

寛永寺橋アンダーピニングの施工記録

Underpinning of the Kaneiji Bridge

国見 一夫*
Kazuo Kunimi

秋山 和雄**
Kazuo Akiyama

瀬尾 貞甚***
Teijin Seo

要 約

東北新幹線上野第一トンネル建設工事において、シールド工法で寛永寺橋の下を通過する際、既設の橋脚および橋台基礎のベントぐいを切断除去しながら掘り進むため、予じめ橋脚および橋台を受替えておく必要があった。これに対処するため大規模なアンダーピニング工事を行った。

各橋脚および橋台箇所を開削工法でGL-7mまで掘削し、その盤で受替用基礎ぐいを深礎工法で施工し、その上に受替スラブを作って既設スラブを受替した。

目 次

- § 1. まえがき
- § 2. 工事概要
- § 3. 基本構造
- § 4. 施工記録
- § 5. あとがき

§ 1. まえがき

東北新幹線工事は、大宮以北の工事が、ほぼ完成し、昭和57年6月の大宮始発開業が決定している。現在、上野一日暮里間に於いても、昭和59年度の開業をめざして工事の最盛期を迎えている。このうち、当社は根岸地区において、寛永寺橋の受替工事と世界最大級の大断面シールドトンネル（シールド外径φ12.82m）工事を担当している。

シールド工事については、シールド機の現場組立を開始したばかりであり、掘進は、5月頃からの予定である。従って、ここではシールド工事の報告は、次回にゆずり、本稿では、アンダーピニング工事について報告する。

本工事の特徴は

1. 交通量の多い幹線道路（言問通り）上の工事である

2. 寛永寺陸橋下の工事で、作業空頭が低く、また、作業スペースも狭い
3. 下町商店街と住居地区に面し、騒音、振動対策の他、営業保全対策が必要
4. 大深度の深礎ぐい工事
5. 地中に障害物が多い
6. 既設構造物の変状管理が重要である等である。



Photo-1 現場全景
General site view

* 関東(支)根岸(出)
** 関東(支)根岸(出)副所長
*** 関東(支)根岸(出)所長

§ 2. 工事概要

2-1 工事概要

工事件名：寛永寺橋受替他

工 期：自 昭和54年 4月16日

至 昭和57年 6月24日

主要工事：橋台2基，橋脚6基及び盛土部受替の他，
貯水槽及び立坑の構築。

主要数量：土留，中間ぐい 700本
(H-400 $l=8.0m\sim36.0m$)

路面覆工 3,500 m^3

掘さく 38,000 m^3

(深さ $l=6.0m\sim33.0m$)

薬液注入 7,800 m^3

深礎ぐい 55本
(径2.0m \sim 3.0m，長さ20.0m \sim 32.0m)

受替スラブ 8,200 m^3
(厚さ2.5m \sim 3.0m)

