

## 1. 概要

地下構造物は、構造種別にかかわらず必ず地盤と接しているため、その施工に当たっては土の性質を正しく把握する必要がある。しかし、土は地盤によりその性質を異にするため、定量的に正しく評価することは、困難なことが多い。

したがって、地下構造物を設計する場合は、これらの要素を工学的にある安全率により判断せざるを得ない。構造物を安全に設計するという事は、構造部材・設計条件などに余裕を見込むことであり、材料の選定に当たっても破壊に対し安全率の高い材料が選ばれることが多い。

また、最近では耐震設計の研究が進み、地下構造物にも耐震性が求められるようになってきた。構造物の耐震性は、計算から推定される作用力に対し許容応力度以内に抑えることは勿論、予想される変形に対する変形性能、すなわち靱性が必要とされる。

これらのことから、地下構造物の材料は低材質の材料を厚く用いるのが原則であり、高強度の材料は敬遠される傾向が強く、鋼材はSS 400 K 鋼が、コンクリートでは鉄筋コンクリート (SRC 構造) が、おもに使用されている。

## 2. 経緯

地下構造物における PC プレキャスト部材の使用は、鋼杭あるいは鋼矢板など、鋼材の錆やすく剛性が低い欠点を補うことを目的として、昭和 30 年代にプレストレストコンクリート矢板・プレストレストコンクリート杭が使用され始めた。当時は建設公害に関する規制も現在ほどは厳しくなく、施工に関する制約も少なく比較的自由に施工できる環境にあった。しかし、打込み・建込み・運搬など、施工に伴うトラブルも多かったため、製造技術なども改良され部材の高強度化が進み、昭和 40 年代には高強度プレストレストコンクリート杭、外殻鋼管付きコンクリート杭が市場化された。一方、建設工事に伴う騒音・振動は、社会問題となり、昭和 42 年公害対策基

本法が制定され、打込み工法による施工は著しく制限されるようになってきた。

したがって、打込み工法が基本のプレストレストコンクリート矢板や、プレストレストコンクリート杭の採用は、法の規制を受けない郊外・埋立て地など市街地から離れた場所に限定され、都市内では場所打ち杭が低公害工法として多く施工された。

昭和 50 年代になると、埋込み工法・中堀拡大根固め工法など、低公害工法による杭の施工法が開発され、厳しい施工環境にも対応可能となり、採用の可能性は飛躍的に広がり、現在に至っている。

また、杭・矢板から始まった地下構造物の PC プレキャスト部材は、プレキャストボックスカルバート・PCR 工法など地下構造物本体に拡大する傾向にある。

特に最近では、ジオフロントに代表される地下空間の有効利用から、地下構造物の建設が数多く計画され、都市内では公害問題から道路構造物の地下化、河川の整備計画による地下水路の建設など、地下構造物の需要が急速に高まり、今後とも加速的に増大することが予想される。

さらに、人手不足に伴う工事の省力化、工程短縮の必要性から、構造物のプレハブ化は避けられない課題であり、その実現のためには、構造部材の PC プレキャスト化が重要課題であることはいうまでもない。

## 3. 問題点

### (1) 杭構造

プレキャストコンクリート杭は、遠心力鉄筋コンクリート杭 (既成 RC 杭) から、プレテンション方式遠心力プレストレストコンクリート杭 (既成 PC 杭)、そしてプレテンション方式遠心力高強度プレストレストコンクリート杭 (既成 PHC 杭) と、製造方法を改良し高強度化してきたが、現在ではほとんど既成 PHC 杭が採用されている。

また、液状化する地盤・軟弱地盤など支持力があまり期待できない地盤で、水平荷重が卓越する構造

\* (財)首都高速道路技術センター 技術部長

物では、杭体の強度が高い外殻鋼管付きコンクリート杭（SC杭）が使用されることが多い。

このように杭体強度が高められ、施工に関するトラブルは少なくなってきた。しかし、杭1本の耐力が高くなり、杭本数が減じるとともに杭1本の重要度が増すと、杭1本の欠陥が結果として基礎構造物全体の安全に大きく影響することになる。

杭本体の強度が高くなり、杭基礎全体の安全を高めるには、杭継ぎ手部・杭頭結合部が杭本体と同等の強度を有することが前提であり、もしこれらの一部が弱点となると、杭基礎の耐力は最も弱い部分で全体が決定されることになる。また、部材の高強度化は、部材を構成する材料を高応力状態で使用することになり、終極状態に至る安全率が少なくならざるをえない。すなわち、部材強度を高めることが、他の弱点を呼ばないように配慮する必要がある。

#### （2）地下構造物

土木業界は、3Kあるいは5Kの厳しい職場とされている。特に地下構造物の構築は、過酷な施工環境下であり、土木イメージの代表的業種でもある。この施工環境を改善するためには、業務の省力化をはかり、できるだけ現場での作業を少なくする必要がある。そのためには、地下構造部材のプレキャスト化が有効であり、トンネル・カルバートの一部で採用されている。

この場合、構造型は部材の継ぎ手を介して組み合わせ一体化されるため、継ぎ手部の構造によっては、剛結合とはならないことが多い。したがって、この単一部材相互を一体化する継ぎ手方法、継ぎ手効率を考慮した構造解析、継ぎ手部の止水構造、大型部材の運搬・組立て工法、あるいはプレキャスト部材

を用いた構造型の開発など、地下構造物のプレキャスト化に関する課題は多い。

しかし、トンネル構造を例にみれば、PCR桁によるシールドの防護、プレキャスト部材のセグメント、ECL工法による二次覆工など、既にかんりの部分にプレキャスト部材が採用されている。

#### 4. 将来の展望

地下構造物のプレキャスト化は、土木工事における人手不足、環境改善に対応するための機械化、省力化を狙い、早急に開発すべき時期に来ているように思える。

これは、今までに開発してきた背景に比べると、はるかに急で、そして切実な要求ではないだろうか。期待が大きいほど、より一層の努力が必要であり、安易に要求に応えるべきではない。

いずれにしろ、地下構造物は地盤に接した構造物であり、地下に大型プレキャスト部材を組み立てる施工技術、部材とそれを支える地盤の間に、隙間なく土を詰める技術など、土を優先して構造を決めるべきである。

これらの技術が確立すれば、プレボーリング工法による既成杭、連続地中壁工法によるプレキャスト壁、圧入工法によるプレキャストケーソン、シールド工法による大径セグメント、沈埋工法によるプレキャストトンネルなど、地下構造物への夢は果てしなく広がってゆく。

これらの夢を夢で終わらせないように、関係各位の今後のますますの努力に期待するとともに、本誌を読まれた方々に何らかの参考になれば幸いである。