The Japanese Geotechnical Society

海外における地下連続壁工法の動向

山肩邦男*

1. まえがき

1969年のメキシコ市における土質基礎工学国際会議では，地下連続壁に関する特別技術会議が開催された。この会議に際して行なわれた J. Florentin の一般報告[1]によると，各国における地下連続壁の初施工以来の施工実績は，**表—1**のように示すことができる。ただしフランスにおける初施工年は，ソレタンシュ社のカタログ[2]によった。またアメリカおよびカナダでは，泥水掘削溝に不透水性の塑性材料を充てんした厚壁の連続壁工法があって，1950年以来施工されてきており，1968年までの施工実績の累計は 63 万 m^2 に及んでいる[3]。しかしその後，ベントナイト泥水を用いて溝壁の安定をはかり，コンクリートを打設する薄壁のヨーロッパ式工法が導入され，次第に旧来の厚壁式のものと入れ代わって用いられるようになってきた[4]。**表—1**の実績は，この薄壁式工法に関するものである。

J. Florentin の一般報告には，ほかの国々に関する報告がないこと，とくに世界的な水準に達していると思われるわが国の実績報告がないことなど，世界的な施工実績の動向を知る上では満足されないものがある。しかしながら**表—1**の数値は，少なくとも海外においては，ヨーロッパがやはり巨大な施工実績を誇っており，とくにイタリアおよびフランスがその本場であることを如実に物語っているとみてよかろう。

地下連続壁工法は，ヨーロッパにおいて発生し育てられてきた工法である。しかも以上の引用からもわかるように，現時点においてもほかの大陸に比べて卓越した施工実績をもっている。したがって，海外における地下連続壁工法の動向を知るためには，ヨーロッパ諸国における現状に眼を向ける必要のあることがわかろう。

昭和47年4月8日から26日までの19日間，筆者は「欧州における無音無振動基礎工法調査団」を組織し，そのコーディネーターとしてヨーロッパ諸国への調査旅行を行なった。この調査団は総勢18名からなり，地下連続壁・場所打ちグイ・既製グイおよびグラウトの諸工法に関するヨーロッパ諸国の現状を視察する目的のものであった。訪問先は7カ国，9都市，11社(内1はハノーバー国際見本市)に及び，短い期間ではあったが予想した以上の収穫を得ることができたと考えている。この調査結果については近くフルレポートがまとまり，何らかの形で公表される予定である。

本文においては，この調査団の調査結果のうちから地下連続壁関係のものを引き出して報告することとしたい。なお，さきに紹介した1969年の土質基礎工学国際会議「地下連続壁」特別会議の報告集には20編の報告が収録されており，文献[1]にはそれらの簡単な紹介がなされている。したがって，これらについては適宜参照していただくこととし，以下では触れないこととする。

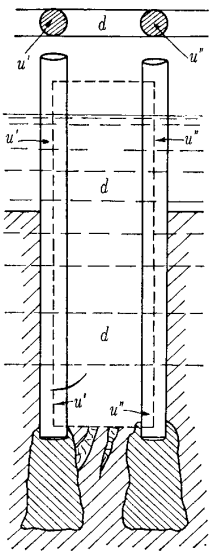
表—1　各国の地下連続壁施工実績[1]

国名	累計年間	累計施工実績
イタリア	1954 ～ 1963年	200万m^2
フランス	1948[2]～ 1969年	約100万m^2
アメリカ・カナダ	1962 ～ 1968年	15万m^2
ギリシア	最近の10年間	4万m^2

* 工博　関西大学教授　工学部建築学科

2. 地下連続壁工法発達の由来

ヨーロッパでは，地下連続壁工法のアイディアはかなり古くからあったようで，1920年のドイツ特許[5]ですでに同工法のはしりが見られる。この特許工法は，**図—1**に示すようにまず根切り底まで達する先行パイプ (u', u'') を一定間隔をあけてせん孔設置し，これらのパイプをガイドとして半円型の側面をもつせん孔かん(函)(d)をスライドさせて降しながら，パイプ間の地盤を掘削する。その後コンクリートを打設し，先行パイプおよびせん孔かんを引き抜くのであるが，この際先行パイプとせん孔かんの上端にふたをあてがってその中に圧搾空気を送り込み，コンクリート上端面を反力として利用するというものである。掘削方法などは明らかでないが，現在の工法との類似性もあり興味深い。



図—1　1920年のドイツ特許[5]

地下連続壁工法の実用化は，

NII-Electronic Library Service

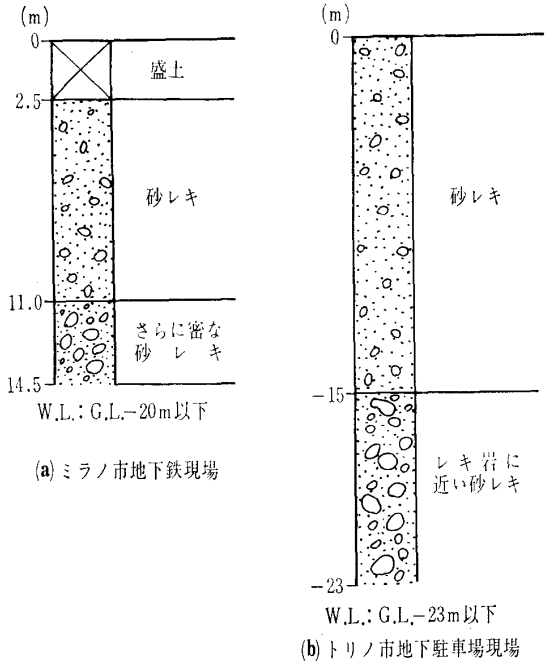
The Japanese Geotechnical Society

ベントナイト泥水を使用した場所打ちコンクリートグイの施工法の応用として派生したものといわれ，その開始時期は表—1よりほぼ1950年頃とみることができる。

さて，地下連続壁工法がこのようにして開発され発展を遂げてきた主因は，やはり開発地における地盤条件との関連において考えねばなるまい。現在世界的に名の知られている工法のうち，イコス・CCCF・エルゼなどの工法はいずれも北イタリアのミラノを本拠としたものであり，またソレタンシュ工法はフランスのパリに開発の本拠をおくものである。そこで，図—2にミラノおよびトリノの土質柱状図の例を，また後出の図—9にパリにおける例を，参考までに掲げておいた。