貯水槽，立坑の構築 1式

2-2 路線

上野地下駅を出発した東北新幹線は，Fig.-1のルートに従い，路下をシールド工法で進み，日暮里駅で地上に出る。

当社はこのうち，寛永寺橋受替工事と寛永寺立坑から，日暮里立坑までのシールド工事(約470m)を担当する。

2-3 アンダーピニング計画概要

アンダーピニングの計画縦横断面図をFig.-2に示す。径2.0m \sim 2.6m長さ約30mの深礎ぐいと厚さ2.5m \sim 3.0

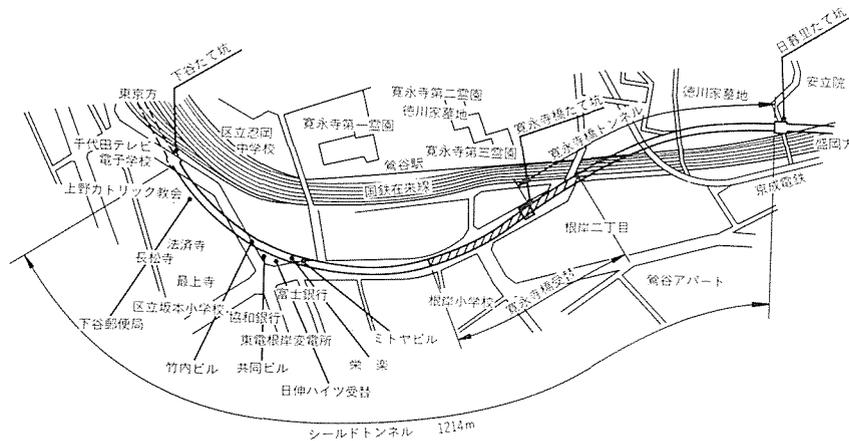


Fig-1 路線平面図
Route plan

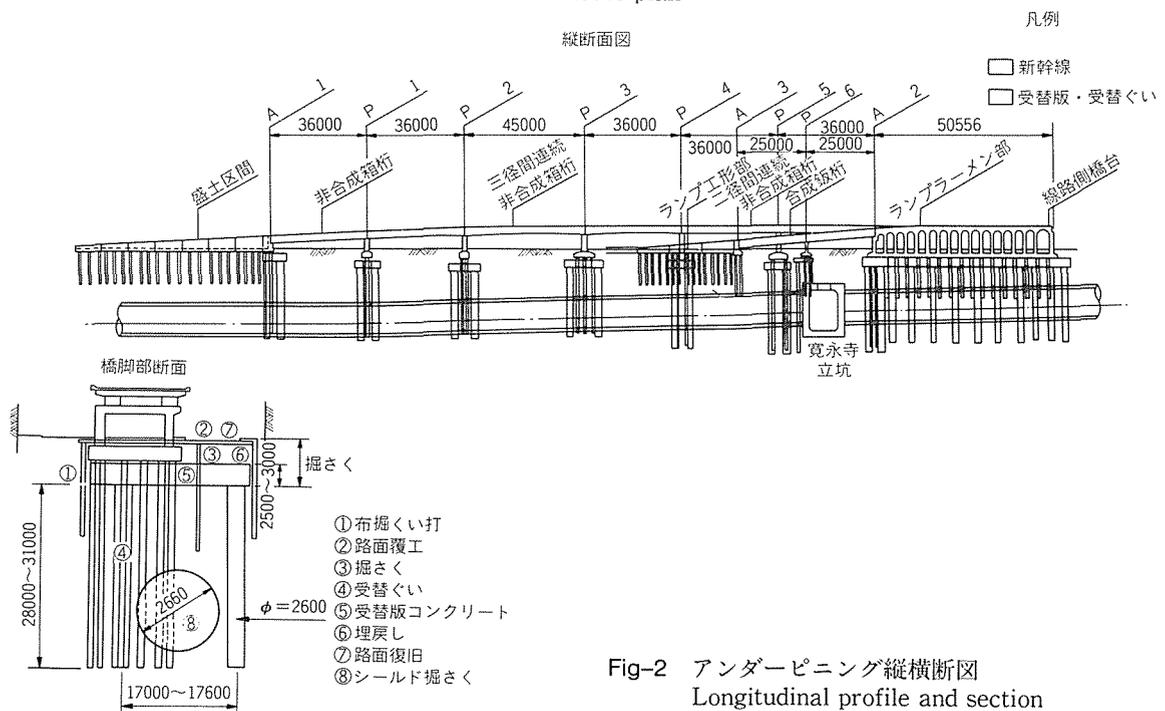


Fig-2 アンダーピニング縦横断面図
Longitudinal profile and section

mの受替スラブで既設橋脚（または橋台）を受ける構造である。

2-4 地質概要

本地域は、浅草伏在台地に位置する。表部1m~5mの盛土の下は全て洪積層である。洪積層は、上から武蔵野相当層、東京層、東京礫層の順にほぼ水平に堆積している。武蔵野相当層は、武蔵野礫層とその上部にある通称「山の手砂層」と呼ばれる粗砂から成り、海退時に発達した広域段丘礫層である。東京層は、水平かつ連続性のよい砂層と粘土層から成り、上部は砂層が優勢で、下部は粘性土が主体である。砂層と粘土層は、Fig.-7のように交互に相当入り組んでいる。T.P.-26m~-30mのところ、東京礫層に達する東京層は、非常に連続性がよく、ほぼ水平に発達する。層厚は、若干バラツキがあるが、東京周辺地盤の鍵層として地層区分に用いられている。礫は、径30~70mmの円礫を主体にマトリックスは粗砂である。

