

## 最近の遠心力鉄筋コンクリート クイ継手工法について

綾 亀 一\*  
中 田 重 夫\*\*

**要 旨** ここ数年間において、わが国では遠心力鉄筋コンクリート クイが、急激に多量に使用されるようになった。それはその耐久性と確実性並びに、わが国の木材資源愛護の趣旨徹底などの理由によるものと思われるが、長尺物のクイ施工の際の継手は依然クイの弱点と考えられ、クイ基礎設計に躊躇される向きもある。われわれはそれを克服せんとして努力しているが、一応現在、完全とまではいかななくても十分実用的である工法に到達している。本報告は現在数多く実施された実用に供せられるまでになつた種々のクイ継手工法を紹介し、あわせてその特徴および実験結果をも示した。なお最後に特殊な工法を実例をあげて説明をしたものである。

### 1. 結 言

耐久性と確実性をもつ基礎工法として最近遠心力鉄筋コンクリート クイが、相当多量に使用されるようになった。従来は木クイあるいは、場所打ちコンクリート クイのみであつたが、戦後木材資源の不足、あるいは耐久性などの点から、コンクリート クイの使用が高まつてきた。すでに昭和 30 年 1 月 21 日の閣議決定事項として木材資源合理化方策があり、これによるとその措置の第 2 項に土建材料の耐久性の促進として「橋梁その他土木施設、土木建築仮材料、クイ、柱などは鉄鋼、軽金属、コンクリートなどの耐久材料につとめて切り換えるよう必要な措置を講ずるとともに木材防蝕をさらに推進する」とあり、国家的見地からも切りかえをすすめられている状況である。

遠心力鉄筋コンクリート既成クイの生産実績は、昭和 27 年度には 58 000 t であつたのが昭和 33 年にはその 6 倍強の 370 000 t にも達しており、ますます需要がたかまつてゆく現状で、その製造会社も戦前では 2 社であつたものが、現在では 20 数社におよんでいる。

東京都内で施工されている基礎地業をその種類から分類してみると

基礎地業なし	40%
松 ク イ	33%
コンクリート クイ	20%
特殊基礎	7%

となつており（建築技術 1958 年 2 月号）、漸次増加してゆく傾向にある。これは建築物の高層化、不燃化、地下水位の変動、あるいは簡易橋梁の架設などから当然の傾向といえる。

遠心力鉄筋コンクリート クイは、一般には一本物として長さ 20 m 程度（JIS では 15 m）までが、製造、運搬、施工などの関係から限度であつて、これ以上の長さが必要な場合は 2 本継ぎ、あるいは 3 本継ぎをしなければならない。またクイを打ち込む場合、上空に橋桁や電線その他の架設物があるときは、上空が制限されるため、長いクイを打ち込むことができず、短いクイを数本継いで打ち込む場合もある。

一般に普通の基礎クイは運搬あるいは吊り込みなどの応力を基準にして鉄筋量を設計しているため、短いクイ数本の方が長いクイ 1 本より鉄筋量が少なく、単価が安くなつている。また長いクイを打ち込むには装置、運搬、段取りなどに手数を要し、施工費も高価になる。そこで継手さえ完全に施工できれば、継クイを使用した方が経済的である。コンクリートのクイは製作後養生期間が 4 週間はどうしても必要なので、この点からも、短いクイを継げるときには、定尺のクイを各径ごとに製作しておけば、いつでも需要に応じられる有利さもある。しかし木のクイでも継手は弱点であるが、コンクリートのクイのように強度の高いクイでは継手が強くなければ、それが弱点となつてコンクリートの真価を發揮することができない。従来の実績では継手の不安という点が設計者の頭にあつて、継がねばならないような深い基礎では、コンクリート クイの設計を、しばしば躊躇する場合もあつた。またクイ打ち込み中に継手部分の破損した例もある。しかしこれらは、継手の誤つた施工法、あるいはその地質、使用目的に応じた継手を採用しなかつたことによることが多い。クイの設計でもそうであるが、特に継手の場合は、地質に応じて一長一短があるものであるから、十分研究して使用しなければならない。そこで現在使用している継手工法について、その長短、実績、将来のすすみ方などについて以下に述べてみたいと考える。