これらの図に見られるように，ミラノはかなり密な砂レキ層が発達した地盤であり，またパリは石灰岩質の砂レキ層および石灰岩からなる地盤であり，ともに地下水位がかなり低いことがわかる。したがって，このような地盤にシートパイルや既製グイを打ち込むことは，かなり困難を伴うであろうと容易に推測できる。そしてさらに，建てこんだ市街地において周辺建物に近接した工事を行なわねばならないというような条件が加味された場合をあわせ考えると，必然的に土中を削孔してコンクリートを詰めるという場所打ちグイ工法，そしてこの方法をさらに推し進めた地下連続壁工法が，これらの地盤に対して技術的に最適であり，また大局的には経済的な工法として考案されたものと考えられる。

以上がヨーロッパにおいて地下連続壁工法が発達し普及してきた最大の原因と考えられる。この点，軟弱なチュウ積層の厚いわが国の大都市地盤に対して地下連続壁工法が導入されるに至った諸原因のうち，主力工法であったクイならびに矢板の打撃工法に伴う建設公害が問題となって地下連続壁工法の無音無振動性が大きく取り上げられた事情[6]とは，かなりかけ離れていることがわかる。



図—2　ミラノおよびトリノ市における土質柱状図

現在の地下連続壁工法の長所として，ヨーロッパの専門会社があげている項目は以下のようであり，これらの項目の中に，かれらが守備範囲とする地盤と取り組み営々として築きあげてきた技術の方向と奥行が読みとれるように思われる。

i) 岩盤をも含めて任意の地盤で施工が可能である。
ii) 非常に深くまで壁をつくることができる。
iii) 壁相互のジョイント部分を半円形に施工することにより，壁の水密性を高めることができる。
iv) 隣接建物に近接した作業が可能であり，しかも無音無振動に近い。
v) 仮設の土留め壁としてだけでなく，本体構造物としても利用できる。
vi) 壁厚や断面形についてレイアウトの制約を受けない。
vii) 重量構造物を支持する基礎もつくることができる。

3. 掘削機について

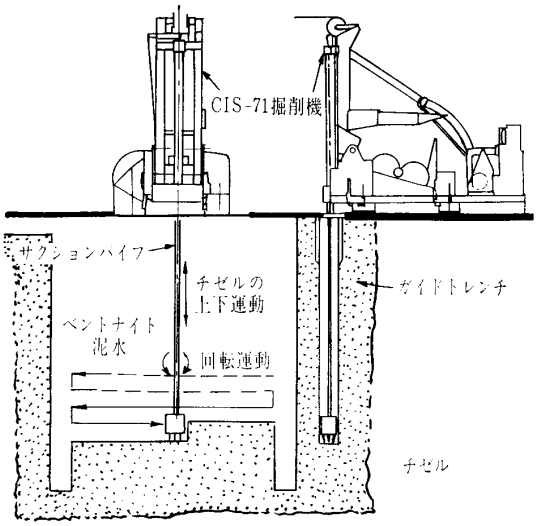
現在ヨーロッパで実用に供されている掘削機としては，バケット方式によるエルゼ機（写真—1参照），パーカッション方式のソレタンシュCIS機（図—3参照），グラブ方式としてはソレタンシュ社・セメンテーション社のケリー型機（図—4および写真—2参照），イコス機，テーラーウッドロー社のポクレン機（写真—3参照）などがあり，さらにロータリーまたはロータリーパーカッション方式によるCCCF機などがあげられる。これらはすべて，すでにわが国に導入されているものばかりであって，とくに説明を要しないであろう。

しかしながら，これらの中でケリー型機は比較的新しく開発されたものであり，掘削面に対してケリーロッドおよびグラブの自重によって加圧し，シェル刃先に油圧による強力な締付け力を与えるという掘削機構が威力を発揮しているのが目立った。泥水を劣化させる度合いが少ないこと，リバース方式の場合必要な土砂分離装置がいらないこと，

