

特集

---

グラウンドアンカー工法

---

## グラウンドアンカーの発展

山 門 明 雄\*



\* Akio YAMAKADO  
法政大学工学部土木工学科

### 1. はじめに

グラウンドアンカーとは、アンカーの引張り材に加わる力を、アンカー体から地中に伝達する構造をもったもので、地中に埋め込まれた引張り材の先端にアンカー体がグラウト（注入材）の注入によって造成され、それが引張り材とアンカー頭部を通して構造物と力学的に連結する仕組みとなっている。グラウトには一般にセメント系グラウトが、また引張り材には PC 鋼材（PC 鋼線、PC 鋼より線、異形 PC 鋼線、PC 鋼棒、異形 PC 鋼棒）が主に広く用いられている。

我が国では対象地盤として軟岩を含む土砂地盤に造成されるグラウンドアンカーについて、昭和 51 年（1976 年）9 月、土質工学会において「アースアンカーの設計・施工基準」が制定された。しかしアースアンカーという用語は、海外の建設工事など対外的にも弊害が生じるので、今回の基準改訂に際して、対象地盤の適用範囲を岩盤にまで広げさせ、これを国際的に通用するものとするために、Rock anchors と Soil anchors とを併せ「グラウンドアンカー」(ground anchors または ground anchorages) という用語を採用することにした。新基準は、平成元年（1989 年）2 月に「グラウンドアンカー設計・施工基準」として正式に制定された。

地中に設置されるアンカーには、以下に示すように多種あるが、この基準ではこれらは前述したグラウンドアンカーの定義から、グラウンドアンカーの範疇外としている。

- ① 地中に控え板あるいはアンカーウォールを設置し、その受働土圧抵抗によって矢板岸壁などを支持させるタイロッドアンカー
- ② 周辺の岩壁と密着させ一体化することを目的として設置されるロックボルト
- ③ 加工した支圧板を地中の所定の深さまで押し込み、引張り材を引いて所定の状態に設置するプレートアンカー
- ④ アンカー体がスクリューで構成されているスクリューアンカー

この土質工学の新基準については、本特集号のなかで小山幸則氏はその主旨と主な改訂内容等について述べられているので参照されたい。

本章では主として土砂地盤に対するグラウンドアンカーについて述べることにする。

### 2. 土砂地盤に対するグラウンドアンカーの歴史的経過

我が国においては、土砂地盤のアンカーとしては、昭

和 39 年 (1964 年) メナール氏のアイデアのもとに開発された PS アンカーが本四連絡橋の地盤調査としての大型載荷試験の反力用に採用されたのが最初といわれている。その後、偏土圧を受ける山留用などに使用されたものもあるが、当時の削孔は地盤調査用のロータリー式削孔機が使用されていたために、

① 地盤条件によっては削孔そのものに相当の熟練を要すること

② アンカー体の造成作業にも手間と熟練を要するなどの問題点を有していたため、その経済性の面からも特殊な場合以外あまり利用されなかったが、その後、PS アンカーのゴムチューブにより加圧しアンカー体と地盤との付着を密実にする作業を単純化するためのコンパクトウェッジアンカーなどが開発されるようになった。

当時海外では、西ドイツにおいて 1958 年に現在のセメントグラウトによる注入加圧型のアンカーが開発された。その後、この型のアンカーがヨーロッパにおける主流として発達してきた。一方、1961 年にはイギリスにおいて多段式拡孔型アンカーが開発され、ロンドンクレイ、シルト岩層、白亜層などの地山に盛んに使用されるようになった。また当時、イギリスにおいても注入加圧型アンカーの研究も同時に行われていた。