### 2. 継手の種類とその工法

コンクリート クイの継手を考える場合には、まず次のことを頭におかなければならない。

\* 正員 大同コンクリート工業 K.K. 取締役技術部長兼静岡工場長  
\*\* 正員 同上 技師、静岡工場

a) クイは遠心力を利用した中空円筒形のものであること。ただし完全なる真円ではない。

b) クイは下クイを打ち込んでから、ただちに上クイを継ぎたして打ち込まねばならず、継手作業にあまり時間がかかってはならない。

c) クイは継ぎたしてから、ただちに打ち込むものであるから、打ち込みにたいする抵抗、および曲りにたいする曲げモーメントにも耐えなければならない。

d) でき上がった継手はクイ主体と同じ、あるいはこれ以上の強度（圧縮、曲げ、引張り、せん断など）を必要とする。ただし使用状況に応じては圧縮強度のみでよい場合もある。

e) 継手は比較的経済的なものでなければならない。すなわち一本物にしたときよりも高く、他の工法と比較して高価な場合には、継クイを採用する目的が薄弱になる。

すなわち要約すると、早く、安く、かつ強い継手でなければならない。

現在考案されている、コンクリート クイの継手構造を分類してみると、大体つぎの5種類にわけられる。

- (1) 外周鉄板のみ、あるいはホゾとの併用式
- (2) 充填式
- (3) P S 式
- (4) ボルト式
- (5) 特殊継手

以下各種類について説明することにする。

(1) 外周鉄板のみ、あるいはホゾとの併用式

この方式はコンクリート・パンフレット第48号「遠心力鉄筋コンクリート クイ」の継手の項に、くわしく説明してあるので、ここではその種類だけにとどめる。

これは 図-1 に示すように  $a_1$ ,  $a_2$ ,  $a_3$  の3種類のが考えられ、いずれも鋼製のバンドで連結されている。またこのバンドの型式にも 図-2 の  $b_1$ ,  $b_2$ ,  $b_3$  がある。これらはいずれの場合でも下クイの頂部にかた練りのセメントモルタルをぬつて、上クイをのせるのを常としている。これは打ち込みのときのクッションともなり、またつき合せ面に不陸のないようにするのが目的である。しかしこれらの継手は、鉄板の腐食の場合を考えると垂直

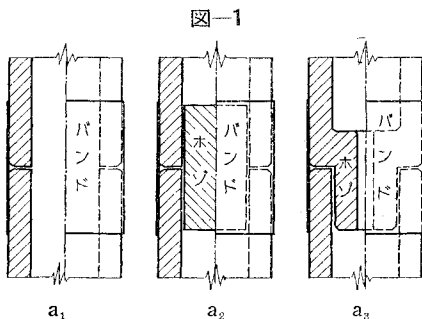


図-1

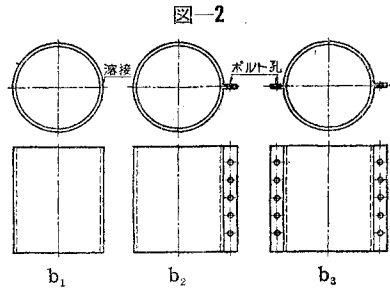


図-2

力みの場合はよいが、曲げモーメントあるいは浮力、引き抜きなどによる引張力に対しては耐えられない。一方、製作、施工などの面では非常に簡単であり能率的な利点もある（写真-1, 2）。

写真-1 ホゾ式継手

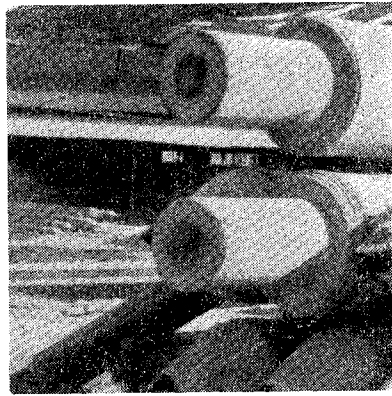
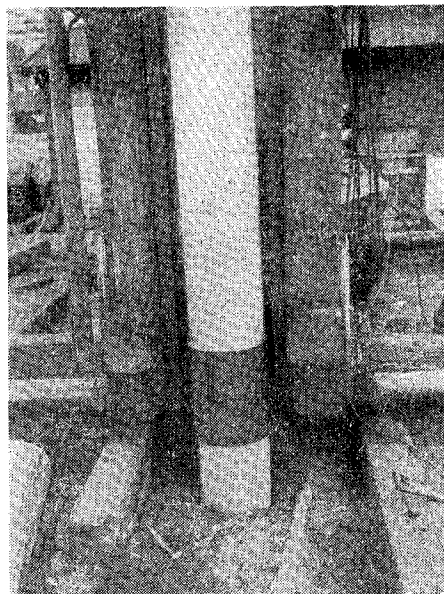