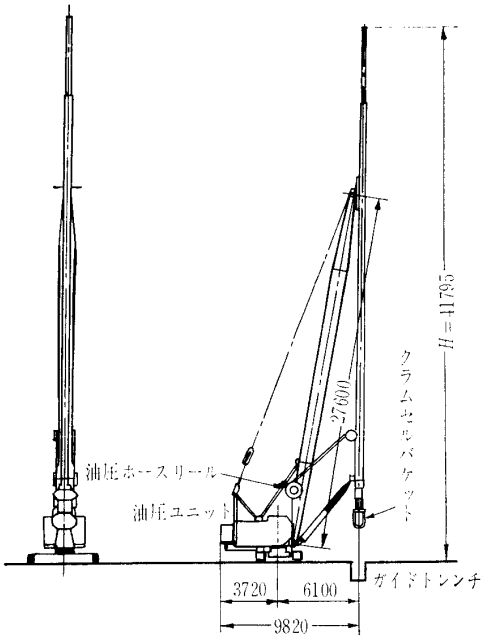
写真—1　トリノ市現場におけるエルゼ機

NII-Electronic Library Service

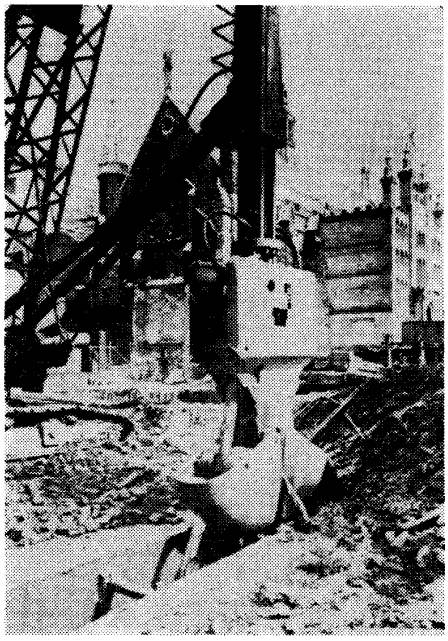
The Japanese Geotechnical Society



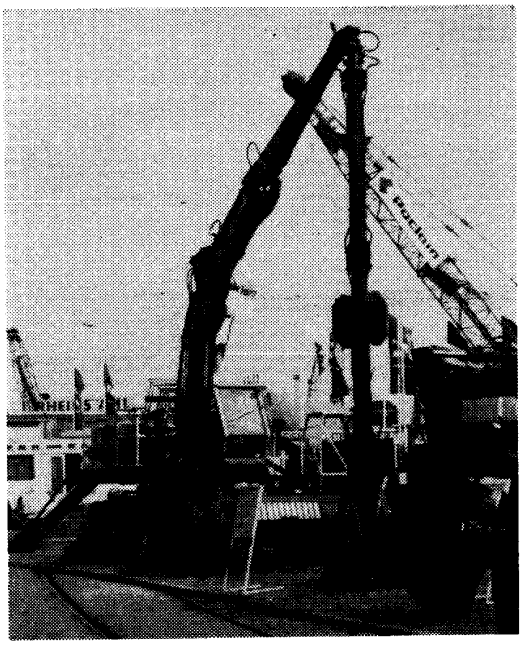
図—3 CIS-71 型掘削機



図—4 ソレタンシュ社のケリー掘削機



写真—2 ケリー型掘削機のグラブ（セメンテーション社）



写真—3 ポクレン機（ハノーバー見本市において）

連続壁の鉛直性がよいことなどのメリットによるものと思われた。**写真**—1 のエルゼ機も旧来のものに比べて油圧機構が改良されているとのことであり，またハノーバー国際見本市でも OTTO WOLFF 社，BENOTO 社の強力な油圧締付け装置をそなえたグラブ型溝掘削機が展示されていたことを考えると，グラブ方式の強力化が現在の一つの傾向といえるかもしれない。

掘削機には，それぞれの機械によって最適地盤というものがあり，地盤に応じた使い分けが必要である。たとえばソレタンシュ社では，玉石など障害物のある地盤や岩盤のように非常に硬い地盤ではパーカッションあるいはロータリー式の掘削機を用い，それ以外の地盤ではケリー型機を採用するといった使い分けを行なっていた。逆に掘削機を地盤条件によって取り換えない場合には，たとえばグラブ型掘削機で硬い地盤を掘削するに際しては先行ボーリングを併用するなどの手段をとっているが，このあたりはわが国と同様である。

なお1エレメントの長さすなわち一度にコンクリートを打設する壁の長さは，各社を比較してみると大体 4.5～7m であって，最大のもので 8 m であった。

4. ベントナイト泥水の調合およびコンクリートの打設

これらについては，訪問先で説明を受ける機会が少なかった。主として時間的に制約があったためである。ここでは，見聞した内容を紹介しておくに留めたい。

ベントナイト泥水の濃度としては，ストックホルムの現場において5％濃度（ベントナイト：スーパーポンザ，イ

NII-Electronic Library Service

The Japanese Geotechnical Society

ゥリア産）を，ミラノおよびトリノの現場では7％濃度のものを用いていた。なおロンドンクレイ中の場合には，地盤が非常に安定しているのでから掘りする場合もあるとのことであった。

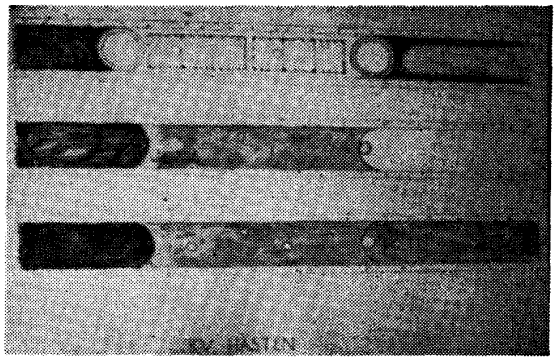
ストックホルムの現場は，古期岩類からなる基盤岩上にモレーンなど氷河たい積によるレキ～レキ岩層の発達した地盤であった[7]。またミラノおよびトリノの現場はすでに図—2の（a）および（b）に示したように砂レキ地盤である。このような地盤状況から判断して当然逸泥を生ずることが考えられるが，分散剤や混和剤などはまったく使用していなかった。わが国とヨーロッパでは使用するベントナイトの品質に差があることが考えられるので，単純にベントナイト濃度から逸泥の程度をうんぬんすることはできないかもしれない。しかしトリノの現場で聞いたところでは，逸泥に対してはあらかじめガイドウォールの外縁に沿ってグラウトを行なうと述べていたので，このように割り切っているのかもしれない。綿実カスなどの添加物を用いるとコンクリートの品質を低下させるので，このような方法は避けるべきだともいっていた。