我が国でも、セメントグラウトによる注入加圧型アンカーに対する関心はすでに高まっていたが、アンカーの重要な作業である削孔に対しては、1968 年まで地盤調査用の一般試験用削孔機が使用されていたために、地盤条件によっては削孔作業には相当の時間と熟練を要すること、また斜方向の土砂地盤の削孔には非常に困難な状況にあった。しかし 1969 年になると、ケーシング掘りロータリー式削孔機がアンカー用として開発され、1970 年にはこの削孔機を用いて 営団地下鉄 9 号線代々木工区の開削山留工事、東京羽田モノレール橋脚の補強アンカー工事、また地下水の多い砂礫地盤である原町田の建築工事での山留工事等に使用され、成果をあげた。当時、我が国では大型建築工事の最盛期にさしかかっていたため、地下掘削に伴う山留用の仮設アンカーが急速に普及し、その実績も多くなり、アンカーに対する信頼性、有利性が確認されるようになった。その後、永久構造物にもその安定性を確保するために採用されるようになってきた。また、1972 年ロータリーパーカッションの油圧式ユニバーサル削孔機が西ドイツより導入されたからは、アンカー用のダウンザーホール使用のロータリー式削孔機、トップハンマー使用のロータリーパーカッション式削孔機など、次々と削孔機の開発・改良が進められ、国産化されるようになった。そして工事の大型化、

スピード化に対応できるようになってきた。

このように土砂地盤に対するグラウンドアンカーの普及と発展の経過は、施工技術の面、作業コストの面で最も重要な要素であるアンカー用削孔機の開発の経過の歴史であるともいえる。1970 年以來のアンカーに対する削孔技術の急速な進歩によって、アンカーの施工法自体も開発、改良されるにつれて施工性も確実性を増し、また利用面においても多様化の方向に進んできた。このように土砂地盤に対するアンカーの実績が積み重ねられるにつれ、経験的に計画、設計に対する目安が立てられるようになった。

土質工学会においては、当時のこの新しい土砂地盤に対するグラウンドアンカー工法を一般に正しく認識してもらい、その円滑な発展のために、また今後建設技術に大きく貢献するであろうこのアンカー工法の確実性、有利性を実証し、普及させるために、アンカー工法に関心を持ちその発展を望む方々からの強い要望もあって、昭和 49 年 (1974 年) に「アースアンカー工法委員会」を発足させた (後に、「アースアンカー設計・施工基準化委員会」に改名)。当時グラウンドアンカーが広く利用されていたヨーロッパの現状の調査、研究資料の整理、検討などを行い、その成果を「アースアンカー工法」という単行本にまとめ、土質工学会で発刊した。このとき、「アースアンカー工法」の一応の基準案がまとまったので、末尾に「アースアンカー設計・施工基準 (案)」が掲載された。

当時グラウンドアンカーに対する海外の基準あるいは指針は、1972 年の西ドイツの DIN (4125 Blatt 1) の仮設アンカーに対する基準と、1973 年の永久・仮設アンカーに対する FIP の指針しかなく、1976 年になってようやく DIN (4125 Blatt 2) の永久アンカーに対する基準が正式に制定された時代であった。

その後、各国でグラウンドアンカーに対する基準・指針が次々と制定されてくるが、これについては、本特集号のなかで藤田圭一氏が「内外のアンカー基準の動向と使用状況」という題名で述べられているので参照されたい。

1979 年に「アースアンカーの設計・施工基準」が学会で正式に制定されて以来、特に掘削工事における山留用仮設アンカーは一般の切バリ工法に比較してプレストレスを与えることによる山留壁の変位を最小限にすることが可能なこと、掘削作業空間を保持できることなどの利点があることから、その需要が多くなってきた。こうしたなか、隣接地や公共道路下部にアンカーが挿入打設される場合、また同敷地内でも将来地下工事が実施される際に、このアンカーが障害となることが予想される場

合には、工事終了後にそれらのアンカーを除去することが要求されるようになってきた。そこで、こうしたニーズに応えるべく考案されたのが除去アンカーである。除去アンカーについては、日本アンカー協会において作成された昭和 63 年 7 月版の「アンカー工法標準マニュアル」の中に 11 種の除去アンカーが紹介されているが、これらの除去アンカーの中には現在ほとんど使用されていないもの、また確実性、経済性の点で問題のあるものなども含まれてはいるが、今後それらが改良され実用化されることもあり、また現在でも開発途上にあるものもあり、今後の開発に期待するものである。

