

プレストレスト コンクリートのポストテンショニング 工法における引張材の定着装置について

吉 村 善 臣*

要 旨 プレストレスト コンクリートのポストテンショニング工法における、引張材の定着工法に関しては、従来いろいろな方法が発表されているが、残念ながら国産工法が一つも見当たらないので、まず現在、世界各国で実施されている工法を列挙して、概括的にこれらの長所、短所につき記述し、最後に筆者考案の新工法を提案して、これについてその詳細を述べたものである。

1. 緒 言

プレストレスト コンクリートのポストテンショニング工法に関しては、多くの著書あるいは技術雑誌などに各種の発表がなされているが、わが国では北海道大学 横道英雄教授の雑誌「土木技術」昭和 32 年 9・11 月、同 33 年 1・2 月号に連載せられた記事、同誌 33 年 4 月号の野口 功氏の記事 および 猪股俊司氏著「プレストレスト コンクリートの設計および施工」69～84 ページ、などにその詳細が論述してある。

これらによれば現在世界各国で実施されている工法はすでにその数 30 種類以上もあり、またおそらく、そのほかにも新しい工法がぞくぞく考案せられ、実施に移されているものと想像される。しかるにわが国ではプレストレスト コンクリート工法が輸入されて以来日なお浅く、その利用範囲も橋梁・鉄道マクラ木などを主とした限られた分野にとどまり、その工法もわずかに数種類が実施されているにすぎない。すなわち Freyssinet の工法が最も広く行われ、一部に Magnel および Dywidag 工法が行われ、近く B.B.R.V. 工法並びに Baur-Leonhardt 工法が輸入されようとしている現状である。

いうまでもなく、各工法にはそれぞれの長所がある。従つてそれらの長所を生かして、わが国でも各工法は自由に採用されてもよいはずであるが、わずかにその一部のみが実施されているにすぎないのは何に起因するのであるか？ おそらく各工法がほとんどすべて外国特許となつているため、その実施に種々の制御を受けることが多いからであろう。

ドイツあたりでは、各建設会社が独自の特許をもつていて、特別の場合を除き、他の特許を使用することはほとんどないという。わが国でも考えさせられる問題ではあるまいか？

そこで筆者は、わが国のプレストレスト コンクリート工業界の現状にかんがみ、外国特許の制御を受けないで、自由に採用しようような工法はないものかと考案を進めてみた。その結果、幸いに一案を得たので、あえてこれをここに発表し、読者諸賢の御批判を仰ぐこととした次第である。

2. 現在実施されている工法について

ポストテンショニング工法において、部材にプレストレスを導入するために、引張力を作動させた引張材を、部材に定着する手段には、その方法が 30 種近くもあつて、それぞれの得失をもつていることはすでに述べたとおりである。これらに関しては、その詳細が前掲の記事あるいは著書などにくわしく記述してあるから、それを参照せられたい。ここには単に便宜上、全工法を構成上から 4 種類に分類して、その名称を列挙し概括して、その得失を述べるにとどめる。

(1) 引張材として高強度鋼棒を使用し、その P C 鋼棒端部にネジを設け、あるいは特殊クサビを用い、P C 鋼棒に引張力を作動させたのち、ネジあるいは特殊クサビによつてその P C 鋼棒を支承板に定着して、プレストレスを導入する方法。

この方法に属するものに次のような工法がある。

- a) Dywidag 工法 (ドイツ) : ネジ定着
- b) Lee-McCall 工法 (イギリス) : テーパー ネジ定着
- c) Held u. Francke 工法 (ドイツ) : 特殊クサビ定着
- d) Stressteel 工法 (アメリカ) : 特殊クサビ定着

これらの工法の利点は

1. P C 鋼棒の形状および位置を正しく保つことが容易なこと。
2. 定着手段が容易簡明で確実なこと。
3. 足場を用いなくて突出式架設工法が容易にできること。

等々であつて、ドイツ、イギリス並びにアメリカなどにおいて盛んに用いられている。

しかしながら欠点とするところは

1. 長尺ものの P C 鋼棒の運搬、取扱いが困難なこと。

* 正員 九州鋼弦コンクリート KK 常務取締役

2. 使用鋼棒の長さを適確に決定しなければならないこと。
3. P C 鋼棒は P C 鋼線に比較して引張強度がおとること。
4. P C 鋼棒継手のカップラーが比較的高価であること。
5. P C 鋼棒を彎曲して力学的に配置することが困難なこと。