コンクリートの打設にあたってトレミー管を使用していることはわが国と同様であるが，この関係の情報も少なかった。セメンテーション社では，一般にスランプ20 cmのコンクリートを，1時間に15～22.5 m³の割合で打設しているとのことである[8]。

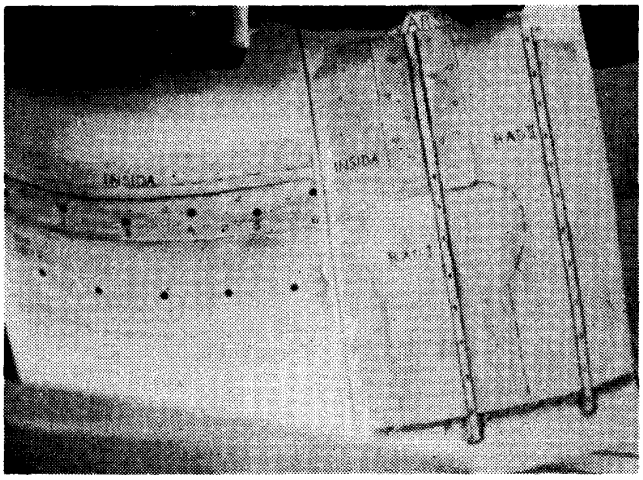
5. 継手部の施工と止水

わが国では，連続壁の継手部にインターロッキングパイプを使用する工法のほか，RCあるいはPCジョイント部材を使用したり，鉄筋かごの未掘削端部にふさぎ(塞)板となる鋼材・リブラスあるいは布を取り付けて使用したりする工法を採用している[9)10)]。このような継手工法を工夫しているのは，わが国の都市地盤における地下水位が一般に高く止水性をよくする必要のある地下連続壁を構造本体あるいは耐震壁として利用するためセン断補強を考えていることなど，それなりの理由がある。しかしながら，ヨーロッパではほとんどの会社がインターロッキングパイプを使用しているようであった。ただ同パイプの呼び名としては，stop-end tube, stop-end pipe, metal tubular units などと変化はあるが，機能的にはまったく同一とみてよい。この理由としては，ヨーロッパの地盤では一般に地下水位がかなり低いこと（図—2および図—9参照），したがって後で述べるような継手止水法で十分であり経済的であること，必要ならグラウト工法も適用できること，一般に地震力を考慮する必要がないことなどによるものと推察された。

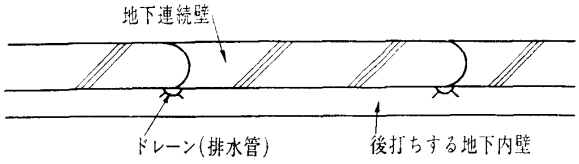
継手部の止水法として2例を紹介しておく。その1つは，ストックホルムの現場で行なっていた方法である。写真—4に見られるように，継手部に1個ずつ止水グラウト用パイプを配置しておき，コンクリートの硬化後パイプを引き抜く。この孔中にグラウトするという簡単な方法であった。同じ写真に1エレメントあたり5本の埋込みパイプが見られるが，これは連続壁下方地盤へのグラウト用パイプであり，ϕ100 mm 程度のものであった。当地は基盤岩上にモレーンのレキ岩層が一部たい積しているため連続壁下端部の止水性が悪い。そこで，これらのパイプを通して基盤岩まで削孔し，グラウトによって止水性を確保する対策を立てていた。なおこれで不足する場合には，連続壁背面地盤にもボーリングを行なって，止水の万全を期していた。写真—5を参照されたい。



写真—4　地下連続壁継手部の止水グラウト用パイプおよび先端地盤グラウト用パイプ



写真—5　地下連続壁の先端地盤および背面地盤へのグラウト



図—5　ドレーンパイプによる継手排水

ほかの1つは，デュッセルドルフにおいてステューバ（STUVA）研究所の所員から聞いた方法である。図—5に示したように，継手部からの漏水を掘削面側のドレーンパイプに受けて排水するという方法で，半円形のドレーンパイプは塩ビ管または鋼管を使用し，これらを連続壁に仮止めした後，地下内壁のコンクリートを打設している。

NII-Electronic Library Service

The Japanese Geotechnical Society

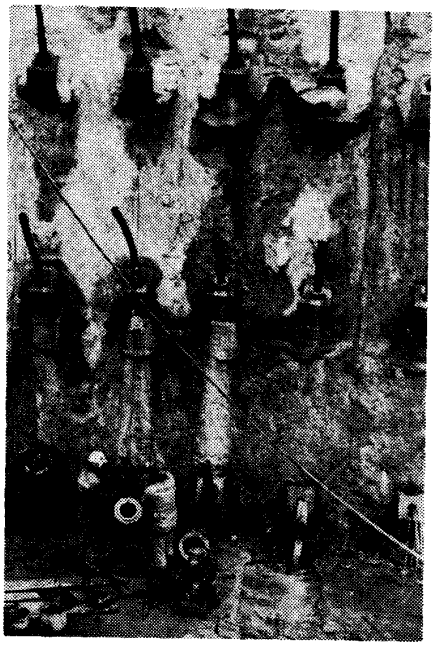
いずれにしても連続壁の継手部は，わが国と比較にならぬくらい簡単であることが，われわれの驚きの1つであった。