写真-2 継クイ打ち込み状況

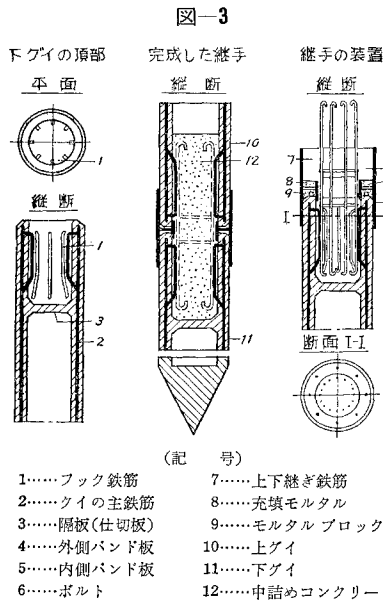


(2) 充填式継手

この継手は関子武入氏の考案になるもので、コンクリート充填硬化後の継手構造としては、ほぼ完全に近いものであり、特に理論的に、曲げ、圧縮、引張、せん断、

いずれもクイ主体と同等あるいは、これ以上の強度を有し、また実験的にも証明されている。現在のところ最もすぐれた継手として、国鉄を始め、その他諸官庁、会社などで多量に使用されている。この継手は図子式あるいは充填式として使用されているが、他にこれと類似した継手も数種あり一部で使用された例もある。これら充填式継手は竣工後では上下の両クイ端部が鉄筋コンクリート円柱で接続され、その円柱が上下両クイ内部を密に充填して(1)のような間げきが全然ないのが特徴である。ただこの継手の欠点としては打ち込み時は(1)の場合と同様、外周鉄板のみで保持されていること、正しく施工しないと理論的に正しいものとはならないことである。もちろん他の継手でも施工は重要であるが、前の継手と異なり、継ぐ場合の手数がやや多いので適当な監督者の下、あるいは熟練者が施工せねば誤まる場合もある。

図-3,4 は図子式継手の一例を示す。この継手施工方



法はコンクリート・パンフレット第 48 号に詳述してあるので、ここでは省略する。

図子式と類似した継手として、日建設計工務KKで考案したものがある。これは図-5に示すように上クイの露出鉄筋を、クイ頭より外に出しておき、図子式の継手鉄筋カゴと露出鉄筋兼用の役目をなさしめる。完成したものは図子式と大差ないが、施工のとき鉄筋がクイ外に出ているため、吊り込み、取扱いなどで、障

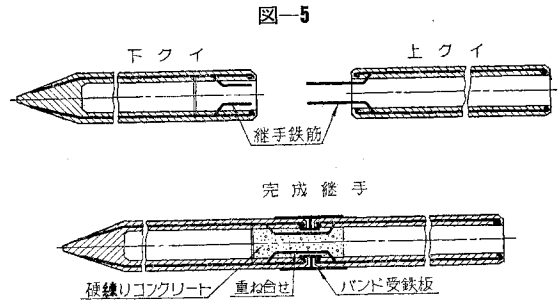
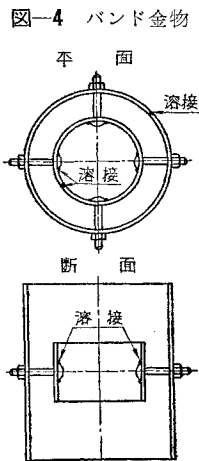
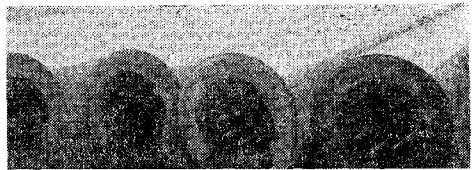