等々であつて、大径間の橋梁などには好適であるが、橋梁として最も数の多い中径間以下の橋桁には不利となる場合が多い。

(2) 引張材として P C 鋼線を使用し、P C 鋼線に直接引張力を作動させたのち、これを部材に定着してプレストレスを導入する方法。

この方法に属するものに次の工法がある。

- a) Freyssinet 工法 (フランス) : コンクリート コーンクサビ止め
- b) Magnel 工法 (ベルギー) : サンドウィッチプレートクサビ止め
- c) Preload 工法 (アメリカ) : 円錐形クサビ止め
- d) Holzmann 工法 (ドイツ) : 定着箱クサビ止め
- e) Held u. Francke 工法 (ドイツ) : 扇形クサビ止め (2種類あつて(1)に属するものもある)
- f) Heilman u. Littmann 工法 (ドイツ) : 管状クサビ止め
- g) Hochtief 工法 (ドイツ) : 挿入式クサビ止め
- h) Grün & Bilfinger 工法 (ドイツ) : 特殊型クサビ止め (2種類あつて(4)に属するものもある)
- i) Sager u. Woerner 工法 (ドイツ) : 特殊型クサビ止め
- j) Rinaldi 工法 (イタリア) : 特殊管状クサビ止め
- k) Morandi 工法 (イタリア) : 有溝円錐クサビ止め
- l) Franki-Smet 工法 (ベルギー) : 三日月形断面クサビ止め
- m) Wayss u. Freitag 工法 (ドイツ) : 厚肉定着管のクサビ止め
- n) Grands Travaux Marseille 工法 (フランス) : 特殊間隔のテーパつきリングのクサビ止め
- o) Mono Wire anchorage 工法 (イギリス) : 7本よりワイヤーの特殊クサビ止め

これらの工法は

1. P C 鋼線を比較的自由に彎曲して力学的に配置することが容易なこと。
2. P C 鋼棒に比較して引張強度の高い P C 鋼線を使用すること。
3. P C 鋼線定着装置が比較的簡単で安価なこと。
4. 部材を工場で作製し、これを現場に運搬したのち組立てることができること。

5. P C 鋼線の長さを継手なしでほとんど自由に使用することができること。

等々の長所を有するのであるが、欠点としては、

1. P C 鋼線を引張つたまま定着するため特殊ジャッキを必要とすること。
2. P C 鋼線のつかみ長さ、伸びなどのために鋼線のロスが多くなること。
3. 一たん定着して不用部分を切断し去つた P C 鋼線は、締め直しができないこと。
4. P C 鋼線定着のさい、クサビのずれによつて引張力にいくぶんのゆるみを生ずること。

などであつて特に 4. の欠点は力学的に見逃し得ない大きな欠点としなければならない。

(3) 引張材として鋼線を使用し、種々な取付方法によつて鋼線のある仲介物に定着し、この仲介物を通して鋼線に引張力を作動させ、これを定着してプレストレスを導入する方法。

この工法に属するものに次のような工法がある。

- a) B.B.R.V. 工法 (スイス) : P C 鋼線の端部鋸頭形止め
- b) Prescon 工法 (アメリカ) : 鋼線端部変形止め
- c) Texas P.I. 工法 (アメリカ) : 鋼線端部変形止め
- d) Polensky & Züllner 工法 (ドイツ) : 偏平鋼線の二重同心円内コーンクサビ止め
- e) Leoba 工法 (ドイツ) : 鋼線端ループ状止め
- f) Beton u. Monierbau 工法 (ドイツ) : 鋼線端部のコンクリートブロック内埋込み止め
- g) H.W.R. 工法 (ドイツ) : 鋼製円筒の変形による鋼線定着
- h) Loebling 工法 (アメリカ) : ロープ端金属溶融埋込み止め
- i) Boussiron 工法 (フランス) : B.B.R.V. 工法の一変種 (ケーブルの回転変位による応力導入)

これらの工法は引張材として P C 鋼線群を利用するあらゆる利点を生かし、しかもその不利とする点をほとんど排除しうる、きわめて賢明な方式であるといふことができる。しかしながら、なおその欠点とするところは、P C 鋼線群と仲介物との連結に、いずれの工法にあつても、ある程度設備をもつてしなければならない工作を必要とすることであつて、現場作業として短時間内に簡単には施工しがたい点にある。このことはポストテンション工法が、そのほとんどすべての場合、現場施工となることを考えるとき、施工上大いなる障害となり、ことに小規模工事の場合は、経済的に採用しがたい場合が、しばしばおこりうるのである。

さらにまた工場あるいは他の地点で、あらかじめコンクリートをブロック別に製作し、これを架設現場に運搬してのち、一つの構造部材に組立てんとする方法は、本

工法によつては、ほとんどとることができない。本工法に従えば、桁製作に当りコンクリート打設前、あらかじめP C鋼線をシース内に納めて、設計どおり配置しておかなければならないのである。このことは現場付近に適當なる桁製作場がない場合等には、大いなる不利となることはきわめて明らかである。

(4) P C鋼線群をあらかじめコンクリート部材型枠内に配置してコンクリートを打つのであるが、この場合、P C鋼線群は構造物端部においてループ状に配置され、構造物端部を包むように彎曲せられ、一端より他端までエンドレス状に連結せられる。しかしてコンクリート部材は、可動ブロックと定着ブロックとに区画して打設せられ、その区画の間にはジャッキ挿入の間げきを残しておく。こうしてコンクリートを区画して打設し、硬化後ジャッキを挿入して、各区画を押開くように作動せしめ、P C鋼線群に引張力を与える。その後ジャッキ挿入部をコンクリートしてプレストレスを導入する方法。