6. 横土圧の支保工

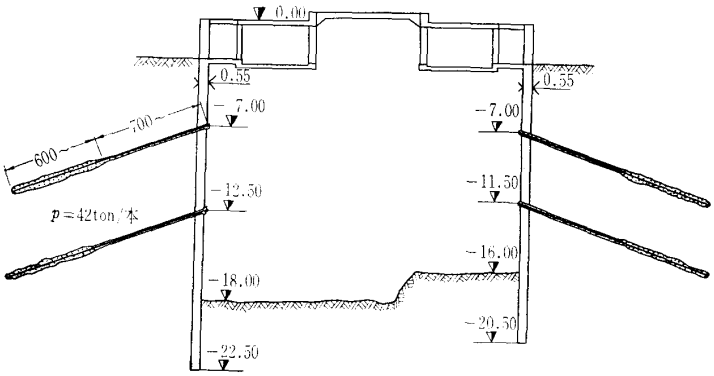
地下連続壁にかかる横土圧の支保工としてタイバックアンカーを使用することは，すでに一般化してしまっている感があった。われわれが旅行中に訪問した現場や入手した施工例の資料などに見られた支保工は，すべてタイバックアンカーによって行なわれていた。**写真—6**は，その1例として示したストックホルムのクレジットバンク建設現場であって，スタビレーター社によるタイバックアンカーの施工中であった。根切り深さは平均 18 m，連続壁の厚さは 80 cm，全壁面積 5,800 m² に対してタイバックアンカーは4段で総数650本に及ぶ大規模な工事であった。アンカー長さは12～46 m(平均28 m) で連続壁面に対して45° の角度，岩盤内への定着長さは7 mである。設計引抜耐力は 200t を見込んでいた。なおボーリング機はODマシンを使用していた。

また**図—6**は，トリノ市の地下駐車場建設現場の土留め計画である。1面が道路，3面が既設の建物であって，建物を押え荷重として利用した2段のタイバックアンカーが使用されている。なお**写真—6**の現場と同様に，アンカーロッドは腹起こしを介さず，直接壁面に固定していることに注意されたい。

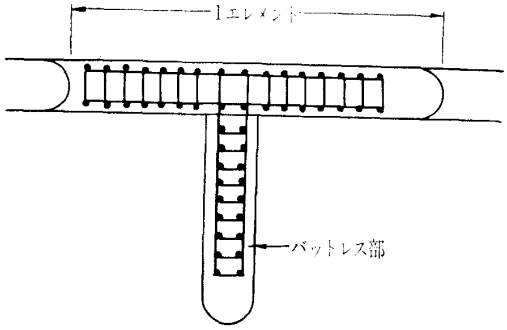
このようにタイバックアンカーが主力の支保工として用いられているのは，ヨーロッパがわが国と比較して地盤条件のよいこと，優秀なボーリング機械およびアンカーリングの技術を保有していることなどにもよるのであろうが，それ以上にアンカーロッドが敷地境界線外に出ることに対して社会的にさほど問題視されていないことが，大きな理由と考えられる。わが国で支保工用のタイバックアンカーを計画することは非常に面倒な手続きと事後処理対策などを要し，なかなか実用化の軌道にのらないことを顧みるとまさに雲泥の差であり，地下権などに対する考え方の相違を見せつけられる思いであった。



写真—6 ストックホルムのクレジットバンク現場におけるタイバックアンカー工事



図—6 トリノ市の地下駐車場の土留め計画



図—7 バットレスをもった地下連続壁

以上のほか，西ドイツでは**図—7**に示すようなバットレスを使用した例が見られた。地下連続壁の剛性を増大させ，掘削時の連続壁のタワミや内部応力を減少させる点において，効果的とみられよう。この場合，鉄筋かごを丁字形に一体として組む必要のあることを強調していた。

7. 基礎グイへの応用

地下連続壁を土留め壁として利用する本来のあり方のほかに，鉛直荷重を支持するための基礎グイとして利用することも，ヨーロッパではすでに常識化しているようである。とくに，円形断面の場所打ちグイでは支持力が不足するような場合に，連続壁工法によって板型断面のほか，十字型，Y字型，H字型，T字型あるいは小判型などの断面をもった重量物用の基礎を施工している。2.に述べたように，地下連続壁工法は場所打ちグイ工法の延長であり，本質的には同じ機能をもたせてよいという考え方に基づくものであろう。

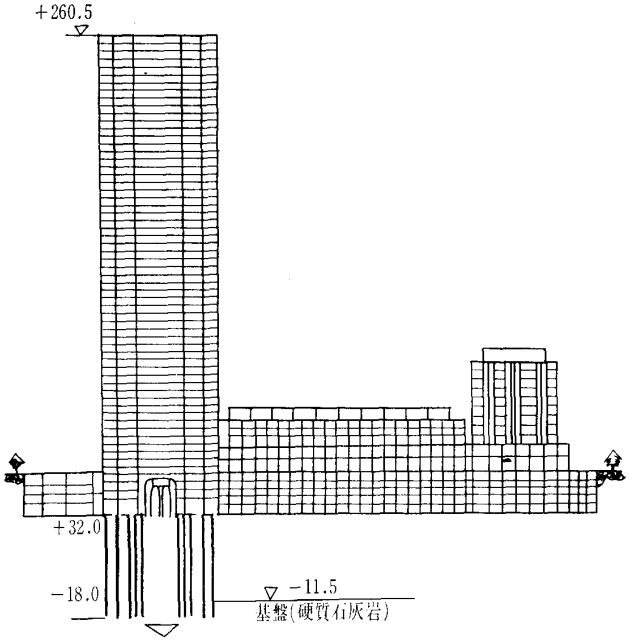
実例としては，ソレタンシュ社，エルゼ社，CCCF社などに数多く見られたが，その例としてモンパルナスの塔の基礎工事その他を以下に引用しておく。