仮設アンカーでは山留用アンカーのほかに大型載荷試験やケーソン沈設用などに利用され、永久アンカーとしては擁壁の安定、地すべり防止対策、つり橋の反力、鉄塔の安定、構造物の転倒防止、浮き上り防止など、その利用は多様化してきている。永久アンカーは構造物の存在期間中確実にその性能が維持されていなければならない。したがって永久アンカーを計画・設計するにあたっては、地盤条件、周辺の環境条件の十分な調査は勿論のこと、アンカーの防食処理などの技術的な対処や維持管理の方法など十分な検討が必要となる。これに対しては、種々なアンカーの構造形式、施工技術、PC 鋼材や緊張定着方式の開発、防食材や防食方法の開発、ジャッキや計測装置の開発などが行われ実用化されてきている。

また 1965 年のメキシコでの国際土質基礎工学会の国際会議においてアンカーに関するセッションが設けられて以来、1977 年東京での国際土質基礎工学会の国際会議、その他各地域での国際的な大きな会議では一つの独立したテーマとしてとりあげられてきているし、各国においてもアンカーに関するシンポジウムが開催され、多くの調査、研究、技術面の発表が行われ、特にグラウンドアンカーに対しての検討課題が提出されてきている。

このようなグラウンドアンカーの内外の現状を踏まえ、特に永久アンカーの設計・施工などの技術面において旧基準では十分な対応が難しく、最低限の規定が必要であるとの要望もあり、今回土質工学会基準を改訂したのだが、基準の条文を詳細に記載することは難しいところもあり、また技術の進歩や新材料の開発など今後のグ

ラウンドアンカーの発展を阻害しないような配慮もされているために理解し難い面もあることから、「グラウンドアンカー設計・施工基準・同解説編集委員会」を引き続き発足させた。この解説編は、目下各項目についての最後の調整の段階にある。

なお現在、日本建築学会においても「地盤アンカー設計・施工指針」（仮称）を作成中であり、また日本建築センターにおいては昭和 60 年～昭和 62 年にかけて拡孔式圧縮タイプの「KCS 永久アンカー研究会」を、昭和 61 年～昭和 63 年にかけて引張りタイプの「VSL-J1 永久アンカー研究会」、圧縮タイプの「STK 永久アンカー研究会」を、昭和 63 年～平成 2 年（予定）にかけて圧縮タイプの「PTC 永久アンカー研究会」が設けられすでに研究成果が出されて実用に供されている。建設省土木研究所においては、昭和 63 年から「グラウンドアンカー工法を用いた基礎の設計法に関する検討業務」、高速道路調査会においては「斜面安定のためのアンカー工の計画・設計に関する研究委員会」なる名称のもとにグラウンドアンカーに関する調査研究が行われている。

このように現在グラウンドアンカーは、永久構造物などの建設関係や防災関係に使用する永久アンカー、大深度地下開発におけるアンカーの適用などその利用面の多様化に対処するための設計法の確立、施工技術の開発、防食技術、新部材の開発など、今後の研究、開発がますます望まれるとともに、まだ解決すべき多くの課題を有している。

### 3. あとがき

我が国におけるグラウンドアンカー、特に土砂地盤に対する歴史は浅く、先に述べたようにその発展の経過は削孔技術の開発に伴う施工技術の進歩によるものである。その結果、グラウンドアンカーの有利性、確実性が認識され、その需用も多くなり実績も増してきた。この 10 年間のグラウンドアンカーの発達は目ざましいものがあり、その利用面は建設・防災の分野に多様化してきている。これらに対処するための調査、研究、開発が今日盛んに行われているので、今後の発展を大いに期待したい。