この方法に属するものに次の工法がある。

- a) Baur-Leonhardt 工法 (ドイツ) : コンクリート内のエンドレス状鋼線群のループ止め
- b) Grün and Bilfuger 工法 (ドイツ) : 鋼線群一端のコンクリート内ループ止め ((2) に属するものもある)
- c) Kani und Horvat 工法 (ドイツ) : 部材端のコンクリートループ止め(鋼線の配置の移動によるストレス導入)

これらの工法の利点は巨大なプレストレスをきわめて明瞭簡単に、しかも同時に導入しうることである。従つて大橋梁その他大規模の構造物、特に場所打ちコンクリートにおいては、はなはだ有利となることが多い。しかし小型橋梁、特にプレキャストコンクリートなどにおいては、その工事施設、工作、器材等々に多くの工費を必要とし、経済的に利用し得ない場合がはなはだ多いのである。

3. 筆者の提案

引張強度の高い鋼材は比較的高価である。ことにわが国では一般鋼材に比較して、高炭素鋼の価額は非常に割高となつている。従つてプレストレスコンクリートの引張材として、P C鋼線とP C鋼棒とを比較すれば、P C鋼線を使用する方がはるかに有利となることは、一般的に認められるところであろう。また運搬、加工、並びに配置などの点から見ても、ポストテンション工法における引張材としては、P C鋼線を使用する方が経済的となる場合が多いと思われるので、筆者はP C鋼線を引張材として使用することとした。

また先に述べた工法の分類において、(3) 引張材としてP C鋼線を使用し種々な取付方法によつて、鋼線をあ

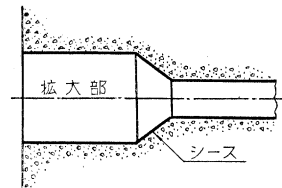
る伸介物に定着し、この伸介物を通して鋼線に引張力を作動させ、この伸介物をそのまま定着してプレストレスを導入する方法が、最もすぐれた利点を備え利用価値も最大であると認められるので、この方法につき考案を進めることとした。その結果、さきあげたB.B.R.V.工法が最も理想に近いことを認めたが、同法では鋼線端部を鉤頭形に成形するために特殊の加工機械を必要とするため、この工法を簡易化して、特殊の機械を用いることなく、簡単に鋼線群の定着をなしうる方法はないものかと工夫したのである。そして次に述べるような装置を案出することができた。

この詳細に関しては次に述べるが、以下説明の便宜上本装置による工法をMetallic Double Cone (M.D.C.) 工法と呼ぶこととする。

(1) M.D.C. 工法の構造および作動詳細

本装置を使用するには、プレストレスを導入しようとする部材にあらかじめシースを埋め込み、そのシースの端部を 図-1 に示すように一部拡大しておく。この点はB.B.R.V.工法と全く同様であつて、P C鋼線群と連結せられた本装置は、はじめはこの拡大シース内に格納せられるが、のちに張力が加えられて装置の一端がシース外に引出されてのち定着せられる構成となつており、当初における鋼線との連結操作は鋼線群端を、シース外に引出して工作するものである。

図-1 端部拡大シース



その構造主要部分は、有底円筒形状套管内に、載頭円錐形状の、おす・めす両コーン構造を格納せるものであつて、縦断面を示せば 図-2 のようである。

図-2 P C鋼線定着装置 (M.D.C. 工法組立図)

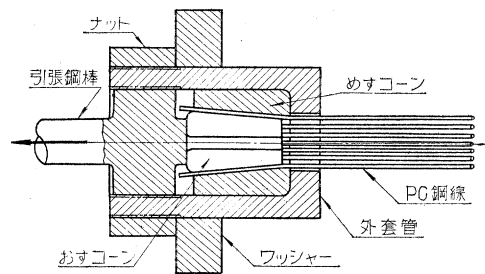
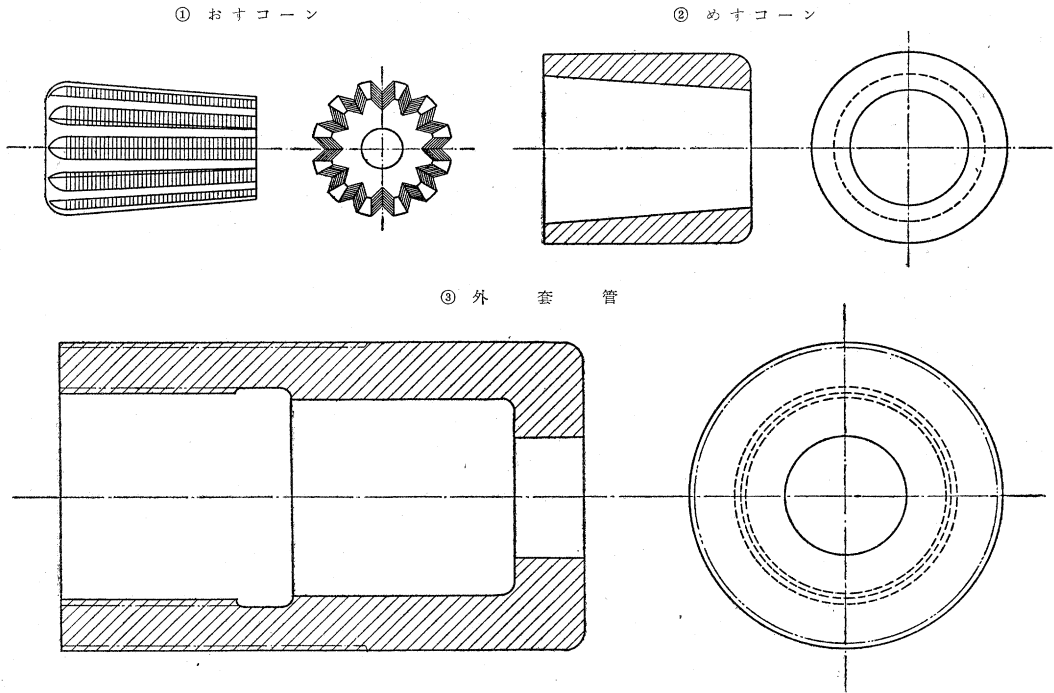