§ 3. 基本構造

上野駅部を出て日暮里に向う新幹線の路線は、寛永寺橋の下をシールドで通過する。その際、既設のベントぐいを切断除去しながら掘り進む。このため、シールドの通過に先だち、予め橋脚および橋台を受替えておく必要がある。

アンダーピニング部の構造は基本的には、くいと受替スラブで構成されるFig.-3のようなものである。受替ぐいは、地質だけから判断すると、リバースぐいでも施工可能であるが、作業空間の関係から、深礎ぐいでしか施工できない場所が多いため、構造を統一して深礎ぐいで設計された。

受替スラブと既設フーチングの間には無収縮モルタルを注入し、荷重の伝達をはかる。

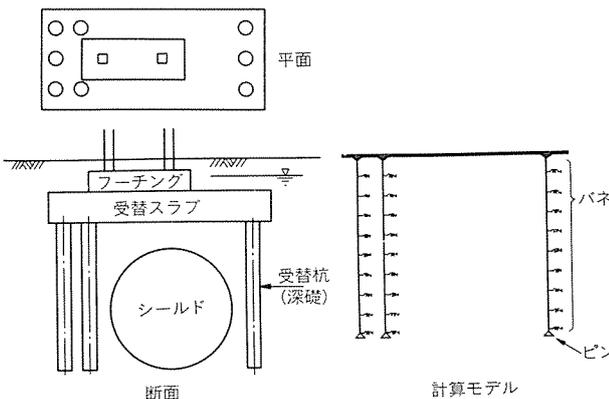


Fig-3 アンダーピニング基本構造
Typical section

施工時の安全性については、Fig.-4(1)のようにフーチングを切梁で支持し、切梁反力を土留ぐいの背面土圧で抵抗するものと考え、Fig.-4(2)のモデルでベントぐいの座屈及び橋脚の安全性を検討した。

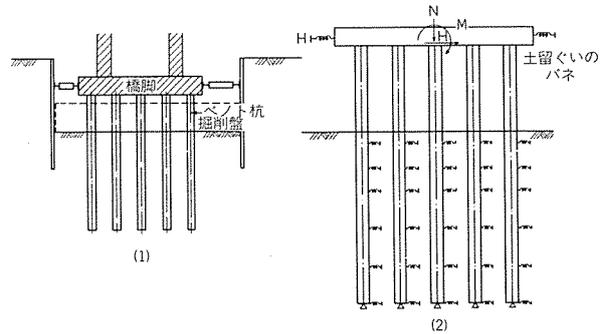


Fig-4 施工時の検討
Typical section under excavation

§ 4. 施工記録

4-1 布掘、路面覆工

工事に先だち、埋設物確認のため試掘を行った。支障となる埋設物については、切廻しを行い、くい打のための布掘を施工した。

布掘施工の問題点は、地元住民に対する舗装こわし作業の騒音対策と、仮覆工上を通過する通行車輛の振動対策であった。

騒音については、

①周辺住民への影響が大きい夜間作業はさげ、極力昼間施工とする

②舗装こわし工法の工夫を行う

ことにした。

①については、警視庁に作業環境及び地元感情をよく説明し、交通量が多いにもかかわらず、車線制限等の許可を得て、昼間施工を行った。

②については、低騒音カッターにより舗装を30cm~50cmのサイコロ状の小割りにし、原則としてブレーカを使用しない工法とした。その他、コンプレッサは防音パネルで囲い、作業箇所は移動式防音板を使用する等の工夫によって進捗できた。

