

近 接 施 工 と 対 策

THE NEIGHBORING CONSTRUCTION AND PROTECTION

たけ やま
竹 山たかし
喬*

'80年代を迎え、関西国際空港の建設計画が実現に向かってスタートし、全国各地では高速道路や新幹線鉄道網の建設が続けられている。最近の中東問題に起因した第2次オイルショックは、一時的にせよ建設ペースを鈍化させることになるであろうが、一方これは脱石油の傾向、代替エネルギーの開発を促し、これに関連した施設の建設が要求されてくるであろうし、都市部においては省エネルギー対策として公共交通機関の整備、とりわけその根幹となる地下鉄網の充実の早期実現もそのひとつであろう。

21世紀に向かって生活水準はより高度なものが志向され、快適な環境、機能的な社会施設が、多様な価値観に基づいて要求されてくるであろう。特に高密度の都市部においては、これらの要求を満たすための各種施設は今後ますます密集し、重層化され、地上、地下空間の効率の高い利用が追求されてくる。林立する高層ビルの間を縫って、鉄道や道路が高架を、あるいは地下を走り、立体交差する。河川、港湾の施設も改良整備されていくであろうし、生活基盤の施設である上下水道、ガスをはじめ、都市機能の中核である電気、通信などの埋設物も急激に増加し、大規模なものとなっていく。そこでこれらを洞道あるいは共同溝として布設するとしても、近接工事は増加の一途をたどり、地下はまさにふくそう(輻輳)する施設空間と化すであろう。

都市における土木、建築工事はほとんどすべてが近接施工ともいえる。地下鉄工事を例にとってみても、全延長にわたり道路下で大規模な掘削を行うため、近接施工の連続であり、沿道の家屋、ビルをはじめ、重要構造物に接近し、かつ大小各種の埋設物を受けたり、つったりしながらのアクロバティックな工事を強いられる。そのうえ、往々河川部では橋台、橋脚の下をくぐりぬけたり、地下鉄相互が立体交差をしたりするわけで、これら既設構造物に与える影響をいかにして少なくするか、また、支障を与えず施工するかが最も重要であり、かつ苦勞する課題なのである。

最近の建設工事における技術の進歩は著しく、以前には考えられなかったような施工が現在各地で行われつつある。地下鉄関係のみでも、東京駅をはじめとして、京都、博多などにおいて、既設駅に接近して、あるいはその直下で大規模な新駅や地下街が建設されている。このほか、高層ビルをアンダーピニングしたり、既設地下構造物の下を2層、3層と深層化することによって、地下40~50mに及ぶ深い

掘削も施工されるようになった。

近接施工する場合にまず注意しなければならないのは工事公害である。工事により発生する騒音、振動や地下水の汚濁、水位の低下、あるいは完工後の構造物により地下水脈が遮断されることから起こる周辺の井戸水の枯渇、更には、圧気工法を用いる場合に周辺に及ぼす酸欠空気など極力避けなければならない。そして更に重要なことは、なんといっても周辺地盤に及ぼす変形、すなわち土留め背面の地表面沈下によって起こる沿道ビルや建造物の沈下や傾斜を避けることである。

最近大規模な基礎工、根切りや開削トンネルが安全に施工されるようになったのは、各種工法の進歩はいうまでもないが、地盤調査や土質試験をはじめ、コンピューターによる解析や現場における計測、そして施工管理などにおける技術の向上によるところが大きい。これまで不可能とされていた砂層あるいは砂礫層の不かく乱試料のサンプリングも可能となり、また周辺地盤の構造並びに特性を解明できる物理探査も積極的に利用されるようになった。このような調査試験の結果や地盤の特性が詳細に、しかも数値として把握され、有限要素法などによって解析計算されるようになったのである。従来、航空宇宙工学や構造工学の分野で開発された有限要素法は、土の非線形特性、応力-ひずみ-時間の関係がとり入れられる点で土質工学の分野に大きな意義をもたらし、いままで解析的に取り扱うことのできなかった実際的な問題が解析され、計算結果が得られるようになった。また、これらの数値は室内実験や現場の実測データと比較することにより、解析手法やその適用性も評価されるようになってきた。この結果、大規模な開削や根切り工が周辺地盤や近接構造物に及ぼす挙動や影響をあらかじめ推計できることになり、構造物の補強や開削施工の対策をたてることが可能になったのである。

工法別に近接施工を考えるに当たって、まず一般的な開削工法についていえば、大規模な掘削が可能になったのは土留め工の進歩であり、地下連続壁の発達によるといっても過言ではない。パケットあるいはビット方式など種々の機械の開発によって、軟弱な地盤はもとより、硬く締まった砂礫層や軟岩層に至るまで掘削が可能になって、深さも100 m以上まで施工できるようになった。また、この場合の垂直性の精度も1/300~1/500が確保されており、一部では1/1000以上の実績も出ている。一方、壁厚について