図-3 は本装置を構成する部品の詳細を示す。

本装置は 図-2 に示すように、P C鋼線群端にそう入した高強度鋼製の有底円筒形状套管の一端の外面に、定

図-3 部 品



着用ナットを装着しうるようにし、その内面には同じくネジによつて緊張用棒鋼を一端からネジ込みうるようにしてある。套管の底部には鋼線群を通ずる孔を設け、その内部奥底に截頭円錐形の中空部を持つ軟鋼製円筒形めすコーンを收容し、これと截頭円錐形の鋼製おすコーンとの間に鋼線群を挟みくわえ、このおすコーンの底面を、緊張用棒鋼の先端突出部により、外套管内へ押し込むことができるように配置する。

そして、おすコーンは図-3に示すように、外表面に鋼線群が半ばそう入するように、断面V字状のくぼみを設け、中心部にセメント注入孔を開設しておく。またおすコーンのV字型くぼみの表面は、縦断面が鋸歯形をなすヤスリ状面となし、鋼線群との摩擦力を大ならしめるようにしておく。緊張用棒鋼は緊張作業を終ればネジによつて引抜き、そのあとに套管入口に適当なふたを設け、套管内およびシース内全般にセメント注入を施して内部を充填しうるようにする。以上のような構成をなすものであるが、その操作は次のようにする。まずプレストレスを導入せんとするコンクリートなどの体内に埋込まれたシースを通して、鋼線群を貫通し、その一端を拡大せるシースの外に引出す。しかしてその引出した鋼線群をさらに、本装置の套管の底部の孔からそう入して套管内を通し、さらに、めすコーンも通す。

しかるのち、鋼線群端部をラップ状に開き、鋼線群によつて、おすコーンが包まれるように、めすコーンをそう入し、めすコーンを、おすコーン上に重なるように移

動し、めすコーンを保持して、おすコーンを、めすコーン内に軽くたたきこみ、鋼線群の先端より、めすコーンの拡大端部すなわち底面が、やや凹入するように位置させる。この場合、一般におすコーンは、めすコーンより多少(10mm内外)突出した位置、換言すれば、両コーンがまだ完全には咬合していない状態で鋼線群を挟み、一応部分的に両コーンが仮咬合して、単なる人力程度では、ゆるまないようにしておく。

こうしてのち套管を、めすコーンが套管底部最奥に入り込むまで移動し、次に緊張用鋼棒を套管内にねじ込めば、その先端突出部は おすコーンを強く押圧し、めす、おす両コーン間に挟さく把持された鋼線群は決してゆるむことができなくなる。

以上により鋼線群一端の工作を終り、同様の工作を全く同様に他端にも施す。

このようにして両端の工作を終れば、適当なジャッキあるいは引張機の類をもつて、緊張用鋼棒を両端の方向に向つて緊張する。しかるときは鋼棒の緊張力によつて、まず両端套管内の めすコーンが底部より押圧を受け、鋼線群を挟んで おすコーンとの咬合度をさらに増進せんとする。このとき鋼線群は おすコーンに対しては、その表面の溝内のヤスリ状面と接触するため強い摩擦力を受け、めすコーンとは単に線接触をなすにすぎないから、鋼線群はあたかも、おすコーンをくわえ込んだ形で、めすコーン内へ吸い込まれるように移動する。そしてこの場合、鋼線群は材質的に めすコーンよりはるかに硬度が高

いから、めすコーンはその内壁面において、鋼線群のくい込みを受け、漸次接触面積を増し、これにともなつて摩擦力を増大しつつ移動を続け、摩擦力が引張力よりも強大となるにいたつて始めて移動を止め、引張力は鋼線群に伝達される。しかしてこの間、めすコーンは鋼線群の圧入すなわち、くい込みを受けるため、外周方向にいくぶん膨張し、套管内壁に強い内圧を加える。従つて逆に套管よりはる大なる反力を受け、この反力は鋼線群表面と両コーン面との摩擦力をいちじるしく強化し、結果的にコーンの鋼線群咬着力を飛躍的に増強して連結作用を完璧たらしめるのである。すなわち二重コーン作用が作動して鋼線群の挟さく把持作用は確実となるのである。従つてこの場合、套管内壁に多少のテーパーをつけ、めすコーンの外周にも縦方向に同じテーパーをつけて套管内壁と、めすコーン外周とが移動によつて、クサビ作用を生ずるようにしておけばその効果はさらに倍加する。

