

報 告

[1028] 低騒音斫り工法に関する研究

源野博好 (阪神高速道路公団神戸管理部)

正会員 ○吉崎 稔 (ショーボンド建設近畿圏本部)

1. はじめに

高架橋道路構造物においては、供用開始後、相当年数経過しているものが増え、これに伴い補修工事も年々増加している。橋梁の伸縮装置については、車両の快適走行性を確保するために、維持管理が行われているが、この補修工事に伴って、発生する工事騒音による影響が、住民への環境保全対策の大きな課題となっている。特に、裏込コンクリートをブレーカーで斫る作業が、大きな騒音の発生源となり、工事時間帯の制約のみならず、工事施工そのものが、実施できなくなるのではないかと危惧される状況下にある。斫り作業の低騒音化工法を確立して、この問題の対策を講じることが、今後の補修工事に不可欠な要因となる。

筆者らは、このような背景のもとに、供試体及び実施工の中で、補修工事に最適な工法の開発を目的に、検討をおこなってきた。

ここでは、コンクリート斫り作業の低騒音化を目的として、半自動削孔機械と油圧破碎機を用いた、工法の開発及び施工実験の結果について報告する。

2. 低騒音斫り工法の概要

2.1 工法の選定

工法の選定にあたって、次の5項目を必要条件とした。

- ①まったくの無騒音は不可能であり、75dB前後の数値を目標におく。
 - ②既設の破碎を必要としないコンクリート床版に、及ぼす影響が、極めて小さい工法であること。
 - ③作業するものにとって、安全性の高い工法であること。
 - ④規制した車線内での作業のため、大きな機械設備等を必要としない工法であること。
 - ⑤工法の開発にあたって、実用化が速く見込まれるもの。
- 以上の条件を勘案して、物理的及び化学的破碎方法で、実用に供されているものの中から検討した結果、油圧セリ矢(ロックジャッキ)工法を選出した。

工法選定のフローチャートを図-1に示す。

2.2 油圧セリ矢工法の破碎原理と破碎能力

油圧セリ矢の概念図を図-2に示す。予め、所定の深さまで削孔したボアホールに、油圧セリ矢の先端が底部に達するまで挿入する。(装着時)

次に、油圧ポンプを作動させて、センターの矢を下面にせりだす。コンクリートに伝達した圧縮力と直角方向に引

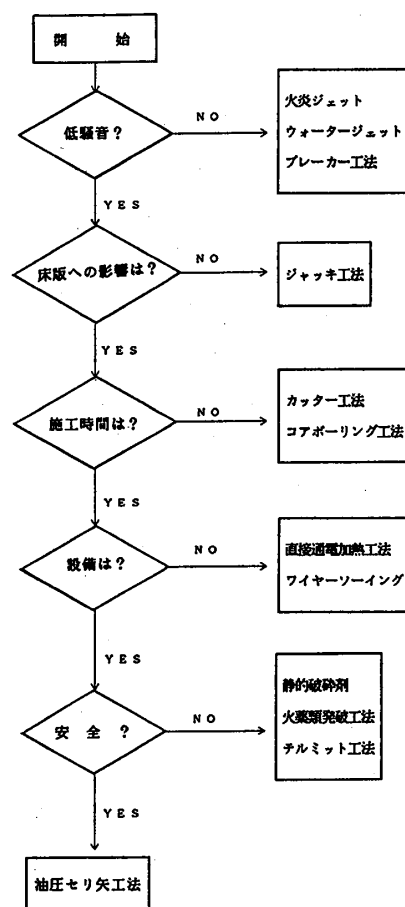


図-1 工法選定のフローチャート

張力が作用して亀裂が入る。(作動時)

コンクリートの引張強度は圧縮強度の1/10程度であり、圧碎に要するエネルギーより小さな力で破碎が可能になる。鉄筋コンクリートの破碎には、約200トン前後の割岩力が必要である。