振動については、車輛走行時の仮覆工板のバタツキによる振動が問題となった。布掘両肩部(段掘り部)にゴム板を敷いたり種々対策を行ったが、不等沈下が大きい等の理由で効果がなかった。結局、不陸修正、舗装のすりつけ、覆工板の溶接によるバタツキの防止等をこまめにくり返して対処した。

路面覆工についても、布掘と同様の考え方で施工した。

一部夜間交通止で施工しなければならない箇所があったが、その場合でも舗装こわしは、昼間車線制限をして施工するようにした。

4-2 土留くい打

くい打作業は、①寛永寺橋下での作業のため作業空頭が十分に取れない(約4.5~6.0m)、②道路の通行車線を制限しながら狭い作業帯(約3m)で作業しなければならない、③騒音振動を極力抑える必要があるという理由でBH工法を採用、しかも作業空間が狭いということでFig-5に示す特殊な櫓を製作して作業にあたった。

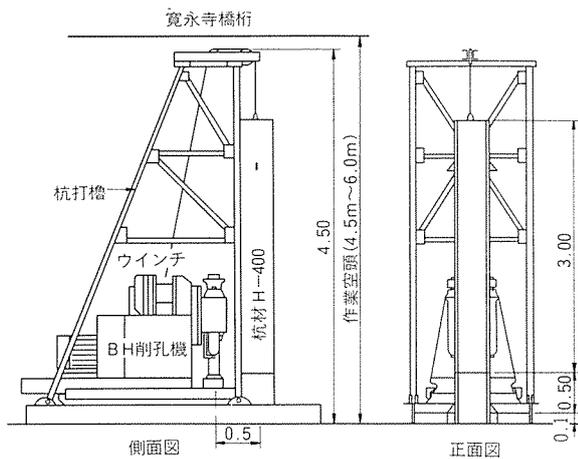


Fig-5 BH くい杭打櫓
BH pile driving machine

施工途中、一部のくいで、逸泥現象とともに三翼ビットでは削孔不可能な障害物に遭遇した。調べてみると昔の寛永寺坂の石横らしいという事で、種々検討を行った。その結果、逸泥に対しては、セメントベントナイト液の先行注入、障害物に対しては、コンポジットメタルを溶着したコアチューブ (Fig-6) を採用した。セメントベントナイトの注入に10日、削孔速度は他の部分の3倍(1.0m/h)を要したかなんとか施工できた。

なお、プラントは防音パネルで囲み、周囲への影響を最小限に抑えた。

4-3 掘さく

既設フーチングの下を深さ約3m (GLから約7m)まで既設ベントぐいの間を縫いながら、掘り進める作業である。また、掘さく箇所は、各橋脚毎に独立していて、一箇所当りの掘さく量は1,000~1,500m³と少ない。