実験によれば P C 鋼線 $\phi 5 \text{ mm}$ 12 本を使用して 30 t の牽引力を作動させるとき、8 mm 内外、P C 鋼線 $\phi 7 \text{ mm}$ 12 本を使用して 50 t の牽引力を作動させるとき、5 mm 内外のすべりを生じ、コーンの咬合は完全に固着することが確かめられた。もちろん、このすべりの長さは当初の仮咬合の程度によつて左右されるから一定しないが、結果的に本様式コーン構造は、実用上なんらの不都合、不安なく使用しうるものなることを認めることができた。

かくしてコーン構造が効果を発揮すれば、鋼線群には当然所定の引張力が作動するから、所定引張力となつたとき、套管外部のナットを母体に定着することにより、鋼線群は引張力を受けたまま、確実に、しかもその間なんらのゆるみを生ずることなく母体に固着することができる。よつて緊張用鋼棒を引抜き、套管端部の開口よりセメント注入を管内並びにシース内に施し、注入セメントの十分なる硬化を待つて、定着ナットおよび支承板を取除けば、単に本定着装置のみにより、鋼線群の引張力を、そのまま保持せしめることができるのである。

(2) Metallic Double Cone 工法の特徴

a) 本工法によれば特殊の緊張、定着用ジャッキを必要としない。

先に作動の項において述べたように、本装置は強力な引張力を、套管を通して鋼線群に伝達し、その套管をそのままその外側に取付けてあるナットにより、母体に定着するものであるから、操作はきわめて容易簡単であつて、なんら特殊のジャッキ類を必要としない。

一般に鋼線群を直接緊張定着するためには、その鋼線群のつかみ装置および、鋼線群内に挟みこまれる、おすコーンを圧入するためなどの、特殊ジャッキを使用しなければ、容易に目的を達することができないのである。しかもその特殊ジャッキに関しては、ほとんどすべての

ものが外国特許として登録されているため、種々の不便があるのを、いかんとも致しがたい現状である。

b) 定着操作に際し、なんらのゆるみをもともなわない。

一般にコーンを利用しての引張材の定着は、必ずめす、おす両コーン間にいくぶんかのすべりを生じてのち、はじめてコーン作用が成立するものである。しかるに本装置においては、あらかじめコーン作用を確実に作動させたのちに、ナット締めにより定着作用を施すのであるから、その間なんらのゆるみを生ずることがない。

c) 使用する鋼線の長さを必要最小限度にとどめることができる。

一般に緊張力に対する鋼線の伸びは、あらかじめ知ることができるから、当初において鋼線群の長さを適当に決定しておき、操作のための必要な長さは緊張用鋼棒の長さで加減することにより、使用鋼線群の長さは必要最小限度にとどめることができる。すなわち鋼線群のつかみのための長さ、および鋼線の伸びのための不用部分などを、はぶくことができるのである。

d) 前述分類の項において記した(3)の方法、すなわち P C 鋼線を伸介物に定着して、この伸介物を通して P C 鋼線に引張力を与える方法は、各種の利点を備えており、最もすぐれた方法であると思われるが、なおそのまぬかれ得ない欠陥は、部材をコンクリートブロック別に製作して、これを現場に運搬してのち、一構造物に組立てることがほとんど不可能なことである。しかるに本工法においては、このことがなんらの困難なく、きわめて安易に施工できるのであつて、この特点是特筆大書してよいものと認められる。

e) セメント注入前であれば、必要に応じて、いつでも自由に鋼線の緊張をくりかえすことができる。

一般に引張材として P C 鋼線を使用する場合、一たん P C 鋼線に引張力を与えて定着し、つかみ部を切断し終れば、その後における再度の緊張あるいは緊張のくりかえしは不可能である。このことはセメント注入前、なんらかの理由によつて、定着あるいは引張力にゆるみを生じた場合、致命的の損害となり、P C 鋼線を取りかえる以外、修復方法がないのであるから、これを防止しうることは大いなる特点の一つである。

f) P C 鋼線の継足しが比較的簡単にできる。

P C 鋼線を引張材として使用するとき、その多くの工法は、ほとんど P C 鋼線の継足しが不可能であり、また可能であつても、現場作業としてはきわめて難事である。しかるに本装置によれば、鋼棒使用の場合と同様に、ネジを切つた連結用鋼棒を使用することによつて、きわめて簡単に P C 鋼線の継足しをすることができる。

g) なんらの特別な設備を要せず、現場作業として容易に施工することができる。

ポストテンション工法はすべて現場作業となり、しかもそのほとんどは、PC鋼線工作に関しなんらの設備もないことが普通である。従つてPC鋼線と伸介物との連結は、できるだけ簡単な構成でなければ現場作業として成り立たないのである。この点、本装置はきわめて好適であつて、その工作、組立などに、なんら特別の器具あるいは設備などを必要としない。従つて現場作業としてきわめて安全に、信頼のおける施工をすることができるのである。