2.3 半自動削孔機械の開発

静的破碎方法では発破と同様に、ボアホールを必要とする場合が多い。また、ボアホールの削孔数量が多いことから、削孔効率が、破碎の効率に及ぼす影響は大きい。削孔作業においては、低騒音であることを条件に、コアボーリングを前提において検討を行った。

従来からある電動のコアマシンは、長時間継続して使用すると、モーターの焼き付けをおこしてしまい、また、水を使用する湿式削孔のため、漏電の問題が生じた。

この問題点に対処するため、エアを動力とする、エアモーター式削孔機械の開発に着手した。

エアモーターは、電動モーターと比較して、小型軽量で、回転数やトルクによる出力の変更が容易に行え、過負荷による焼き付けが発生しない。また、過負荷による長時間使用にも問題はなく、耐湿性(防湿)に優れているという利点がある。

開発当初は、複数の削孔機械をすべて、集中管理を行う方向で検討したが、機械各々の条件(コンクリート内部での鉄筋と骨材の当たり具合)が異なるため、機械各々が人力を介さず独立して、エアの圧力を利用して上下動する半自動型方式とした。

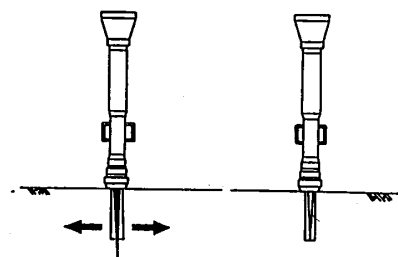
写真-1に半自動型削孔機械を示す。

また、削孔機械の反力を取るためのアンカー設置の工程を省略する目的と、8台の削孔機械を搭載して同時に削孔が可能な架台を、写真-2に示す車両に登載した。この架台を、写真-3のように、油圧ブームで押さえ込むことにより、反力のためのアンカー設置は不用となり、また、スライド式のレールにより、自在の位置に、削孔することが可能になった。

2.4 コアビットの改良

コアビット(ダイヤモンドコアチューブの刃先)の性能が占める削孔効率へのウェイトは非常に大きい。

市販の標準タイプは、削孔スピードとライフ(刃の削孔延長)のバランスを調整した普及型であり、削孔



作動時 装着時

図-2 油圧セリ矢概念図

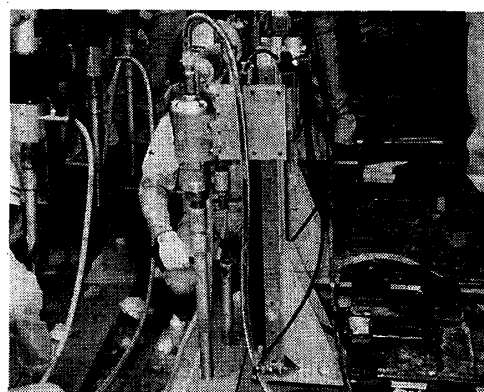


写真-1 半自動型削孔機



写真-2 削孔機搭載車両



写真-3 ブーム設置状態

のスピードについては、余り期待はできない。

また、ビットの性能については、コンクリート内部の骨材の強度と関係があり、関東圏では削孔スピード、関西圏ではライフを重視する傾向にある。

このため、ボンド（人造ダイヤの結合剤）を削孔機械のトルクにあったものに調合し、削孔スピードの極限について検討を行った。

図-3は、縦軸にボンドの強度を横軸に硬度をとり、ビットのライフの関係を表したものである。

図の座標軸の中心に近くなれば、ライフは悪く（短く）なり、逆に遠ざかればライフは良く（長く）なる関係にある。特に、伸縮装置の裏込コンクリートは鉄筋量が多いため、鉄筋を多く切削することを重視して、ボンドの硬度、強度共に、適度の軟らかさをもつものとした。また、刃先の厚さは、鉄筋の接触面積を最小限にして、抵抗を少なくするために、薄刃のものを採用した。