*大阪市交通局高速鉄道建設本部 計画部長

論 説

も1 m以上まで施工可能になり、壁厚を厚くし剛性を大きくすることによって、土留め面や根入れ部のたわみを小さくし、背面の地盤の緩みをおさえることができるようになった。また、問題とされている継手部についても、垂直性の精度が高くなったことや、施工法も改善されたうえに、構造面からも研究された結果、弱点もかなり改良され、一体構造として考えられるようになった。最近ではこの地下連続壁が建築の分野でも大規模な地下室の施工に多く用いられている。また、土木工事でも、地下鉄をはじめ、下水道や、巨大な基礎工の大規模掘削の土留め工に多く採用されているほか、従来近接施工としてケーソン工法を用いていた防波堤や橋台、橋脚などの基礎工にも、これに代わって地下連続壁が用いられるようになった。これはケーソン工法のように圧気を用いなくても周辺地盤を緩めずに掘削ができるため、圧気作業による労働条件や、周辺に及ぼす酸欠を避けることにも役立っている。

支保工の進歩もまた開削工法による近接施工に寄与している。鋼製支保工は一般的に常用されているが、近接施工の対策として、プレロード工法との併用も効果的である。切ばりを入れるときに、内側へたわんだ山留めを設計軸力に近い軸力をジャッキで導入して外側へ押し戻し、土留め面のたわみを抑えるもので、連続壁工法においていっそう効果をあげている。また掘削幅が広がったり、土留め線が不整形であった場合には、地質によってはアンカー工法も有効であり、更に重要構造物に近接したり、掘削期間が長期にわたるときには、地震などによる影響も考慮して、逆巻き工法を用いるのが最も安全であると考えられる。

次に、地質に応じた掘削の方法も近接施工の重要なポイントである。特に地下水位の低下には留意しなくてはならず、連続壁を用いる場合には、坑内のみならず、土留め壁に作用する水圧を減少させたり、掘削底面のボーリングなどを防止するために、背面の地下水位を低下させる必要が生ずることもある。この場合、周辺の圧密沈下の影響にも注意しなくてはならない。掘削面積の広いときや、近接構造物の載荷荷重の影響の大きいときは、トレンチやアイランドなどの部分掘削工法も効果のある手段である。また、軟弱地盤の掘削に当たっては、ヒービングや土留め根入れ部のけり出しの変形を防止するため、掘削底面下の地盤をあらかじめ注入や生石灰杭工法などで、必要に応じた深さまで地盤補強することも必要で、これは機械施工のためのトラフィカビリティを確保するためにも効果を発揮する。

近接構造物の接近度や、許容される沈下、変形量の限度によっては、更に土留め背面の地盤改良、あるいは直接に構造物の下や周辺の地山を注入によって補強することが必要である。注入工法については、薬害などが見られた結果、一部の薬液が使用を制限されたが、最近では高圧ジェットによる地盤置換法や瞬時二重管方式などの新しい技術が次々と開発され、更に機械的にモルタルなどの柱、壁体を作

る工法も生まれ、目的や地質に応じてこれらを組み合わせて施工することにより効果をあげている。

都市におけるトンネル工法で最近開削工法に比肩して脚光を浴びてきたシールド工法は、地表面に関係なく掘進できるので、地上交通を阻害せず、沿線に与える工事公害も少ないという長所をもっているが、更に周辺地盤に与える影響も少なく、地表面沈下も少なくできるという、近接工事には適した工法といえる。これは最近の15年間に急速に発展した工法で、小さい方は直径2 m程度の埋設物から、大きい方は8～10 mの下水道や鉄道に多く採用されるようになった。特に河川、鉄道、ビル等の構造物の下をくぐり抜け、地下で立体交差し、ますます深層化しつつある近接施工には適した工法であり、補助工法の併用によって、多くの成功例をみている。問題点としては、切羽の安定を保つため、地盤条件に応じた機械を選定するとともに、必要に応じ各種の補助工法を併用して、地表面沈下を最小におさえるという点である。圧気工法を用いる場合には、酸欠空気や地盤内発熱現象が発生する危険もあるので、事前の調査を十分行う必要がある。また、永久構造物としては、将来の近接工事に対応して、覆工やセグメントをより剛度の高い構造にするとともに、必要に応じて補強対策ができるように考慮しておくことが望ましい。