写真-3 (a) 上クイ



写真-3 (b) 下クイ



害になることがある。またクイ製作上も図子式より、やや面倒である(写真-3)。

### (3) PS 継手

以上の継手は、いずれも突合わせ式であつて、打ち込み中には外周鉄板で支持されているのみで、ほかに何の抵抗もないことが欠点である。例えば打ち込み中、鉄板がずれたり、ボルトが切れたりした場合には安定感はない。そこで打ち込み施工時には多少の不安をいただくものである。また地質により上層部に堅い層があり、これを貫いて打ち込む場合、あるいは水中で継ぐ場合など設計施工とも、よほど慎重に行わないと、下クイの頭部が破壊したり、外周バンドの止めボルトが切れたり、または継手部に水が浸入して、クッションモルタルや充填コンクリートが洗われたりする場合もある。真に望まれる継手は、鉄筋の溶接のような、あるいは接着剤のような、上下両クイが、合わさつたときから一体となつている構造である。もちろんこれは理想であつて、実際にはなかなか大変なことであるが、少なくともこれに近い方法を考えることは可能である。PS 継手の方法は、従来使用している継手の欠点はないが、あらかじめクイに特殊な装置をしなければならないことが、少々厄介である。

PS 継手としては2種類が考えられる。一つは上下両

クイを一体として全長にわたり、プレストレスを導入する方法、他の一つは継手部分のみ、鋼棒で締めつける方法である。以下これらを簡単に説明する。

**a) 全長にわたってプレストレスを加える継手** この継手は緊張用鋼材として 16 m/m から 29 m/m 程度の PC 鋼棒を用い、クイの継ぎ足しと同時にスリーブナットで鋼棒を継ぎたすことにより、任意の長さのクイをうることができる。しかも緊張材の定着がナットと伝圧板のみで行うことができ、必要に応じて容易にゆるめうる利点をもっている。その設計施工の一例を 図-6、写真-4.5 に示す。この方法は理論的には理想的な継手であるが、施工に手間がかかることと、経費が高いという難点があり、まだ一般化されるに至っていないが、将来改良されて利用されることと思う。

**b) 継手部分のみプレストレスを加えて締めつける方法** この方法は a) と異なり継手区間のごく短い間隔の

図-6 PS 継グイの設計例

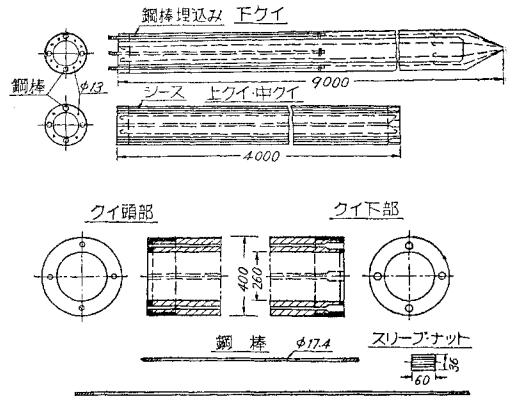


写真-4 (a)

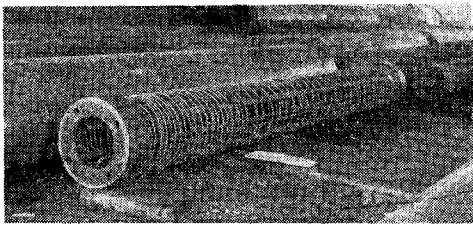


写真-4 (b)

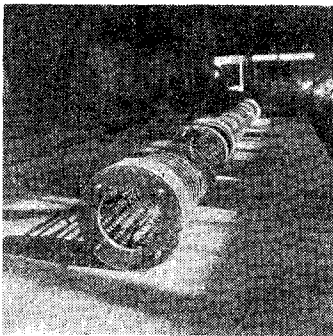


写真-5



みを、たてに締めつけて継手部を一体にしようとする考えである。図-7 にその一例を示す。工法はまず下クイを打ち込んで地上 0.5~1m のところに止め、これに鋼棒を通して下側をワッシャとナットでとめ、上クイを建て込んで、各穴に鋼棒を通す。上側をナットで締めつければ継ぎ作業が終る。この場合注意すべきことは打ち込み中、振動によりナットがゆるまない方法を考え、かつ打ち込んでから鋼棒が腐食しないよう保護しなければならない。この継手は上クイを建て込んで鋼棒を通すのが少しやりにくいことがあるから、鋼棒の数は4本以上使用しないのがよい。また不安な点としては鋼棒定着部のナット部分のクイ本体の断面が減少している点である。しかしこの部分はやや厚い鉄板で保護すれば、十分抵抗できることが証明されている。

