

生物と土木



本誌特集 p.21「八二カム構造と土木技術」より

誰もが一度は「翼が生えて、鳥のように大空を自由に飛べたらな」と思ったことがあるのではないだろうか？

「隣の芝生は青い」ではないが、我々は自分たちにはない、他の生物の独特な諸形態や機能を古来より羨望の眼差しで眺めてきた。そういった「羨望」こそ、科学技術を発展させる原動力となってきたのではないか——そう考えることもできるかもしれない（飛行機という工学的な知の結集は、その典型ではないだろうか？）

少し前から、科学技術の分野において、「生物模倣」や「バイオミメティクス」と呼ばれる分野が注目を集めている。様々な生物の行動様式であったり、その独特なデザインや諸機能をもとにして、技術的に応用していくことを主眼とするこの分野は、産業界からも大きな注目を集めている。

既に多くの技術が実用化・商品化されているが、例えば、競泳用の「水着」。サメの肌をもとにして作られ、オリンピックでも使用されたことで大きな話題となった。より身近なところではヤモリの指先の粘着構造を模倣して作られた「テープ」。このように生物模倣の技術は様々な形で私たちの日常生活に浸透しつつある。当然ながら、こういった動きは、土木の分野でもトンネルや地下鉄等、様々なシーンで広がりつつある。今号では、こういった生物から「学び」、生物を「利用」する土木技術について紹介する。

生物と土木の関係性は、利活用的な視点だけではない。土木とは、そもそもが私たちの社会生活をより良く営むことができるように、ある意味で自然を切り開き、そこに様々な人工的な構造物をつくることであった。そういったことから、かつては自然景観であったり生態系を乱してきたという事例もある。こういった反省から、現在では生物と「共生する」ことを目的とした様々なプロジェクトも行われている。これについても紹介する。

「貝」から着想されたシールド工法 —シールドトンネル概論—



いさご のぶはる もりもと さとし
砂金 伸治*1 森本 智*2

はじめに

「生物と土木」という特集を組むので、トンネルの話題について何か書いて欲しいという依頼を受けた。「トンネル」かつ「生物」という観点で何をまとめるのがいいかと考えたが、当方に依頼した先輩から「シールドトンネルはフナクイムシが発想なのでそれで」ということであった。

そこで、シールドトンネルに関してフナクイムシを含めて、自身の不勉強さを埋める意味でもコンパクトな読み物としてまとめようと考えた。シールドトンネルにおける基本から近年話題に挙げられている内容を概論としてまとめて紹介しようと思う。

1. 生物とシールド工法

シールド工法とは、泥土や泥水で切羽の土圧と水圧に対抗して切羽の安定を図りつつ、シールドと呼ばれる機械を掘進させ、覆工を組み立てながら地山を保持してトンネルを構築するものである。シールドマシンは、カッターヘッドやフード部、ガーダー部、テール部から構成されており、切羽の安定機構によって密閉型および開放型に分類されている。最近では開放型のシールド工法はほとんど見られなくなってきており、大半が密閉型になっている¹⁾。

シールド工法は19世紀の初めに、イギリス人のブルネルが考案し、特許を取得したと言われている。その際の発想が「フナクイムシ」であり、それが船腹の部分の木材に穴を開け、さらにその後ろ側で固めていくのを見て工法を考えついたと言われている。ただしフナクイムシは名前にあるような「虫」ではなく、実際は「二枚貝」の一種である。貝殻は1cmにも満たない小さなものだが、体は貝殻から外に細長く伸び、成長すると1m程度に達し、その貝殻の前の部分がヤスリのようにになっているとのことである。この部分で穴を掘り、セルロースを消化しながら木部に深く侵入していくとすることで、それによって船自体が損傷を受けることがあり、木造船泣かせの生物とのことらしい。

話をシールド工法に戻すと、ブルネルらの工法は実際には、ロンドンのテムズ川の河底トンネルで実用化されたのが始まりと言われている。当初は円形の掘削断面を10程度の区画に細分化し、切羽作業の危険性を極力少なくするといった報告がなされている。その後は図-1に示すように1825年からのテムズトンネルの建設にこの考えが活かされて施工が開始された²⁾。実際は矩形断面のシールドにより施工が行われ、最終的に15年程度の歳月を費やして到達立坑に達したと言われている。シールドの発想自体が、穴を開け、後ろ

*1 国立開発研究法人 土木研究所 道路技術研究グループ (トンネル) 上席研究員

*2 国立開発研究法人 土木研究所 道路技術研究グループ (トンネル) 研究員