h) その作動はきわめて確実であり、しかもその構造は、はなはだ軽少である。

コーン構造を套管内に収容し、事前にゆるみを生ぜしめないように保持して、套管とともに緊張するのであるから、套管の強さもコーンとともに働くことになり、コーン構造は比較的軽少であつても、その強度並びに作動はきわめて確実である。一般にPC鋼線群はクサビ止めを施しても、鋼線自体に引張力が働いていないときは、逆方向から衝撃を受けるとき、コーンの咬合に狂いを生じ、のちに引張力を加えても完全にコーン作用を果さないことがある。このことはポストテンション工法の現場作業として、鋼線群を取扱うとき、しばしば起りうることであるが、本装置によれば緊張用鋼棒の圧力により、このことが防止せられ、事前にゆるみを生ずるなどのことは絶対にあり得ない。

以上、本装置の利点を列挙したが、これを要するに本装置によればPC鋼棒を使用する場合のあらゆる利点と、PC鋼線を使用する場合のすべての得点とを、あますところなく活用することができるものと信ずるのである。

(3) M.D.C. 工法の実用価値

これまでではM.D.C. 工法につき、主として抽象的にその概要を説明してきたのであるが、次に本工法の実用価値について、具体的に検討を加えてみよう。

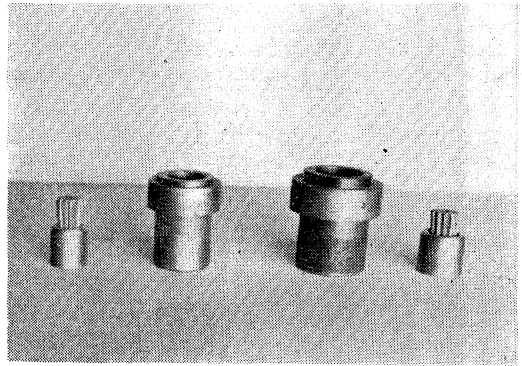
写真一1の左方に示すものはPC鋼線φ5mm 12本用、右方に示すものはPC鋼線φ7mm 12本用M.D.C. 装置の実物を撮影したものである。

写真一2はM.D.C. 装置の組立順序、並びに組立終了後の状態を示す。

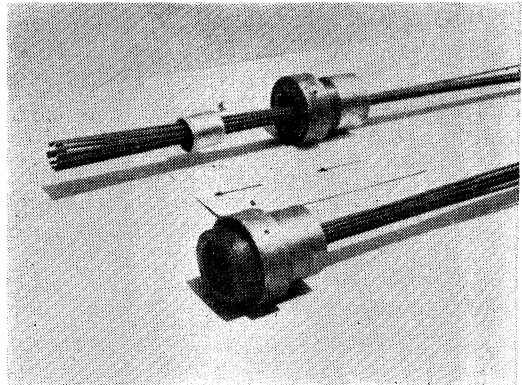
次に本装置に関して実施した引張試験の結果について述べる。

引張試験はPC鋼線12本を1ケーブルとし、長さ1000mmのものにつき、それぞれPC鋼線、φ5mm、およびφ7mmについて実施した。

写真一1



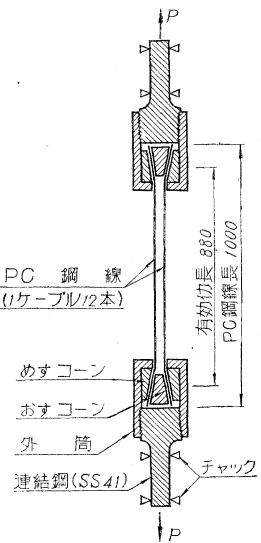
写真一2



まずPC鋼線12本の両端をM.D.C. 装置で保持し、この定着装置に図-4に示すように、引張用連結鋼棒をねじ込み、この引張用連結鋼棒を、180t オルゼン万能試験機(九州大学工学部土木材料試験室)で引張つて、M.D.C. 装置のPC鋼線保持力並びに引張力に対する伸びを測定したのである。

本試験に使用したPC鋼線φ5mmおよびφ7mmにつき、それぞれの引張強度、降伏点強度などの諸性質を表一1に示した。

図-4



表一1 PC鋼線群の諸性質

種 類	引張強度 σ_{pu}		降伏点強度 σ_{py}		最初に引張る時の許容応力度 $0.9\sigma_{py}$		許容応力度 $0.6\sigma_{pu}$	
	kg/mm ²	kg/cable	kg/mm ²	kg/cable	kg/mm ²	kg/cable	kg/mm ²	kg/cable
12φ5mm	165	38 900	145	34 200	130	30 600	99	23 280
12φ7mm	155	71 600	135	62 500	122	56 340	93	42 960