図-7

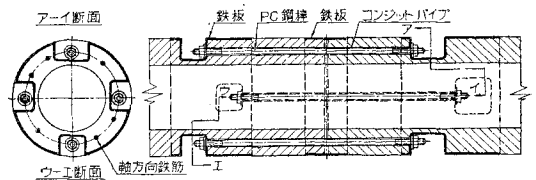
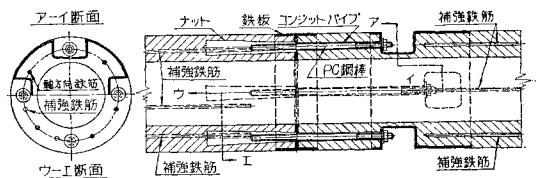


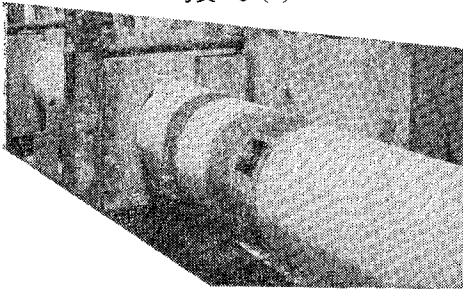
図-8 の方法は下クイの頭部の穴の中にネジを切っておき、下クイを打ち込んでから鋼棒をねじ込み、上クイを建て込み鋼棒を通して締めつける。上クイの構造は前と同じであるが、下クイがねじ込みになっているのが特徴である。

以上の継手は著者が考えて試作試験した結果は、非常によかったが、まだ実際に使用の段階には至っていない。

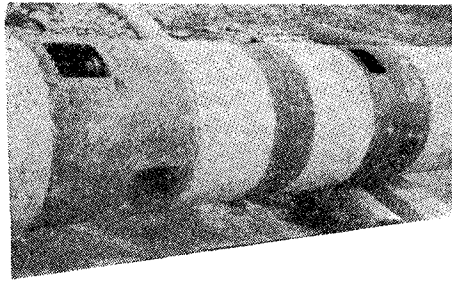
図-8



写真—6 (a)



写真—6 (b)

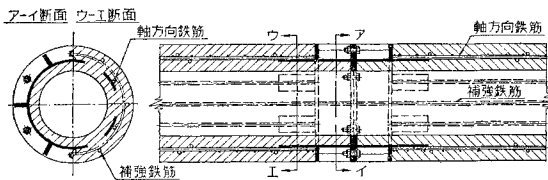


(写真—6)。

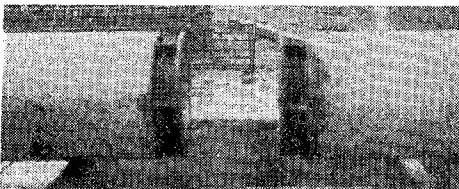
(4) ボルト式継手

この方式は中共の武漢大橋施工のさい、外径 1~5 m 程度の鉄筋コンクリート管クイの継手として使用され好結果が得られている。ただしこの場合、クイは振動式クイ打ち機で打ち込まれたものである。図—9 および写真—7 にその一例を示す。このクイでは、その両端部に鉄製の継手をあらかじめ製作時に付けておき、下クイを打ち込んだのち、上クイをその頭部に重ね、ボルトの穴を合わせてこれにボルトを通してスパナで締めつける。作業は非常に簡単で、また継手の効果としてはきわめて優秀である。ただ継手部分を何らかの方法で保護をせぬかぎり、長年月の間にさびるおそれがある。なお(3)および(4)の方式は曲げ試験を行った結果、継手の強度が主体より強いことが証明されている。