この結果、従来のもものと比較して、削孔スピードが速く、適度のライフをもち、破損しぬくいビットの製作が可能になった。

写真-4に改良型のコアビットを示す。

2.5 油圧セリ矢の改造

伸縮装置の断面を図-4に示す。通常の補修工事においては、15cm前後の深さの裏込コンクリートの打換を幅約1m、延長約4.2mで施工しているが、このような破砕深度の浅い構造物に対しては、元来既製のロックジャッキは不適當である。

ウェッジの有効長が長い（17~30cm）ため、削孔の深さが、27~45cm程度必要となり、所定の深さでの破砕は不可能である。

このため、写真-5に示すような、ウェッジが短くて軽便な改造型を製作した。

また、破砕時のコンクリートのひび割れ幅を大きくするために、ウェッジから先の矢の先端を、約60mm程度切断した。（写真-6）

これにより、従来までの問題点（せん孔の底に矢の先端が当たって、矢の伸張が中断し、破砕の進行が停止する状態）を改善することが可能になった。

（図-5、6）

その結果、ひび割れの幅を約3倍程度（約9mm）に

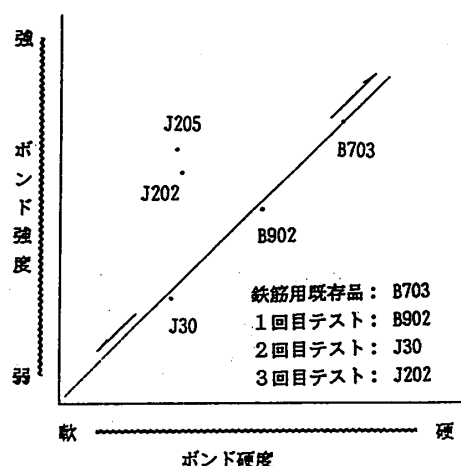


図-3 ボンド硬度、強度の関係

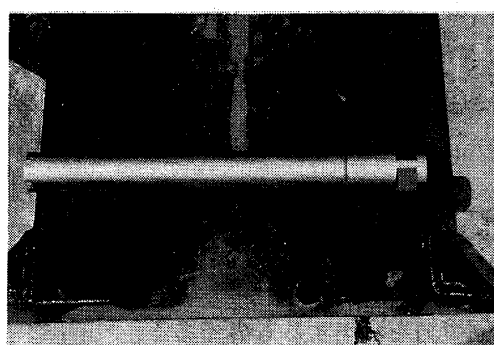


写真-4 改良型コアビット

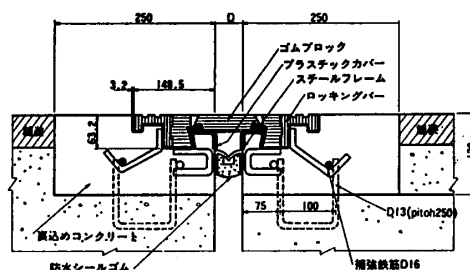


図-4 伸縮装置断面

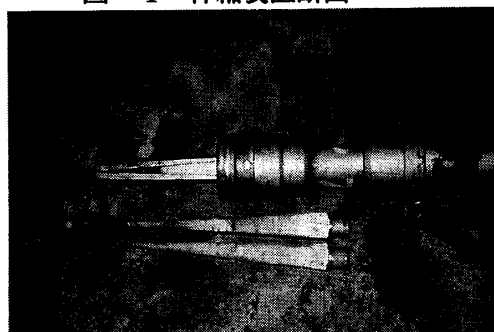


写真-5 改造型油圧セリ矢

拡大することができた。(写真-7)

ひび割れ幅を大きくする方法としては、センターの矢の角度を大きくすることも考えられるが、削孔径とロックジャッキ本体の重量が増大する問題が生じる。

また、ウェッジが作動時に上面へせりあがらないように、外面に滑り止めの溝を工夫した。(写真-8)

2.6 他の破碎工法との比較

静的破碎工法については、各種工法があるが、特に次の3工法について比較検討を行う。

各工法とも、近年開発されたもので、現在も開発中のものもある。

①高耐圧ゴムチューブ式 (液圧破碎)