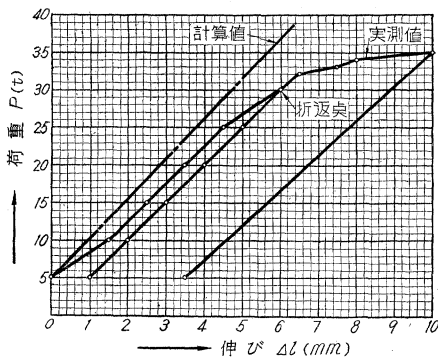
a) 5 mm ケーブル (12-φ5 mm PC 鋼線) の試験 : 5 mm ケーブルを前述のように定着して、まず引張用ジャッキ (リモート) により 30 t まで予備緊張 (stretching) を行つた。その結果 PC 鋼線群は、おすコーンをくわえた形で、めすコーンの中に引込まれ、その移動は 5~10 mm であつた。

次に供試体を前記試験機に取付け 5 t まで荷重をかけ、このときの伸びを 0 とし、その後荷重を 5 t づつ増加して、そのつど伸びを測定し、荷重が 30 t に達したのち、一応 5 t まで荷重をもどし、再び荷重を増して 5 t ごとの伸びを読み、最大荷重 35 t まで引張力を加えた。ここにその測定結果の代表的なものを例示する (これらの試験の詳細に関しては、他日稿をあらためて発表することとした)。

b) 7 mm ケーブル (12-φ7 mm PC 鋼線) の試験 : 7 mm ケーブルの場合も a) の場合と同様に、M. D. C. 装置を取りつけたのち、リモートで 50 t まで stretching を行い、おすコーンの引込量を測定した。その結果は 3~5 mm である。

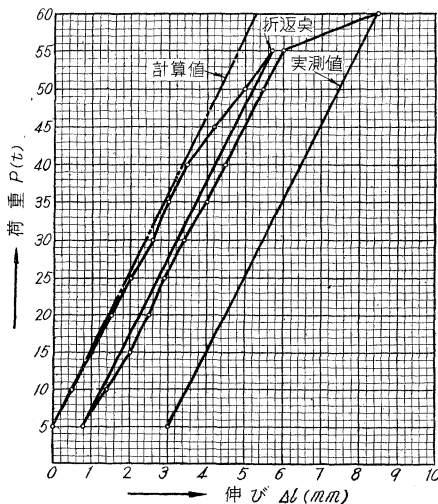
引張試験は a) と同様に、引張力増加 5 t ごとに伸び

図-5 12-φ5 mm ケーブル試験結果



Pt	Δl mm
5	0
10	1.5
15	2.5
20	3.5
25	4.5
30	6.0
5	1.0
10	2.0
15	3.0
20	4.0
25	5.0
30	6.0
32	6.5
33	7.5
34	8.0
35	10.0
5	3.5

図-6 12-φ7 mm ケーブル試験結果



Pt	Δl mm
5	0.0
10	0.5
15	1.0
20	1.5
25	2.0
30	2.6
35	3.0
40	3.5
45	4.2
50	5.0
55	5.7
5	0.8
10	1.4
15	2.0
20	2.5
25	2.9
30	3.4
35	4.0
40	4.5
45	5.0
50	5.5
55	6.0
60	8.5
5	3.0

を測定し、引張力が 50 t に達したのち、一応 5 t まで荷重をもどし、再び荷重を増して最大 60 t まで引張力を加えた。測定結果を例示すれば 図-5 のようである。

c) 試験結果に対する考察 : Stretching を行つたケーブル (引張力を 1 回以上加えたケーブル) は、その荷重までは、荷重一伸び曲線は PC 鋼線の弾性伸びの計算値に近似して、コーンのすべりの影響は見られない。

Stretching を行つたのちの PC 鋼線とコーン間のすべり量は、おすコーンの引込量にほとんど等しい。

第 2 回目の荷重試験においては Stretching をしたと同じく、荷重一伸び曲線は PC 鋼線の弾性伸びによく合致する。

以上の結果から、5 mm 用、7 mm 用両ケーブルとも、最大引張力より 3~5 t 大なる引張力で Stretching しておけば、通常の引張力の範囲内ではコーン間のすべりをなくすることができると考えられる。

すなわち、M. D. C. 工法は強度並びに作動上において、在来のものにくらべてならおとるところなく、十分安全に使用せられるものと認められるであろう。

(4) M. D. C. 工法によるプレストレス導入能力

以上は主として φ5 mm PC 鋼線 12 本、あるいは φ7 mm PC 鋼線 12 本を、同時に定着する場合について述べてきたのであるが、そのプレストレス導入能力は、φ5 mm PC 鋼線の降伏点応力度を 145 kg/mm² として、引張力は一般に降伏点応力度の 90% まで許容せられるから、引張力は 130 kg/mm² まで作動せしむることができる。このうち、プレストレスとして有効に働くのは、減少率 35% として 85 kg/mm² である。従つて 12-φ5 mm (断面積=235.7 mm²) によるプレストレス導入力は

$$85 \text{ kg} \times 235.7 \approx 20 \text{ t}$$

となる。また全く同様にして φ7 mm の PC 鋼線 12 本を使用するときは、この降伏点応力度を 135 kg/mm²、許容引張力 122 kg/mm² として有効プレストレス導入力は 80 kg/mm² となり、12-φ7 mm (断面積=461.8 mm²) によるプレストレス導入力は

