

連載講座 XXXIII

トンネルボーリングマシンの話

(その1)

峯 本 守*

まえがき

トンネルの建設は、昔から高価で全工事費の中に占める割合が高く、また施工が一般に困難で速度が上がりにくいことから、全工事の隘路となる場合が多い。したがって、より早く、より安価に、より安全に施工するために、昔からその時代に応じて使用材料、使用機械の進歩、労務事情などの条件に適合した合理的な工法へと改良され進歩してきている。

現在の代表的なトンネルの施工法は、14世紀に火薬が発明されて以来、火薬の爆発エネルギーを利用した「発破工法」である。この発破工法も、かつては労働力が安価で豊富に得られたこと、工事の継続性がないために機械の稼働率が低いこと、作業条件が苛酷であるため機械の耐用年数が短く減価償却費がかさむこと、木製支柱式支保工が一般的であったため作業空間の面から制約を受けざるを得なかったこと、等の原因からトンネルの施工の大部分は人力によっていた。戦後、鋼アーチ支保工の出現により作業空間が増大し、大形機械の導入が可能となり、人力作業から機械力作業へと変わり施工能率が大幅に向上し、施工速度は飛躍的に増大した。

しかし、一方最近の著しい社会発展に伴い労働力の需要が非常に増大している情勢と同時に、かつてない規模と速度で、鉄道、道路、水路等の公共事業の建設整備が必要とされ、これらの路線を構成するためには、山岳地帯では、その地形を克服する必要から、都市内では土地利用や都市的諸要求を満たす面からトンネルによらなければならない機会が著しく増大し大規模なトンネル工事が多くなり、これらトンネルがそれぞれの工事の工期が支配している現状からみて、今後、国民経済的な見地から、投資効果の早期発揮、労働生産性の向上等の要請が強く要求されるであろう。

これらの要請に応じるために、現在のトンネルの施工

* 国鉄建設局線増課課長補佐

速度よりはるかに早い速度へと工法の改良なり、新たな施工法の開発を行なう必要がある。

現在、わが国で採用されている代表的なトンネルの施工法には、導坑先進上部半断面工法、半断面工法、全断面工法などであるが、これらの工法は掘削個所の順位、覆工方法の相違により分類されたもので、すべて発破工法である。この発破工法は今後改良されたとしてもどのくらいの能率向上が期待できるであろうか？。発破工法は各作業すべて機械化し、高能率化を図ったとしても、作業形態そのものが、基本的に、せん孔、爆破、ずり出し、支保工建て込みと各作業をシリーズに行なうため能率化に自ら限界がある。

たとえば、発破工法で最も高能率に機械化された全断面工法の1サイクルの内容を分析してみると(表-1参照)、各作業から作業への移行に伴う跡片付、準備損失などの占める割合は1サイクルの約30%である。この損失は非常に大きいものであるが、発破工法の各作業の断続に基因したもので30%を20%ぐらまで低下させることは可能かも知れないが、この損失的なものを根本的に除去することは不可能である。また各作業に使用する機械はそれぞれ別なものであり、本質的に兼用でき得ないものであるためせん孔に使用するジャンボ、削岩機類は1サイクル中の稼働率は約10%、ずり積み機、運搬関係の機器は約40%以下と機械類の使用効率は非常に低いものである。今後、さらに機械化が進んでも発破工法では各作業に人力による要素が多く、労働力の節減、能率化に自ら限界があるものと考えられる。

表-1 全断面工法作業ダイヤ(進行170m)

作 業 別		作 業 別	
削岩準備(もんもんぐり含む)	20'	当り取り発破	20'
せん孔	40'	跡片付、線路延長	15'
削岩機移動、跡片付、装束、待避	55'	支保工	100'
爆破換気	10'	損 失	25'
ずり積み準備	10'		
ずり積み	125'	計	420'

連載講座 XXXIII

トンネルボーリングマシンの話

(その1)

峯 本 守*

まえがき

トンネルの建設は、昔から高価で全工事費の中に占める割合が高く、また施工が一般に困難で速度が上がりにくいことから、全体工事の隘路となる場合が多い。したがって、より早く、より安価に、より安全に施工するために、昔からその時代にに応じて使用材料、使用機械の進歩、労務事情などの条件に適合した合理的な工法へと改良され進歩してきている。

現在の代表的なトンネルの施工法は、14世紀に火薬が発明されて以来、火薬の爆発エネルギーを利用した「発破工法」である。この発破工法も、かつては労働力が安価で豊富に得られたこと、工事の継続性がないために機械の稼働率が低いこと、作業条件が苛酷であるため機械の耐用年数が短く減価償却費がかさむこと、木製支柱式支保工が一般的であったため作業空間の面から制約を受けざるを得なかったこと、等の原因からトンネルの施工の大部分は人力によっていた。戦後、鋼アーチ支保工の出現により作業空間が増大し、大形機械の導入が可能となり、人力作業から機械力作業へと変わり施工能率が大幅に向上し、施工速度は飛躍的に増大した。

しかし、一方最近の著しい社会発展に伴い労働力の需要が非常に増大している情勢と同時に、かつてない規模と速度で、鉄道、道路、水路等の公共事業の建設整備が必要とされ、これらの路線を構成するためには、山岳地帯では、その地形を克服する必要から、都市内では土地利用や都市的諸要求を満たす面からトンネルによらなければならぬ機会が著しく増大し大規模なトンネル工事が多くなり、これらトンネルがそれぞれの工事の工期が支配している現状からみて、今後、国民経済的な見地から、投資効果の早期発揮、労働生産性の向上等の要請が強く要求されるであろう。

これらの要請に応じるために、現在のトンネルの施工

速度よりはるかに早い速度へと工法の改良なり、新たな施工法の開発を行なう必要がある。

現在、わが国で採用されている代表的なトンネルの施工法には、導坑先進上部半断面工法、半断面工法、全断面工法などであるが、これらの工法は掘削個所の順位、覆工方法の相違により分類されたもので、すべて発破工法である。この発破工法は今後改良されたとしてもどのくらいの能率向上が期待できるであろうか？。発破工法は各作業すべて機械化し、高能率化を図ったとしても、作業形態そのものが、基本的に、せん孔、爆破、ずり出し、支保工建て込みと各作業をシリーズに行なうため能率化に自ら限界がある。

たとえば、発破工法で最も高能率に機械化された全断面工法の1サイクルの内容を分析してみると(表-1参照)、各作業から作業への移行に伴う跡片付、準備損失などの占める割合は1サイクルの約30%である。この損失は非常に大きいものであるが、発破工法の各作業の断続に基因したもので30%を20%ぐらまで低下させることは可能かも知れないが、この損失的なものを根本的に除去することは不可能である。また各作業に使用する機械はそれぞれ別なものであり、本質的に兼用できないものであるためせん孔に使用するジャンボ、削岩機類は1サイクル中の稼働率は約10%、ずり積み機、運搬関係の機器は約40%以下と機械類の使用効率は非常に低いものである。今後、さらに機械化が進んでも発破工法では各作業に人力による要素が多く、労働力の節減、能率化に自ら限界があるものと考えられる。

表-1 全断面工法作業ダイヤ(進行170m)

作 業 別		作 業 別	
削岩準備(もんもんぐり含む)	20'	当り取り発破	20'
せん孔	40'	跡片付、線路延長	15'
削岩機移動、跡片付、装薬、待避	55'	支保工	100'
爆破換気	10'	損 失	25'
ずり積み準備	10'		
ずり積み	125'	計	420'

* 国鉄建設局線増課課長補佐