NII-Electronic Library Service

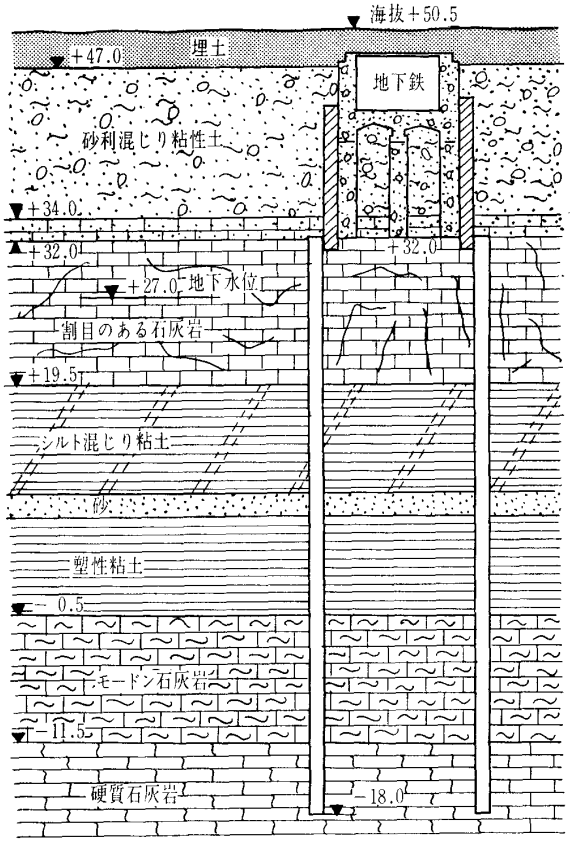
The Japanese Geotechnical Society

モンパルナスの塔[11]は地上60階建，高さ210mのヨーロッパでも指折りの高層建築であり，パリ訪問当時地上階の施工中であった。この建物は図—8に見られるように，塔部分の基礎に既設の地下鉄6号線を抱きこむ形で設計されているのが特徴で，総重量115,000t（塔部分）を支持する基礎構造が問題であった。さて当現場の地盤と地下鉄構造物との関係は図—9に示すようである。小規模の建物は，一般に海抜32.0～19.5mにある石灰岩層で支持されており，当建物の低層部もGL−18.5mまで根切りを行なって，この層に直接支持させる計画であった。しかし高層部については，粘性土層の圧密沈下が問題となり，GL−18.5mまでの根切り終了後，海抜−18mに達する基礎グイを施工し，荷重を硬質石灰岩に伝達させる計画が採用された。この硬質石灰岩の一軸圧縮強さは25～40kg/cm²であるという。基礎グイとしては，地下連続壁工法用の掘削機による壁状の基礎が採用され，図—10に示すように配置された。施工はGL−18.5mの根切り底から行なわれ，海抜32～19.5mの石灰岩層はニューマチックハンマーで破砕し，粘性土層に到達してからはケリー型掘削機が使用された。なお同掘削機の最大刃先寸法は1.5m×2.2mであったという。

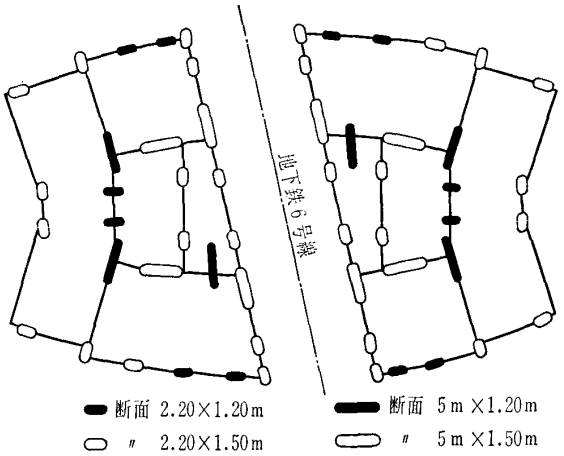
鉛直荷重に対する設計支持力度がはっきりと示されている例としては，グルノーブルの中央大学病院に関するものがある[12]。同地の土質柱状図は図—11のようであって，当地は地震地帯にあたっているため，基礎を耐震的に設計する必要があったという。いろいろの形状の基礎が施工されているが，荷重が140t未満の場合円形の場所打ちグイと



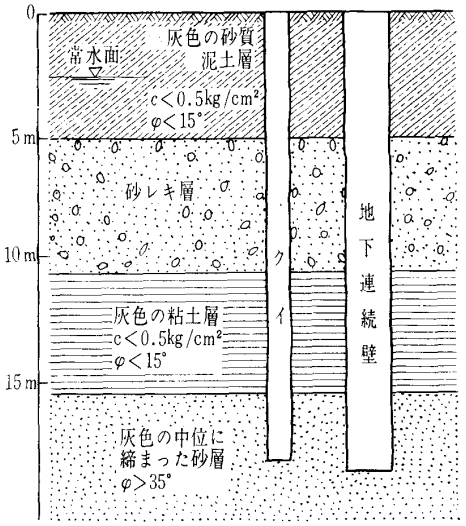
図—8　モンパルナスの塔（パリ）



図—9　モンパルナスの塔建築現場の土質柱状図



図—10　モンパルナスの塔高層部の基礎グイの配置



図—11　グルノーブル現場の土質柱状図

NII-Electronic Library Service

The Japanese Geotechnical Society

し，大荷重の場合板状の連続壁エレメントが用いられている。設計支持力度としては，長期 230 t/m², 短期 350 t/m² が採用されており，場所打ちグイの許容応力度 500 t/m² と比較すると小さいが，これは地盤条件がよくないことを考慮したためであると説明されている。

