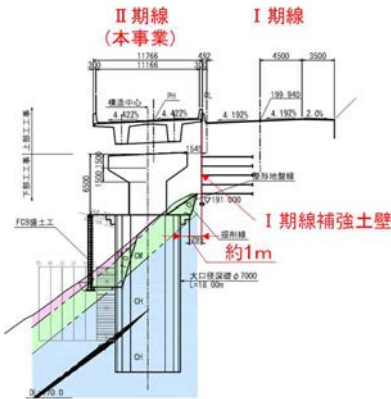
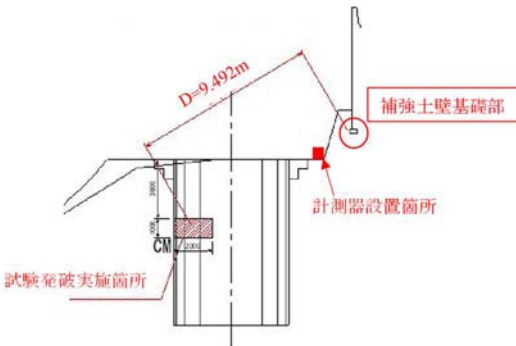


図-1 大須ヶ洞第三橋の横断面図 (P3 橋脚を代表)



(a)平面図



(b)横断面図

図-2 試験発破実施箇所の位置図

キーワード 高速道路、四車線化、近接施工、深礎杭、発破
連絡先 〒500-8842 岐阜県岐阜市金町 4 丁目 30 番 明治安田生命岐阜金町ビル 5F
中日本高速道路株式会社 名古屋支社 岐阜工事事務所 可児工事区 TEL058-267-5091

を算出し、暫定基準値を満足する発破パターンを検討し、結果を表-2 に示す。

発破振動予測式； $V = K \times W^{0.75} \times D^{-2}$ ・・・式-1

V：振動速度（cm/sec）

K：発破条件や岩盤特性によって変化する係数

W：段当たりの薬量（kg）

D：発破場所からの距離（m）

通常の火薬材を使用した場合、振動速度を 2 kine 以下に収めることが不可能であったため、火薬材より振動速度を低減できる非火薬材を採用し、試験施工をした。試験施工時には、図-2 に示す計測器で振動速度を計測し、式-1 から逆算して補強土壁基礎部における振動速度を算出した。また、あわせて目視調査で変位の有無を調べた。表-3 に試験施工時に発生した振動速度の実測値を示す。供用路線基礎部の振動速度は、計算値芯抜き 1.03 kine、払い 0.835 kine に対して、実測値からは芯抜き 1.194 kine、払い 1.517 kine と大きな値を示したが、暫定基準値 2 kine を満足した。試験発破前後の目視調査で異常や有意な変位はなく、暫定基準値は供用路線の補強土壁の安全確保という観点で妥当であると評価された。また、試験施工の結果から本施工で用いる非火薬材の K 値は芯抜きで 94、払いで 71 となった。

2-3 最適な発破方法の検討

次に、非火薬材は火薬材と比較して高価であることを加味し、経済性を考慮した発破方法を検討した。

試験施工にて本現場の K 値が決定したため、発破による振動速度は発破場所からの距離で決まる。式-1 を用いて、パターン A～D の振動速度が 2 kine となる距離を算出して図示した（図-3）。本現場において、パターン A は、2 kine 以下の振動速度となる施工箇所はないものの、深礎杭の施工が進み、発破箇所からの距離が大きくなると、火薬材を用いた制御発破で振動速度 2 kine 以下となる箇所があることが示された。図-3 の発破パターンの分類に従って、振動速度を計測しながら発破を実施した結果、いずれのパターンについても振動速度 2 kine 以下を満足し、岩の破砕が可能であった。したがって今後は、供用路線と発破施工箇所の距離に応じてケース B～D の 3 つの方法を使い分けることで近接条件下の深礎杭の施工を進めていく計画である。

3. まとめ

本工事では、試験施工を通じて 2 kine 以下という基準値の妥当性を確認し、補強土壁と発破施工箇所の距離に応じて非火薬材と火薬材を使い分けることで施工性を維持しつつ、経済的に深礎杭の施工を進めている。今後、高速道路の 4 車線化事業が進められていく中で、供用路線に近接した状況下で発破を行う状況に面した際に、本報告が施工方法を検討する上で参考となることを期待する。

参考文献

- 1)中日本高速道路株式会社：平成 28 年 8 月 設計要領第三集 トンネル 保全編
- 2)日本火薬工業会：あんな発破こんな発破，平成 14 年 3 月

表-2 発破パターンが補強土壁に与える影響検討結果

パターン	予想K値		装薬量 (kg)		予測振動速度 (kine)		検討結果
	芯抜き	払い	芯抜き	払い	芯抜き	払い	
A 通常発破 1.0m掘進	700*	350*	1.60	1.80	11.4	7.69	×
B 制御発破 1.0m掘進			0.4	0.6	4.01	2.71	×
C 制御発破 0.5m掘進			0.2	0.2	2.39	1.19	×
D 非火薬材 1.0掘進	79	39	1.20	2.40	1.03	0.835	○

*トンネル発破において予想される K 値の中間程度の値を採用 2)

表-3 振動速度の実測値および本現場の K 値

	計測箇所での 実測振動速度 (kine)	補強土壁基礎での 振動速度 (kine)	実測K値
芯抜き	2.2	1.194	94
払い	2.8	1.517	71

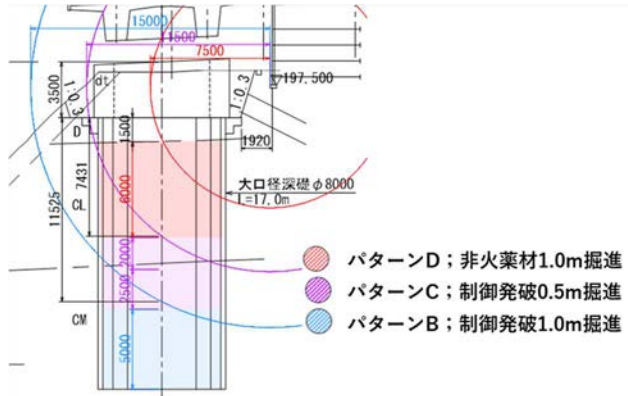


図-3 発破パターンの区分図