$$80 \text{ kg} \times 461.8 \approx 37 \text{ t}$$

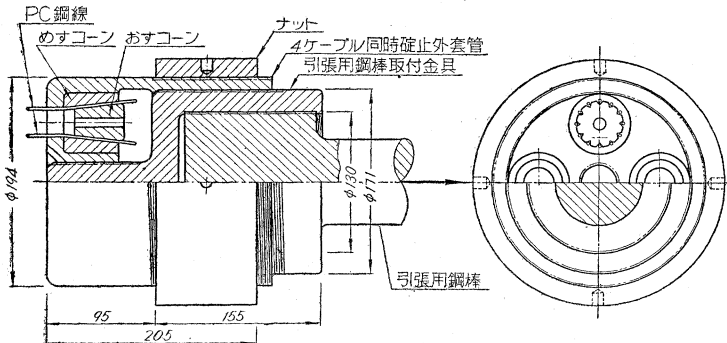
となる。

以上は本装置 1 組当りの導入能力であるが、構造物の規模によつてはこの程度の能力では、1 組当りの導入力が少なすぎて使用数量が増し、構造上、あるいは工費的に不都合を生ずることがしばしば起りうる。このことは現在 Freyssinet 工法などにおいても経験せられるところであつて、同工法においても 12-φ9 mm PC 鋼線を使用する方向に進みつつあることを聞いている。

かかる場合、本様式においては、装置の内部コーン構造を4組、同一外套管内に収容して、図-7に示すような構造とすることにより、比較的簡単にその能力を4倍増しにすることが可能であつて、

φ5mm P C 鋼線 48 本同時使用により 20 t×4=80 t
 φ7mm " " 37 t×4=148 t
 まで構造的にも、経済的にもなら支障なくプレストレス導入力を結集増大することができるのである。

図-7 (φ5mm×12本) 4ケーブル同時定着装置



すなわち、

φ5mm P C 鋼線	12 本の場合有効プレストレス導入力	20 t
φ7mm " "	" "	37 t
φ5mm " 48 本	" "	80 t
φ7mm " "	" "	148 t

となり、プレストレス導入の作業単位当りの経済的、あるいは構造的な能力に関しても、ほとんどの場合、問題なく解決し得られるものと思われる。

4. 結 言

最近におけるプレストレス コンクリート工法の発展は、まことに眼を見張らしむるものがある。ことにポ

ストテンショニング工法の進展は実にすばらしい。そしてその工法もすでに述べたように、30 種以上もの方法が発表、実施せられており、世界各国では、さらにおのおの独自の工法をもつて、日々その進歩の速度を速めつつある。しかるにわが国では、その中の数種が輸入されているものの、わが国独自の工法は全く見当らず、いたづらに外国特許工法の征服下にあえいでいるのは、もはや忍びがたいことではあるまいか？

ここにおいて筆者は浅学非才をも省みず、一案を提供した。その考案はなほだ稚劣ではあるが、いままで述べた結果からして、十分実用価値はあるものと信じている。またその1個当りの製作費からすれば、従来わが国で使用されているコンクリートコーン、あるいはサンドウィッチプレートなどにくらべて、いくぶん高価となるかも知れないが、P C 鋼線の節約量およびジャッキ使用料の節減などにより、その最終工費

は経済的にも十分補われて、採算にのりうるのではあるまいか？ しかもその製作費といえども、これを多量生産するとき、相当に廉価に製作し得られることも想像される。また作動に関しては、前述のような各般にわたる利点を有し、決して外国特許工法におとるものとは思われぬ。すなわち、もはやいたづらに貴重なる外貨を放出してまで、外国特許工法の輸入を仰ぐ時代でもあるまいと考え、あえてここに大言を弄し、学界諸兄の御叱正を仰ぐこととした次第である。

終りに本工法の引張り試験実施にあつては九州鋼弦コンクリート K K 技師 須川 昭氏の特別な御援助を頂いたことに対し深い謝意を表し、なお本工法は目下特許出願中であることを付記する。

学会備付図書(国内)一覽(35)

I. 昭. 34. 4~5. 間に寄贈を受けた分

○図書目録・追録2(電力中央研究所技術研究所)○橋梁工学:古川一郎著(森北出版)○日本技術士会会員名簿・昭和34年○建設工事の施行と工事管理:講習会テキスト 昭和34年3月(土木学会中部支部)○株木政一氏追懐録(株木政一氏追懐録編纂刊行会)○コンクリートパンフレット58・59号 コンクリートの練り混ぜと打込み(上・下):藤田圭一訳(日本セメント技術協会)○河川総合開発調査実績概要 第4巻(建設省河川局開発課)○最新 岸壁の設計法:工博 天竺良

吉著(技報堂)○海中施設の電気防蝕:中川雅央(日本港湾協会)○建設生産の歩み(上):建設経済セミナー(彰国社)○土質工学会名簿・昭和34年度○大阪港史 第1巻(大阪市港湾局)○機械化施工合理化の研究:佐用泰司(鹿島建設技術研究所出版部)○改訂土木施工法:武居高四郎(共立出版)○Road Pavement in Japan:道路舗装専門視察団(Jul., 1958)

II. 昭. 34. 4~5. 間に購入した分なし

付記 前回(34)は44・4・p. 51に掲載