②低振動破碎薬 (蒸気圧破碎)

③形状記憶合金破碎器

①は、ゴムチューブに圧力(水圧)を加えて、チューブの膨張力を利用するものである。

②は、金属の酸化還元反応熱を利用して、水を蒸気に変え、この蒸気圧を利用する。

③は、形状記憶合金を圧縮状態下とし、その回復力を利用するものである。

3工法の共通点は、せん孔を必要としていることで、孔径は27~45mmで、せん孔の深さは、①、②については、最低60cmが必要である。

また、コストについては、かなりの幅がある。破碎力については、セリ矢工法で使用している、ロックジャッキと同程度か、少し下回るものもある。

3. 実験の方法

実験の方法は以下の手順で行った。

①規制された車線内において、補修対象となる伸縮装置に、カッターラインのマーキングを入れる。(補修幅および延長の決定)

②補修範囲外周と横断方向に、60cmピッチでカッターを施工する。(深さ15cm)

③次に、継手装置のゴムを撤去し、路下に漏水しないよう止水工を施す。

④削孔機械搭載車両を所定の位置にセットし、半自動型削孔機に改良型コアビットを装着して、約30cmピッチの間隔で削孔を行う。

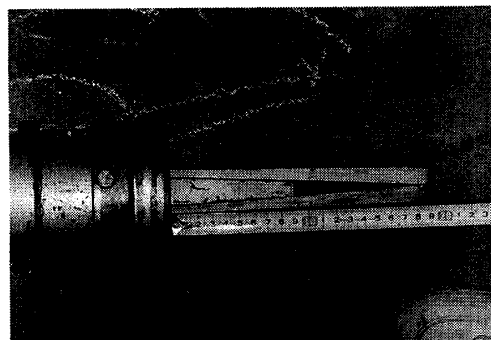


写真-6 矢の先端を切断

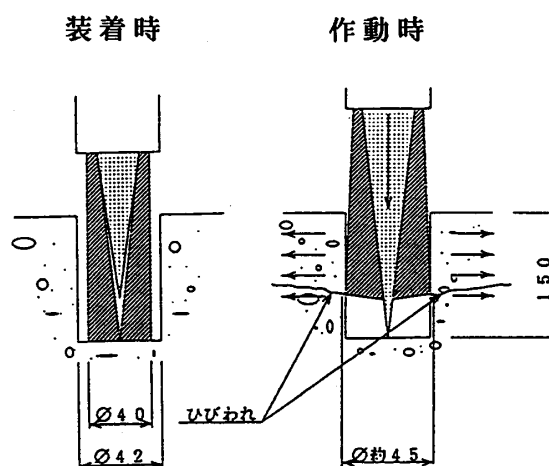


図-5 進行が停止する状態

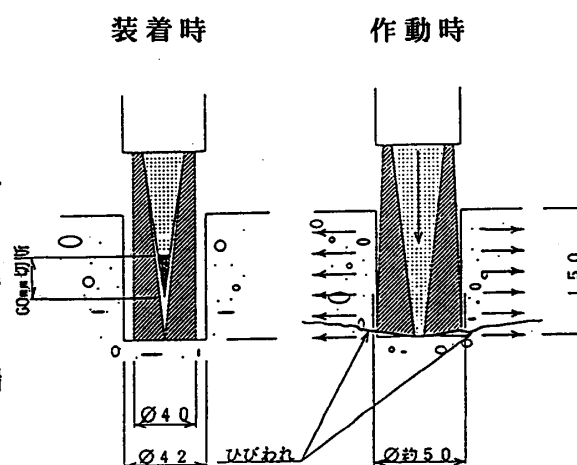


図-6 先端を切断して改善した状態

⑤削孔完了後、改造型油圧セリ矢を挿入し、順次破碎を行う。

⑥破碎後、コンクリート片を撤去し、チッパーで仕上げを行う。

⑦清掃後、所定の配筋と型枠を施工し、コンクリートを打設する。

各々の工程の所要時間と破碎の状況（ひび割れの幅、破碎の深度等）を記録し、削孔機械の騒音測定を行った。

4. 実験結果

コアビットの改良により、削孔1箇所当たりの所要時間が、従来の12分から6分と半分になったため、現場の状況次第（裏込コンクリートの幅が、通常より広い場合、所定の削孔本数約50本では、削孔の間隔が広くなり、油圧セリ矢の効果が半減する）では、削孔の本数を増やせる余裕が生じた。