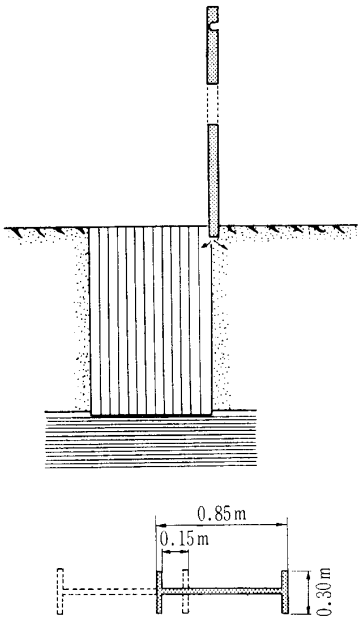
以上は建築用基礎としての例であるが，土木用基礎としてもドック・護岸などの基礎への応用例が見られた[13)14)]。しかし紙面の都合上割愛することとしたい。

8. 新しい研究開発

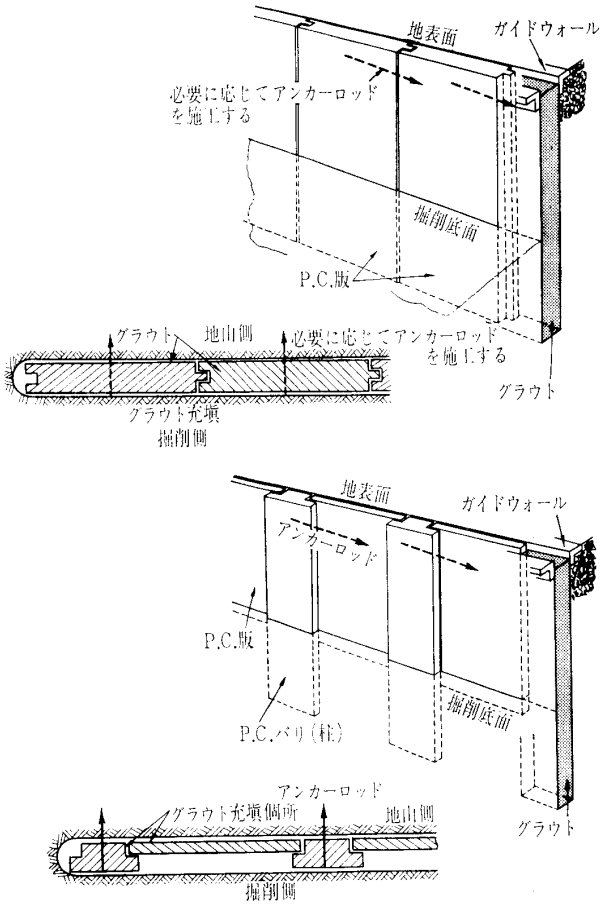
地下連続壁工法に関連した新しい研究開発も，盛んに行なわれているようである。以下にその数例を紹介しておく。

まずソレタンシュ社のグラウトダイヤフラム工法[2)] がある。この工法は単に止水のみを目的とする場合，グラウト材を充てんした薄い連続しゃ水膜を形成するものであって，費用の節減をねらったものである。この工法の一つが図—12に示すＩビーム法であって，Ｉビームをラップさせてバイブロまたはパーカッションによって地中に打ち込み，このＩビームを引き抜きながら先端からグラウトする工法である。ほかに特殊なのこぎり刃 (saw) によって地盤をカットし，グラウトする方法もあるようであるが，その詳細はわからなかった。前者のＩビーム法による最大施工深さは 25 m, 後者の工法では最大 10 m までといわれている。

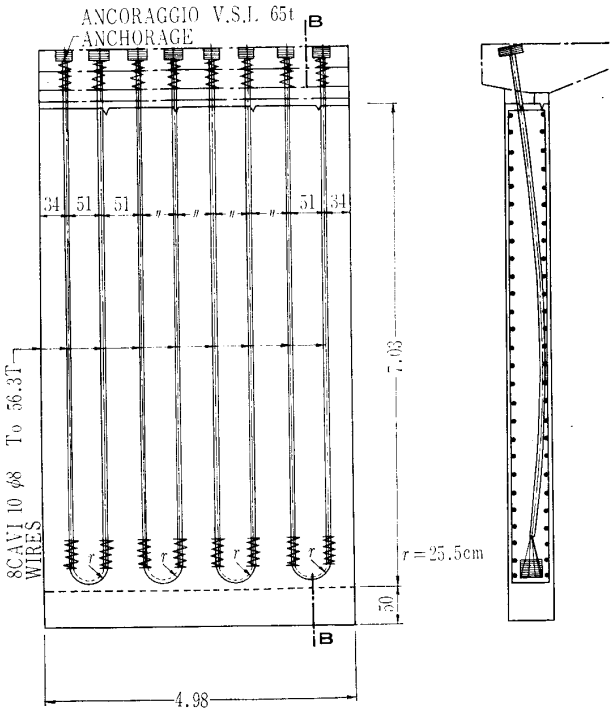
またソレタンシュ社では，パナソール (Panosol) 工法[15)] というプレキャスト材を用いた新しい連続壁工法を開発していた。この工法は，図—13に見られるように，既製の鉄筋コンクリートパネルを掘削みぞにそう入するものであるが，この場合特色のあるのが安定液兼グラウト材の使用である。「クーリーパナソール」と呼ばれており，掘削時には泥水の代わりとして壁面安定用に用いられるが，その後，硬化してプレキャストパネルと掘削みぞ壁との間の充てん材となる。このグラウト材の硬化時間を勘案して定めることが大切であり，3～4 日で硬化するものがよく用いられている（最大 8～10 日まで硬化時間を延ばすことができる)。