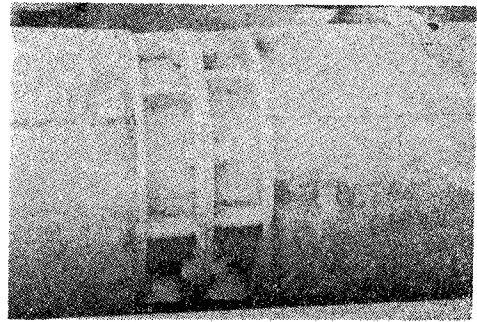
図—9



写真—7 (a)



写真—7 (b)

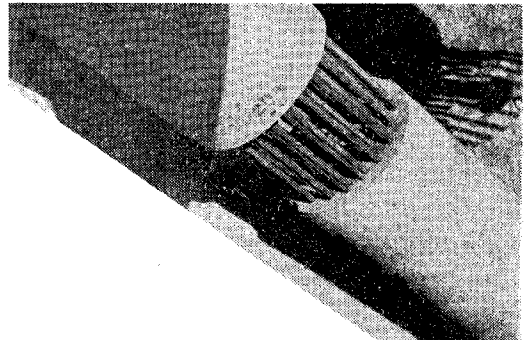


(5) 特殊継手

以上の継手は普通一般に使用されている継手であるが、特殊な場所、あるいは特別な構造のクイには適用できない。そこで今まで使用されたことのある特殊継手について簡単に説明する。

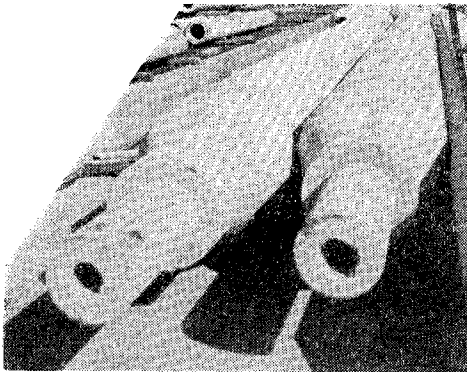
a) 水中などで継クイ施工困難な場合 クイはできれば継手なしの一本物の方がよいのであるが、打ち込みはできても運搬などが困難な場合、また水中であつて、どうしても今までで行っているような工法では継手が不安な場合など、つぎの方法で行うと非常によい結果をえている。すなわちクイ製作時、あらかじめ端部に鉄筋を露出しておき、これを現場で打ち込む前に、重ね合わせて継ぎ(写真—8)、コンクリートをつめて一体とし、現場で一本物と同じ構造にする。このコンクリートが硬化して始めてこの継手は完全となる。この工法は継手には何ら不安なく、全く一体となつているのであるが、継いでからコンクリートの硬化をまたねばならぬため、工期の点で難点がある。しかし直径の大きい栈橋あるいは橋脚などに使用するクイは少々工期が延びても、この継手の方が有利である。広島の実業石油KKの栈橋や、大湊での橋梁などで、この工法を使用して成功を収めている。

写真—8



b) 直径の異なるクイの継手 上のクイと下のクイとの直径が異なる場合、例えば支持力は小さい直径でもよいが、曲げモーメントが大きくて地表面付近ではどうしても径を太くしなければならない場合など、全体を太い

写真-9



同一の径にすることは非常に不経済である。このような場合、写真-9に示すような形のクイを製作しておき、先の(1)と同様なホゾ式で行うものである。すでに東京都港湾局などで使用された実績がある。

c) 引拔力に

抵抗できる継手

浮力あるいは揚圧力などのためクイが浮き上ることを考えて、ホゾの部分を書真-10のように加工し、上クイのホゾを下クイに挿入してから90°回転し、打ち込む方法もある。北海道の電源開発で使用した例がある。