（写真-9）

また、油圧セリ矢の改造により、ひび割れの幅を従来の1～2mmから5～9mmに大きくすることが可能になり、破碎時には、コンクリートと鉄筋の破断する音が、聞かれるほど破碎力は増大した。

（写真-10）

5. まとめ

5.1 削孔時間の短縮

エアモーター式削孔機械を開発し、8台の同時削孔を実現したことにより、既存の削孔方法と比較して、大幅な削孔時間の短縮が可能となった。

また、コアビットの改良により、各々の削孔機械の能力をさらに増大することができた。

5.2 破碎力の増大

既製のロックジャッキを、床版のような厚さの薄い構造物の破碎用に改造することにより、他工法と比較してより簡便に、大きな破碎力を利用することが可能となった。

また、その構造を改良することにより、さらに破碎力の増大を実現した。

5.3 騒音

油圧セリ矢工法と従来工法の中で、使用する時



写真-7 ひび割れ幅の確認



写真-8 改良型ウェッジ



写真-9 削孔状況



写真-10 破碎状況

間帯が一番長い機種を抽出して、騒音周波数レベル分析をおこなった。図-7より、半自動削孔機は、周波数レベルが400~500HZで最大となり、1000HZ以上の耳障りな音域は少なくなる傾向を示した。油圧セリ矢については、ほとんど無騒音であり、当初の目標である低騒音な工法を実現することができた。

5.4 時間工程

油圧セリ矢の改造により、破碎作業が容易になり、仕上げ研り用のチップの所要時間も、短縮することができた。油圧セリ矢工法と従来工法の時間工程の比較を表-1に示す。

現段階では、当工法により低騒音でコンクリートを破碎するためには、従来工法の約2.5倍の時間を要する。現場の状況により、前日に削孔が可能であれば、従来工法の時間工程にかなり近づけることができる。

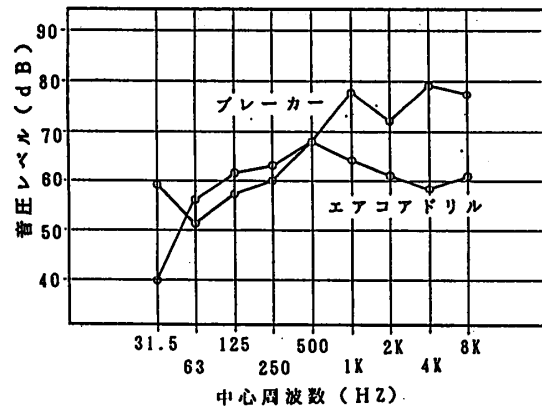


図-7 騒音の周波数特性

表-1 時間工程表

項目	工 種	作 業 工 程 時 間							備 考
		1	2	3	4	5	6	7	
セリ矢工法	準備工マーキング	(30)							
	Joint撤去, 止水	(60)							
	背面カッター		(40)						
	小割りカッター		(20)						カッター ×1
	削孔			(135)					エアドリル ×8
	撤去片付け				(45)				
	セリ矢破碎					(60)			パッカー ×4
従来工法	仕上げ研り, 清掃						(30)		ブレーカー
	準備工	(10)							
	背面カッター	(30)							カッター ×1
	研り (ブレーカー)		(120)						ブレーカー ×4
	鉄筋溶断		(40)						
仕上げ研り, 清掃			(50)						チップ ×3