図—12　Ｉビーム工法



図—13　パナソール工法



図—14　ＰＳ導入の地下連続壁

NII-Electronic Library Service

The Japanese Geotechnical Society

硬化すると，少なくともプレキャストパネル周辺の土と同じ強度まで，場合によっては 50 kg/cm² 程度，あるいはそれ以上の強度まで発揮するという。したがって掘削段階に移ってからは，容易にこの充てん材を掘り取ってパネル面を露出させることができる。泥水処理が不要であること，なめらかな壁面が得られることなどに工法の長所が考えられるが，充てん材の詳細については特許がからみ，説明が得られなかった。なおこの工法については，すでに実施例[16]が見られる。

エルゼ社では，地下連続壁にプレストレスを導入する方法を開発していた。図—14は，同社がスイスのルサーンで行なった施工例であるが，壁厚 65 cm，深さ約 7.5 m であって，1エレメント幅 4.98 m に対してピアノ線を配置し，ケーブル1本あたり 56.3 t の鉛直方向プレストレスをかけている。

9. 結　　語

最後に本文のしめくくりとして，今回の調査旅行から得た筆者の感想を述べておきたい。ヨーロッパには，イコス，ソレタンシュ，セメンテーション，エルゼ，CCCF 社など，歴史をもった地下連続壁工事専門の会社が多く，しかもそれぞれ充実した研究所もしくは研究機関をもっている。各会社のもつ工法は，それぞれの会社が守備範囲とする地域の地盤を対象として独自に開発し改良を重ねてきたものであって，その地域での施工については絶対の自信をもっているように見受けられた。

一方わが国では，工法の種類こそ数多いが歴史的背景がとぼしく，技術導入はしたがまだ完全に消化しきれていない面があるといえよう。しかも地下連続壁工事を専業とする専門会社はほとんどないといってよく，これら工法の導入は建設会社によって行なわれたものであり，他社でも使用できるという汎用性に欠けている点に問題がある。今後専門業者の健全な育成が望まれるところである。

わが国における地下連続壁工法の歴史は，やっと10年程度である。したがってヨーロッパ諸国からの技術導入もやむをえなかった。しかし最近ではわが国で開発された工法もいくつか見られるようになったし，エレメント継手部の構造，泥水の管理法，施工技術などの面では，ヨーロッパの水準あるいはそれ以上に達したものもある。本文の中でも気付かれたように，ヨーロッパの施工技術面で案外進んでいないと思われる面もあった。しかしながら，わが国とヨーロッパ諸国との間には，地盤条件，設計条件（たとえば地震力の考慮など），関連技術（たとえばグラウト工法など）との関係，技術に対する考え方，社会条件などについて，かなりの相違のあることを考慮しなければならない。われわれにとって必要なのは，これらの相違を考慮した上で海外技術の動向の示す意味をくみとり，わが国の工法に対する反省および今後の発展への資とすることであると思う。

以上，1. に述べた訪欧調査団による調査結果から，主としてヨーロッパにおける地下連続壁工法の現状について概説した。限られた日数の間の調査でもあり，必ずしも妥当な表現でない面があるかもしれない。ご指摘をいただければ幸いである。最後に，同調査団による調果結果の一部を発表させていただいたことについて，団員諸氏に厚くお礼申し上げる次第である。

参 考 文 献

1) 藤田圭一・足立格一郎：地下連続壁（特別部門），土と基礎，Vol. 18, No. 3, 1970.3
2) Soletanche 社カタログ：Cast-in-situ diaphragm walls, grout diaphragms.
3) J. L. Sherard : Statistical survey of the diaphragm wall applications, VII International Conference, speciality sessions No. 14 and 15, Mexico, 1969
4) M. S. Kapp : The application of cast in situ diaphragm walls in the United States, VII International Conference, speciality session No. 14 and 15, Mexico, 1969
5) Deutsches Reichspatentant Nr. 385218 Klasse 84C, Gruppe 1 (W55933, V/84C) August Wolfsholz, Preßzementbau Act.-Ges. in Berlin "Verfahren zum Abschließen einer Baugrube durch eine Eisenbetonspundwand". Patentfert im Deutchen Reiche vom 6. August 1920 ab.
6) 日本建築学会近畿支部：無音無振動基礎工法，昭42. 9および無音無振動基礎工法研究会：無音無振動基礎工法，昭44. 4鹿島出版会
7) 三木五三郎他6氏：最近のヨーロッパの土質基礎事情，コンストラクション9巻12号，昭46. 12
8) Cementation カタログ：Diaphragm Walling
9) 山肩邦男：地下連続壁工法の計画と施工（工法の種類），施工技術，1-7，昭43. 12
10) 山肩邦男：最近の土留工事とその問題点，土質工学会関西支部「都市地下工事の進歩と問題点」講習会テキスト，昭46. 1
11) Soletanche 社カタログ：Tour Maine-Montparnasse Paris XVe.
12) Soletanche 社カタログ：Centre Hospitalier Universitaire Grenoble
13) CCCF 社カタログ：Diaframmi continui per opere idrauliche
14) CCCF 社カタログ：Diaframmi continui per opere marittime
15) Soletanche 社カタログ：Panosol (prefabricated retaining wall)
16) Soletanche 社カタログ：ISSY-LES-MOULINEAUX

（原稿受理　1972.11.14）

*　　*　　*

NII-Electronic Library Service