近接施工について施工上の技術的な問題点を述べてきたが、次に別の面から気のついた点に触れておきたい。

まず、施工記録の整備や保存が十分ではないことである。最近では種々の計器が開発され、精度も飛躍的に向上し、施工管理技術も著しく進歩をみせ、施工中の現場測定については十分な管理を行った工事が一般的になってきたが、これらの測定は工事が完成すれば中止される場合が多く、完成後長期にわたる経年変化や地震時の挙動などについては、ほとんど記録がないのが現状であろう。今後はこれらのデータの集積が合理的な近接工事への貴重な資料となるので、完成後も含めた息の長い記録が残されることが望まれる。これまでも近接施工についての貴重な資料が技術雑誌や研究会でいろいろ発表され、それぞれ技術の進歩に役立ってはいるが数に限りがある。情報管理の進んだ今日、多くの施工記録が分析集積されて、データベースのようなものが全国的に整備されていけば、あらゆるケースに応じてその中から一般的な対策を導き出すことが期待できるであろう。

次に既設構造物についての資料を必要とするとき、設計図や施工記録がすでに散逸してしまっていることがある。このため非常に困難をきたす場合が多く、過大な計画をたてざるを得ないことも生ずる。資料保存は各関係者とも自己内部のためのみならず、未知の相手のためにも十分対応できるよう管理していきたいものである。

近接施工において既設構造物を補強する場合、現状の応力度や老朽度を正確に把握しなければならないが、それは

非常に困難なことであるといえよう。旧来の示方、規準で施工された構造物は、現在の規準に照合すると、考え方の相違により、荷重の大きさが変わったり、計算の方式の違いなどから、大きな応力度が算出されることが多い。一方、昔の許容応力度は低く抑えられていることから、近接施工がなければ補強もされない構造物が改めてスポットをあてられることになる、それら古い構造物の安全度をどの程度まで考慮すべきか、その評価が難しく、結局新設の場合と同等の安全率まで高めることとなることが多く、予想外の大改造や補強を要する場合が発生する。

近接施工の協議段階において、事業者あるいは行政間相互の技術が専門化され、細分化されているために、内容が十分に理解しきれずに不必要な時間と費用を要している場合が多い。既設構造物の管理者にとっては自己の構造物に詳しいが、相手方の影響がどのようなものを正確に把握するだけの知識や技術が不十分な場合があり、協議では最悪の場合を予想して、施工中の管理限界を必要以上にきびしく設定したり、過大な防護対策を要求する。また、受ける側も、反論するだけの知識や時間的余裕がないままに受け入れてしまうことが多い。これは双方にとって余分の負担となるので、お互いの専門分野を結びつけ、総合的判断をしていくような場が育成されていくことが望ましく、今後ますます重要となっていくであろう。

近接工事に道路、河川、鉄道、橋梁、埋設物などの各管理者が複合して関係する場合、各自の管理者は自己に対して最も影響の少ない位置、工法を要求する結果、相互間の調整に多大の労力と時間を費やすこととなり、新設される構造物がその機能を存分に発揮しにくい場合も生ずる。また、行政内部の機能分化による意志の疎通や検討に要する時間の増大のため、着工時期が相当遅延することもある。もちろん実のある論議は大いに必要であるが、近接工事が毛色が変わっているということだけで、審議に必要以上の時間を費やすことは改めていきたいものである。

近接施工について技術的な対策をはじめ、関連する問題

点について触れてみたが、都市をはじめ各地において多くの工事が接近し、重層化していることを改めて痛感するとともに、21世紀に向かって今後ますますその度合いが深まることが考えられる。

経済学にいう「機会費用」—オポチュニティ コスト—の観念こそ、限られた地下空間の利用において、まず考えなければならないことである。大都市の地下空間は再生産できないものであり、利用計画の立案に当たっては、他により大切な計画の効用を犠牲にしているのではない、また別の計画に充当した場合の効用はどうかを考慮する必要がある。そして長期的展望にたち、慎重な検討ののち利用計画をたてるべきである。多くの事業者が異なった立場で計画立案することは止むを得ないとしても、それぞれが絶えず将来の空間利用のスペースを考え、近接施工を予想した計画をたてることが望ましい。需要予測に応じた無制限な拡大ではなく、コントロールされた土地利用計画が必要であり、地下空間の有効利用を盛りこんだ計画がなされるべきであろう。最近では、規模の大小を問わず、各種の事業や施設計画が事前に調整され、調査、計画の段階から相互に密接な連絡がとられ、できるだけむだのない、安全な施工が行われるようになったのは喜ばしいことである。

近接施工についても施工時期や、それぞれの構造物の相対関係を調整し、可能な限り同時施工で、あるいは一体構造物とすることが最も効果的な対策であることはいうまでもないが、現実的にはなかなか難しい問題でもある。したがって近接施工の対策としては、対象構造物の特性、基礎構造や接近の度合い、あるいは地質条件に応じてできるだけ影響を与えない工法を採用することが重要である。一方、将来自らの施設に近接した各種の工事が行われることも十分考慮して、設計段階から補強可能な構造にしておくとか、施工時にあらかじめ防護対策を施しておくことも今後いっそう必要となっていくであろう。

(原稿受理 1980. 2. 28)

※

※

※