(Photo-2)。

施工上の要点は、

- ①掘さく作業の能率化
 - ②礫出しの効率化
- である。

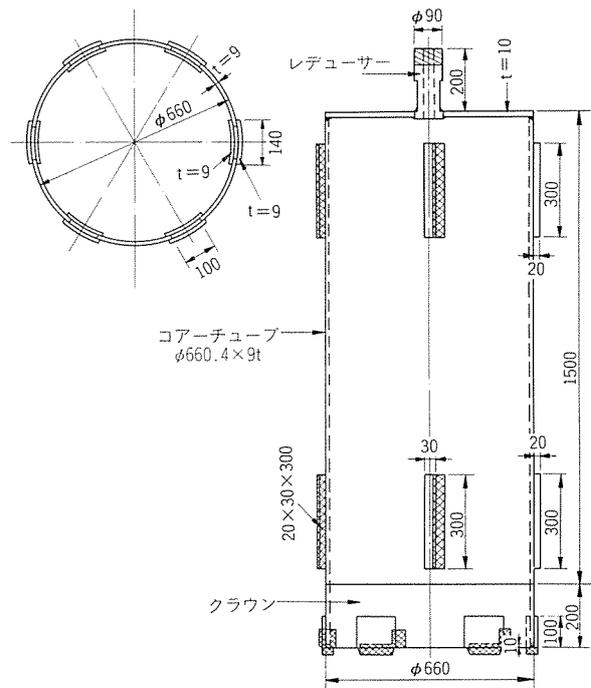


Fig-6 コンポジットメタル付コアチューブ
Core tube with composite metal



Photo-2 掘さく状況
Excavation under basement

①については、機械化を重点に、ショートリーチ、ミニバックホー等を極力使用するようにしたが、作業箇所が小刻みのため、十分な能率は得られなかった。

②については、主としてベルトコンベアとグラブリフタの組合せて施工した。

土留は親ぐい、横矢板工法であるが、親ぐいの間に横矢板を覆う土留コンクリートを打設した。これにより、土留工全体の剛性が向上して、振動発生量の低減および建物変状の防止、また、止水性向上により漏水対策に非常に効果があった。

また、道路交通に供用しながら、フーチングの下をすかし掘りするため、橋の変状には十分に気を遣った。水

盛式沈下計等によって、沈下、傾斜を自動計測し、事務所には警報装置を設けて管理した他、レベル測量を行うことによって、危険予知に当たった。

支保工については、設計上興味深い考えが見られる。それは、施工時の比較的大きい橋梁地震荷重を露出フーチング→支保工→土留ぐいと言う順序で夫々力の媒体として地盤に受けもたすという考え方である。このため、7m位の掘さく深さであるにもかかわらず、支保工、土留ぐいの主要材は、H-400を使用した。

4-4 薬液注入

深礎掘さくのため、中間砂層に対しては、補助工法として、薬液注入を施工した(Fig.-7)、周囲の状況から、水位低下工法が難しいためである。

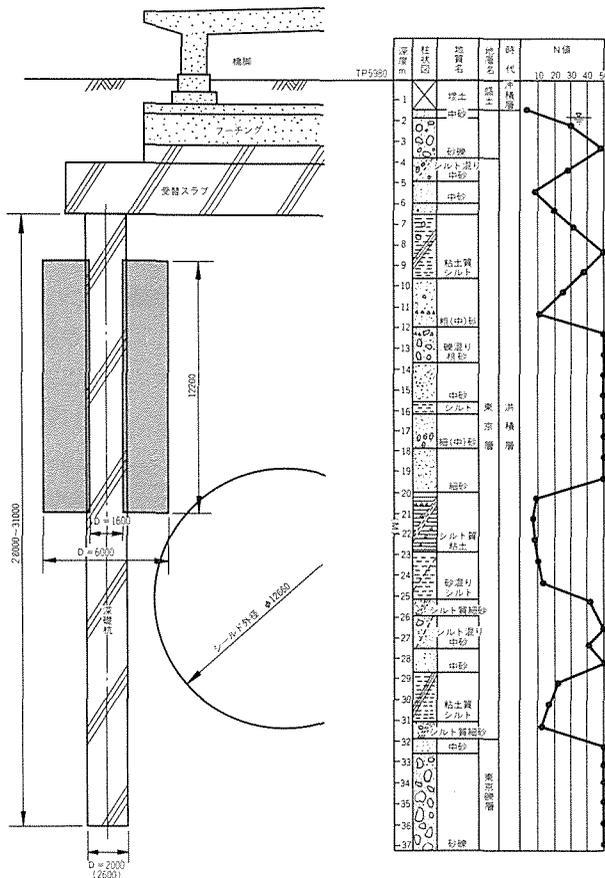


Fig-7 深礎防護薬液注入施工範囲
Chemical grouting for underpinning pile

Table-1 深礎防護用注入仕様
Property of chemical grouting

	MT工法	DDS工法
注入率	40%	
注入ステップ	25cm ~ 1m	25cm
吐出量	16~20ℓ/min	
ゲルタイム	5~12秒	
使用薬液	水ガラス系	
	エルン・ガンマー・ワン-II	クリーンロック2号