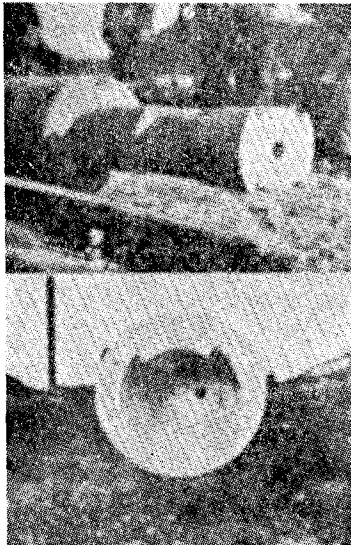


写真-10

d) その他の

継手 最近継手に関する関心が非常に高まり、各方面で相当盛んに研究されている。写真-11に示すのもその一端であるが、実現には至っていない。

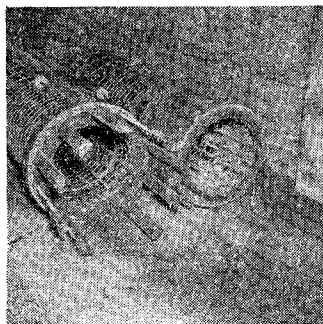


写真-11

3. 継手に対する各種の試験

継手の種類は以上述べたように種々なものがあるが、

これらはいずれも一長、一短があつて、どれが優れているかを一概にいうことはできない。しかし地盤の状態、使用目的、工法などに応じて、それぞれ適当な継手はあるわけである。そこで一応各種の継手を試験した結果を述べて、この試験結果から判断し、使用目的などから継手をえらぶこともできる。

(1) 外周鉄板のみ、あるいはホゾとの併用式

この継手は外周鉄板で、ある程度曲げモーメントに耐えられるが、鉄板を除いた場合には垂直力以外は考えられない。しかし充填式継手が現われるまでは唯一の継手として数年間使用されてきており、現在でも曲げや引拔力を受けない小さい構造物の基礎には数多く使用され、十分その目的を達している。従つてとりたてて試験というものはなく、現場で実際に試験クイとして打ち込み、載荷試験などを行つているにすぎない。

(2) 充填式継手

充填式のうちに図子式継手が現在盛んに使用されている理由は、従来のホゾ式の欠点を補い、各種の条件に理論的にも実験的にも一応満足されることが、技術者にとつての魅力となつたからであろう。そこで今まで行つた試験の結果を簡単に述べてみよう。

a) たわみ試験 図-10に示すように、片持バリとして継手の位置を固定点付近においてたわみ試験を行い、ホゾ式継手との比較を行つた結果は図-11のように継手は一体となつて働いていたことが判明した。

図-10

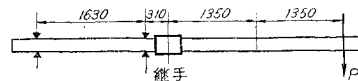
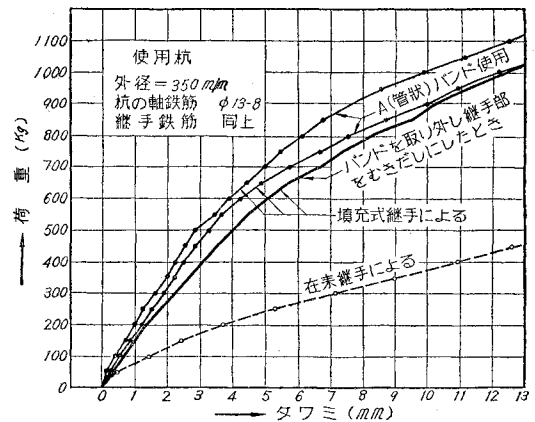
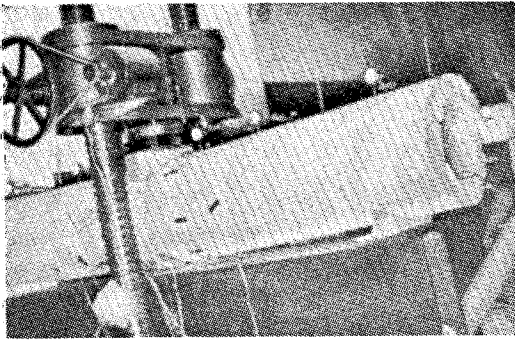


図-11



b) 曲げ試験 これは国鉄大阪工事局土木課において、実際の調査を行うため、実際に継クイを打ち込み、これを掘り出し、このクイから試験体4本(クイ本体2本と継手部2本)を切りとつて写真-12のような曲げ試験を実施した。この結果は表-1に示すようにクイ本

