

地盤工学を活用した空間創造・維持と 土構造物の耐震補強のための技術開発

東京大学 生産技術研究所 教授
古関 潤一



Profile

略歴

1962年	東京都杉並区に生まれる
1985年	東京大学工学部土木工学科卒業
1987年	東京大学大学院工学系研究科 土木工学専攻修士課程修了
1987年	建設省土木研究所 研究員
1991-1992年	マサチューセッツ工科大学 客員技術者 (科学技術庁在外研究員)
1994年	東京大学生産技術研究所 助教授
2003年	東京大学生産技術研究所 教授

1. はじめに

筆者の専門である地盤工学の分野で空間創造・維持に関わる技術として思い浮かぶものに、以下の3つがあります。

- a. トンネル（地下空間）
- b. 土留め（半地下空間）
- c. 切土（地上空間）

本稿では、上記のそれぞれに関して筆者が関わる機会を得た技術開発・新技術適用事例の概要を紹介するとともに、「首都直下地震に備えた耐震補強対策」の一環として現在進められている土構造物の対策事業に関連する技術開発への期待を述べさせていただきます。



図1 首都高速中央環状線のシールドトンネル切り開き工事現場

2. 地盤工学を活用した空間創造・維持

2.1 シールドトンネルの切り開き

図1は、首都高速中央環状線におけるシールドトンネル切り開き工事現場の例で、右側に仮設の支保工が設置されています。シールドトンネル構築後にセグメントの一部を切り開くことにより、地上との連絡口や分岐・合流部等の拡大空間を構築する技術です。

東京臨海高速鉄道の大井町駅建設時にも、同様な技術が適用されました。このように、従来は不可能と考えられていた技術の開発・実用化に果敢に挑戦することで、大幅な環境負荷の低減とコストダウンが可能になりました。

さらに、シールドトンネル関係で革新的と考えられるもう一つの技術として、地上から発進して地上に到達することで発進・到達立坑を省略できる工法があります。アンダーパスを短期間に構築する技術として開発されましたが、立坑が不要となったことで、他の用途にも広く適用できる可能性があります。

2.2 切梁を不要とする土留め工

図2は、斜め土留め工を用いた掘削工事現場の例で、右側の土留めが背面地盤側に傾斜して構築されています。鉛直に構築した場合よりも背面地盤から作用する主動土圧が低減するため、この例のように自立形式として切梁なしで作業することが可能になります。その結果として、内部空間での構築物構築等の施工性が格段に改善されました。

本設構築物としての擁壁では、同様なもたれ式構造が古くから用いられてきました。しかし、仮設土留めへの適用は意外な盲点だったようで、これまで誰も試みなかった技術でしたが、視点の転換により新技術として確立しました。

土留め関係で画期的な合理化を果たした別な技術として、ハット形の鋼矢板があります。継手効率を考慮した断面性能の低減が従来の鋼矢板では必要でしたが、これを不要とし、さらに有効幅も拡大したことで経済性が向上し、仮設だけでなく本設構築物への適用性も高まりました。



図2 斜め土留め工を用いた掘削工事現場

2.3 切土斜面の健全度診断

図3は、岩泉線の切土・トンネル区間の例です。同線では2010年に発生した列車脱線事故を受けて、全線にわたる安全性の評価と災害防止対策の検討が行われました。

切土の健全度診断に際しては、航空レーザー測量を用いた地形判別、弾性波計測を用いた岩盤の緩み・風化領域の非破壊測定などの最新技術が適用されました。しかし、多様な自然岩盤・地盤で構成される切土斜面の健全度を高精度に診断する技術は、未だ十分には確立されていません。

また、これまでに実施してきた浮石等に関する調査結果や落石発生状況などの既往データが、上記の健全度評価で大いに役立ちました。今後は、これらのデータを路線単位で一元化して管理し、現地でも閲覧・入力できるシステムを最大限に活用し、情報を蓄積していくことが重要です。



図3 岩泉線の切土・トンネル区間

3. 土構造物の耐震補強

3.1 橋台の地震被害と対策

図4は、水郡線の静跨線橋の橋台が2011年東北地方太平洋沖地震による被害を受け、躯体を貫通する水平亀裂が生じた状況です。背面盛土との境界部分では30cm程度の段差も発生しました。

橋台を新設する場合には、セメント改良したアプローチブロック内に補強材を敷設する構造など、最新の知見に基づく耐震性の高い工法が適用可能です。一方で、供用中の既設橋台に対して、効果的で経済性も高い耐震補強を行うことは容易ではありません。

今後は、橋台躯体と橋桁・支承部の補強、背面盛土の

補強、これらを組み合わせた補強や、支承部を廃した一体化など、現地の条件と要求性能に応じて適切な工法を選択できるように、各種の技術開発を進める必要があります。

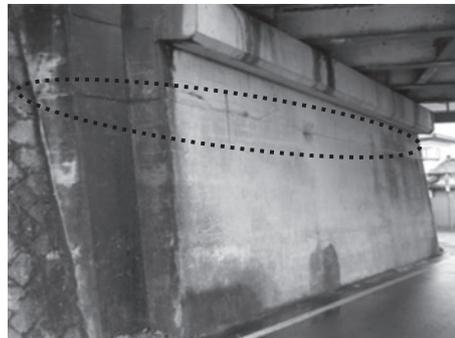


図4 水郡線の静跨線橋の地震被害

3.2 盛土・切土の地震被害と対策

2011年東北地方太平洋沖地震では、盛土が各地で被害を受け、切土斜面の大規模な崩壊も発生しました。多くの場合、被災箇所付近には無被災または被災程度の低い箇所がありました。これらの地盤条件等の違いを考慮した事例分析や逆解析を実施することで、今後の耐震対策に資する貴重な知見が得られることが期待されます。

例えば、東北本線の泉崎～矢吹間の盛土（200k400m付近）は、今回の地震で大きく沈下しました。復旧でのり尻に設置したふとんかご工からは、図5に示すように常時でも継続的な排水が見られました。地震時にも地下水位が盛土内にあり、崩壊要因となったことが推測されます。

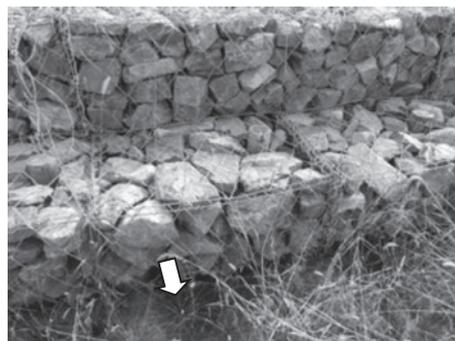


図5 東北線の復旧盛土のり尻からの排水状況

4. おわりに

地盤工学を活用した空間創造・維持と、土構造物の耐震補強のための技術開発について、私見を述べさせていただきました。今後は、これまでに蓄積してきた知見を有効活用しつつ、視点を大きく変えた新たな技術開発にも挑戦していくことが重要だと考えます。