改良範囲内に効果的な注入をし、周辺への影響をなくすため、二重管瞬結によるMT工法とDDS工法を採用した。注入率、その他の概要はTable-1のとおりである。

中砂層及び地層境で、若干効果が少ない様子であったが、深礎を掘さくする過程では、一部湧水はあったものの、大きな問題はなかった。

なお、注入ゾーンの上部は、粘性土でカバーロックされているため、地盤の隆起及び既設構造物の変状を観測しながら、施工する必要があり、ゲルタイムの調整等て変位を抑えながら施工した。

4-5 深礎工

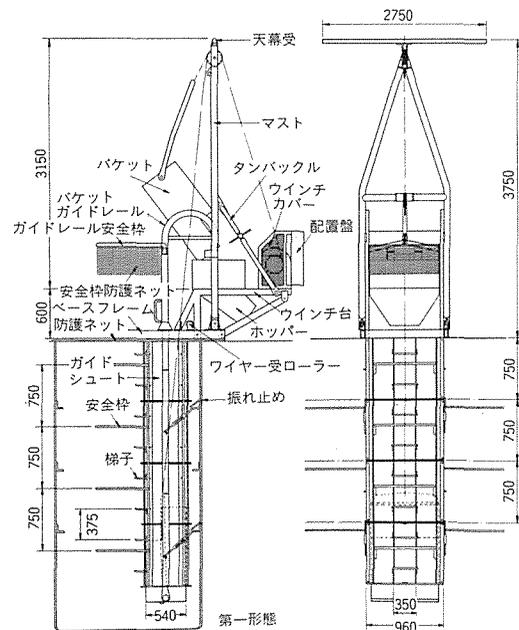
基礎ぐいとしては、深礎が採用された。主な理由は、

- 1.作業空頭が4~5mしかないこと。
- 2.周囲にベトぐいが林立し、スペースが狭いこと。
- 3.既設ベトぐいを取りこわしながら、ぐいを施工する必要がある。

などによる。

橋脚1基当り2,000tf程度の上部荷重の他、スラブ自重1,000~2,000tf等も負担するため、ぐい先端は、東京礫層まで貫入させる必要があり、深礎ぐい長は約30m、深礎径2.0m~2.6mとなっている。

飛来、墜落災害の危険の多い作業のため、現場としては、施工の安全を期して、従来の三又、バケット吊りではなく、Fig.-8のようなリフト(備建リフト)を採用し



- ①土砂の搬出に
- ②ガイドシュート形成及び堅坑形成に必要な資材の搬入、搬出に。
- ③その他の資材の搬入、搬出に。

Fig-8 備建リフト図
Plan of excavation lift for deep shaft



Photo-5 連続地中壁掘削機
Feature of earth wall excavation under bridge

土留壁は、連続地中壁を主体とし、連続地中壁施工のための作業スペースがない箇所については、柱列ぐいを施工した。連続地中壁工法としては、作業環境、施工精度等を考慮して、BW方式とし、5580型の櫓を縮めて施工することにした(Photo-5)。鉄筋籠は、場内に加工場が設けられないため、場外加工場で加工することにした。そのため、道路上をトラック輸送する必要が生じ、この関係から、エレメント長は2.7mとした(Fig.-10)。鉄筋籠の吊り込みは、75tf吊トラッククレーンにより長さ4mづつ継ぎながら行った。1エレメントのサイクルタイムはFig.-11のとおりであった。

