

千葉工業大学

# 新興国の都市開発にも寄与する 地下空間開発技術

もっぱらモノを送り出すだけだった日本でも、近年はようやく技術力そのものを輸出商品に育てる動きが目立つようになった。千葉工業大学工学部建築都市環境学部の小宮一仁教授が研究する地下空間開発技術などは極めて有望な商品になるかもしれない。新興国では軟弱地盤の上に立つ都市が多く、そこで、わが首都である東京は世界屈指の軟弱地盤を克服して地下へ拡大し続けている。その地下空間開発技術の切り先に、小宮研究室はいる。



学 長 本岡 誠一  
 設 立 1942年  
 在 地 〒275-0016  
 千葉県習志野市津田22-17-1  
 T E L 047-478-0232  
 U R L http://www.kit.edu.ac.jp  
 学部・学科定員 工学部：機械サイエンス学科(315)、電気電子情報工学科(300)、生命圏域科学科(230)、建築都市環境学科(300)、デザイン科学科(180)、未来ロボティクス学科(110)、情報科学部：情報工学科、情報ネットワーク学科(各140)、社会システム科学部：経営情報科学科、プロジェクトマネジメント学科(各110)、金融・経営リスク科学科(60)  
 大学院定員 修士・博士前期課程：工学研究科、情報科学研究科、社会システム科学研究科(400) 博士・博士後期課程：工学専攻、情報科学専攻、マネジメント工学専攻(30)  
 全 学 生 数 9,376名(学部) 676名(大学院)  
 主 な 施 設 未来ロボット技術研究センター、付属融合研究所、学術フロンティアセンター、工作センター、学生自由工作室、コンピュータ演習室  
 2010年度 学部1,550,000円 大学院1,000,000円  
 初年度納入金

「地下空間開発技術で深刻な問題になるのは、大きい・深いではありません。小宮教授は語る。「研究者が知恵を絞り出さなければならぬのは、軟らかい・近いのです」。

「軟らかい」は地盤の軟らかさ、そして「近い」は既設の構造物との近さ。すでに建っている構造物に悪影響を及ぼさないよう、軟らかい土を掘っていくのが困難を極めるのだ。「その点、東京都心は地下空間開発技術を鍛える上で申し分ない環境と言えます」。

小宮教授は続ける。「地球で最も新しい地層である沖積粘土層はレトリックではなくマヨネーズのように軟らかい。その軟弱

地盤に地下鉄や道路、上下水道、通信路など、さまざまな地下構造物が接するようになっている。問題なく世界でも屈指の開発が難しい空間を、トンネルホーリングマシンのような大規模な機械を使いながら、1cmの狂いもないように掘り進めなければなりません」。

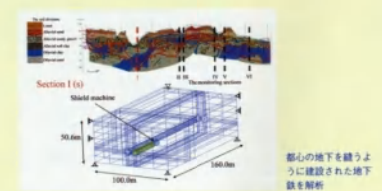
おのずと日本の地下空間開発は研ぎ上げられて、世界最高水準をいくようになった。小宮教授が世界で初めて開発した、掘削時の軟弱な地盤の動きをリアルに再現する数値解析モデルもその一例だ。

「地下鉄の上下線とホームのための空間を機械で一度に掘り進めようとする、断面は高さ8m、幅18mにもなります。当然、

地表面の沈下や付近の構造物の反響を考慮しなければなりません。掘削による影響を時々刻々とシミュレーションする方法は、なく、もっぱら経験と勘に頼っていました」。

マシンの前と地盤が接する境界面の条件は土を掘削することによって切れ目なく変化していくわけですが、その境界面から土がなくなるような変化をリアルに数値化することが難しかったのです」。

小宮教授が開発した数値解析モデルは、この境界条件が逐次変わっていく様子を見事に捉えた。これにより、工事の進め方を実際にモデルに入れて、地盤や構造物の複雑な変形の様子を事前に確認することがで



## 「地盤の治癒」にも独自の技術 さらに地下環境の基礎研究も

数値解析モデルは地盤沈下を事前に把握する技術だが、沈下してしまった地盤を元に戻す……いわば「地盤の治癒」でも、小宮教授は独自の技術を生み出している。

地盤沈下が想定される場合は工事前に地盤を改良するが、その際は用心を期して、広い範囲を改良する必要がある。一度沈下してしまえば、大きなコストがかかる。これを防ぐには、まず過大でも過小でもない最適な改良工事を実施し、それでも沈下してしまった例外的な箇所については拡張材を注入して沈下した地盤を押し上げて治せばよい。

地下工事で傾きだしたビッグベンを地盤ごと持ち上げるなど欧州では実績をあげたこの手法も日本ではうまくいかなかった。

「地盤の古さのちがいが原因でした。欧州のように古い地盤では拡張材の注入によって地盤がずれても地下水の水圧は上が



小宮研究室で振動実験装置などによって地下空間に迫る

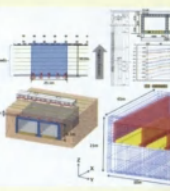


工学部建築都市環境学  
 教授 小宮一仁

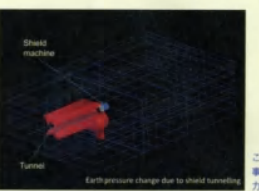
りません。これに対して若い日本の地盤は、ずれによって水圧が上がり、せっかく地盤を押し上げてもまた沈下してしまう。当研究室の基礎研究によって原因を究明できたため若い地盤でも沈下が生じない注入法を開発できました。これで「地盤沈下の治癒」が日本やアジアでも可能になると考え

ます」。

「軟らかい・近い」国で生まれたこれらの技術は先ず欧州委員会から注目されるところとなり、小宮教授は招聘されて欧州にわたたり、「既設構造物にやさしい地下空間構築法の開発プロジェクト」にも参加し、ほかに、今後地下開発が進む地表面下80〜400mの地下水の動きを支配している



鉄道線の下12mに建設される大規模地下空間の解析



こちらは、地下鉄工事に伴う地盤内の応力の変化を表した図

小宮一仁(略歴):1994年3月早稲田大学大学院博士後期課程修了、早大理工学部助手、ケンブリッジ大学工学部専任助教、千葉工業大学工学部助教を経て、2001年4月より千葉工業大学工学部教授。