写真—12 継手部の外周バンドを取りのぞき裸体とした供試体の曲げ試験状況

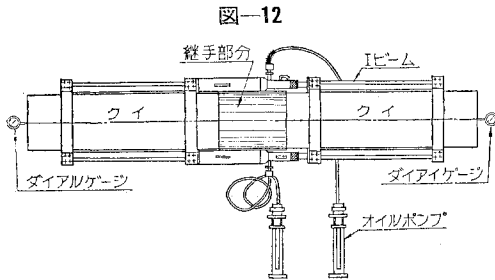


表—1

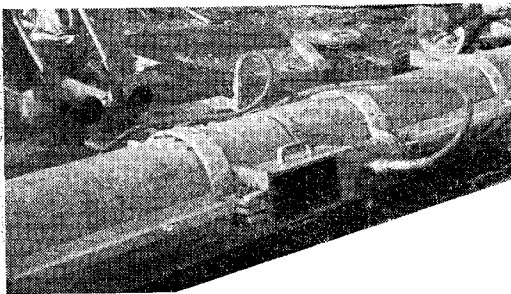
試験体番号	最終破壊荷重
杭体部 No. 1	$P=14.7\text{ t}$
同 No. 2	$P=15.6\text{ t}$
継手部(バンド取り外し) No. 3	$P=15.2\text{ t}$
同(同) No. 4	$P=15.0\text{ t}$

体とほとんど同じであった。

c) 引張試験 浮力などの作用で引き抜き力が加わる場合がある。この試験は道路公団の要望で継手部分の引張試験を 図—12 のような型式で行った。クイの寸法は外径 300 mm、壁厚 60 mm、軸方向鉄筋  $\phi 9-12$  本の



写真—13



継手で、引張破壊力は継手バンドをはずして行つた結果、3本とも約 30 t 前後であった。この設計荷重は 10 t であったので、十分所期の目的は達した(写真—13)。

以上の結果から圧縮はいりまでもなく引張り、曲げ、と各方面に十分目的を達しうることが明らかになった。

### (3) PS 式およびボルト式継手

この方式は将来使用されると考えられるが、まだ未知のため、実際には使用されるに至っていない。

試験としては 2 m 程度の長さの模型をつくり、これをつないで片持バリとして曲げ試験を行つただけで、実際に打ち込んではいない。しかし曲げ試験の結果はきわめて良好で、継手部分はクイ本体と一体となつており、破壊も継手箇所以外のところで生じた。

この方式はいかなる現場でも確実に施工でき、継手部分の不安というものはあまりないので、逐次実験を進めて、実際に施工する段階にもつてゆきたい考えである。

## 4. 結 語

以上述べたようにクイの継手はその所要目的によつて構造がきまつてくる。例えば建築物の基礎クイのように垂直荷重のみであればホヅ式で結構であるが、水平力を受けるクイでは充填式を採用しなければ、そのモーメントに抵抗できない。ただし、いずれにしても十分な監督のもとに正確な施工を行うことが必要である。

現在わが国において、遠心力鉄筋コンクリートクイの最大径はせいぜい 700 mm ぐらいであるが、将来はおそらく 1000 mm またはそれ以上になつてくると思う。これは井筒基礎に比してクイ基礎が比較的経済的であるが、現場においてその中間的な構造物が考えられる。例えばアメリカで最近竣工した Ponchertlain 橋の橋脚また中国の武漢大橋の基礎に用いられた橋脚などを考えれば、当然その直径の大きくなることは予想されるので、かかる径の大きなクイに対する継手は、やはり特別な考慮が払われるべきであろう。おそらく、かかる大きい径のクイの継手は PS 構造のものとなるであろう。しかも局所的な継手でなく、長さ 5~6 m のものを PS 鋼棒で連結した方式が採用されることと思う。この方式はクイ製作も容易であり、地質によつて長さを適当にすることができ、また継手の心配がないためである。

しかしながらクイの継手方法は常に進歩し、また足踏みすることを許されない状態で、より完全な工法が考案されることを切望するものである。

## 土木学会誌 "合本用ファイル" 頒布

体 裁: B5 判 学会誌 12 冊綴用、薄グリーン・クロス装、金文字入り  
頒 価: 1 部 140 円 (〒 30 円) 申込方法: 入金次第発送します