4-8 解体工

当工事では、付帯作業として、コンクリート取りこわ

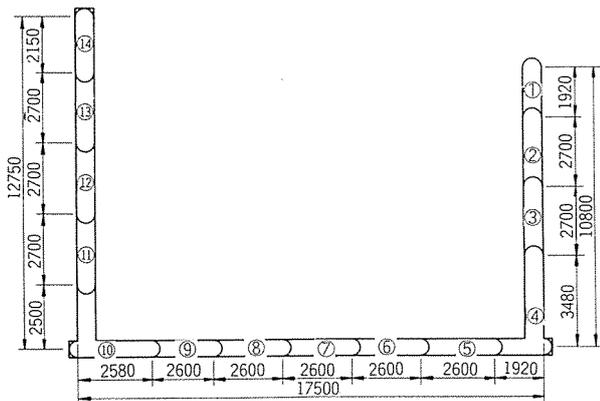


Fig-10 エレメント割付図
Construction sequence of diaphragm wall elements

項目	日	1日目	2日目	3日目	
1 掘付準備	○				4
2 掘削	○	○			30
3 第1回目掃溝			○		2
4 溝壁測定			○		2
5 ロッキングパイプ建込			○	○	6
6 鉄筋籠建込			○	○	14
7 トレミー管建込				○	2
8 第2回目掃溝				○	2
9 コンクリート打設				○	5
10 ロッキングパイプ引抜				○	3
11 片付清掃				○	2

Fig-11 連続地中壁1エレメント当たりサイクルタイム
Cycle time per element

し作業が多かった。解体をいくつかの方法で施工したが、その結果は次のとおりである。

(1) TSクラッシャー (圧砕工法)

貯水槽 (3m×12m×4.0m) 及び道路分離帯 (0.3m×0.5m×100m) のこわしに使用。壁式構造物に非常に有効。破碎能力40m³/dと能率がよく、大型ブレーカに比べて騒音・振動が少い。ただし、圧砕機を取り付けるパワーショベルが大きく重いので、作業場所に制約がある。

(2) CCR (爆砕工法)

橋台 (3m×8m×15m) のこわしに使用。無筋コンクリート構造物に非常に有効。作業能率と経済性及び安全性を考慮して、人力ブレーカにて縁切り、CCRにて大割し、ジャイアントブレーカーを使用して小割した。ただし、この工事には火薬取扱責任者が必要で、爆発音の問題があるので事前に沿道関係に連絡の必要がある。

(3) ブライスター (膨張工法)

橋台 (3m×8m×15m) のこわしに使用。湿気が多い所では効果なし。ブライスターを充填するのに削岩機による穿孔が必要で、充填後、24時間待たなければならない。ブライスターによる騒音はないが、穿孔による騒音がある。

(4) 平戸式パッカー (ウエッジ工法)

橋台 (3m×8m×15m) のこわしに使用。多少、亀裂ははいるが効果は少く、能率もよくない。パッカーを挿入するために削岩機による穿孔が必要。パッカーによる騒音はないが、穿孔による騒音がある。

(5) カッター工法

舗装 (t=15~35cm) こわしに使用。低騒音のカッターが普及しており、市街地での作業でも問題は少ない。ただし、30~50cmのサイコロ状に小割するため、作業能率が悪く単価的にも高くなる。

(6) ブレーカー工法

一般的な方法で工事全般に使用。ハンド式は小廻りがきいて有効であるが、能率は $10\text{m}^3/\text{人}\cdot\text{日}$ 。ジャイアントブレーカーは高能率で $40\text{m}^3/\text{台}\cdot\text{日}$ 。ただし、騒音対策には神経をつかう必要があり、この現場では、できるだけブレーカーを使用しないで施工した。

§ 5. あとがき

この工事では、特に目新しい工法は使用しなかったが、市街地内で交通量が多い、作業空頭が低い、作業スペースが狭い、騒音・振動などの環境条件が厳しい等の条件下で、種々の工夫を行って大きなトラブルもなく施工できたことは意義が大きいと考えている。また、この陰には、“地元第一”の姿勢と極力夜間作業をさけたことが大きく寄与していると思われる。このような工事担当者の姿勢は、世の中のすう勢からして、今後の市街地内での工事でも重要と考える。

最後に、本工事の実施にあたって、企業者担当当局の皆様方及び関係各位の御指導、御鞭撻があったことを申し添えるとともに、この紙面をかりて謝意を表します。