

Br. 75-01



## 土 木 研 究 所 資 料

第 1 0 5 7 号

太径異形鉄筋現場継手の低サイクル疲労試験

昭和 50 年 7 月

建設省土木研究所  
構造橋梁部橋梁研究室

## 要 旨

大型鉄筋コンクリート構造物に使用される太径異形鉄筋の現場継手として3種類の溶接継手と1種類の機械的継手を取りあげ、これらについての低サイクル疲労試験の結果から繰り返し荷重をうけた場合の鉄筋の継手の強度について検討を加えた。

## ま え が き

近年、大型の鉄筋コンクリート構造物が建設される例が多くなり、それに伴って高い強度を有する太型鉄筋の使用例も増大してきている。

太型鉄筋の使用上の大きな問題点は、どのような継手により鉄筋をつなぐかということである。すなわち、一般に細径の鉄筋で用いられているような重ね継手を用いることは重ね長が長くなり鉄筋の数量が増大すること、鉄筋間隔がせまくなり難しくなる。

以上のような理由で太径の鉄筋の場合には、ガス圧接継手、又は機械的な接合法などのような重ね継手以外の継手をとることが望ましい。しかしながら溶接継手の場合には、応力集中、熱による材料の変質等により静的強度、疲労強度に問題が生じる。さらに現場の施工環境、特に風や湿気で継手の品質が大きく左右されるという欠点を有している。また継手の品質が溶接技能者の腕によることから高所作業などのように作業性が問題になるところでは継手の信頼性に問題が生じやすい。またSD40のような高強度の太径鉄筋の場合には、このような継手の施工資格を有する技能者の数が限られているので、技術者を必要員数集めることも難しい場合があるなど種々の問題点がある。

一方、機械的継手の場合には、継手の性能は技術や自然環境に左右されない。しかしながら応力集中の度合は溶接継手に比べ大きく静的強度、疲労強度の面からは問題があると思われる。

土木研究所橋梁研究室では、このような太径鉄筋の数種の継手の低サイクル疲労強度に対して検討を加えた。

|         |     |         |
|---------|-----|---------|
| 橋梁研究室   | 室 長 | 国 広 哲 男 |
|         | 研究員 | 井 上 啓 一 |
| 現東京都建設局 |     | 福 田 孝 男 |
|         |     | 大 塩 俊 雄 |

# 目 次

## 要 旨

まえがき

## 目 次

|                      |   |
|----------------------|---|
| 1. 実験の目的 .....       | 1 |
| 2. 供 試 体 .....       | 1 |
| 3. 継手の種類 .....       | 3 |
| 4. 実 験 .....         | 4 |
| 4-1. 静的引張り試験 .....   | 4 |
| 4-2. 低サイクル疲労試験 ..... | 5 |
| 5. 結 論 .....         | 8 |
| 6. あとがき .....        | 9 |

## 1. 実験の目的

太径鉄筋が使用される構造物は主に橋脚等の大寸法のものであり、けたのような小寸法の構造物には使用されない。このような大寸法の橋脚のような構造物に対し繰返しの影響を考慮しなければならない荷重は、主に地震の影響である。地震の場合には、コンクリート標準示方書で鉄筋の許容応力度を50%割り増ししており、地震時には高応力度の繰返しを受けることになるが、橋梁寿命中にそのような高い応力度が生じる地震の起こる回数はごくわずかであると考えてよいであろう。

以上から各種の太径異形鉄筋継手を用いて、溶接継手3種すなわち通常ガス圧接継手、改良ガス圧接継手およびエンクローズ溶接継手と機械的継手の一種であるジカネジ継手の低サイクル疲労試験を行ない、太径異形鉄筋継手の各種類の低サイクル疲労強度について検討を加えた。

## 2. 供試体

今まで行なってきた一連の鉄筋断手の実験に用いた鉄筋は材質SD40呼び径D38のものである。

溶接継手3種（通常ガス圧接継手、改良ガス圧接継手、エンクローズ溶接継手）の鉄筋ミルシートは表-1(1)、機械的継手の1種であるジカネジ継手の鉄筋ミルシートは表-1(2)に示す。

鉄筋のフシ、リブについては写真-1に示す。

表-1 鉄筋ミルシート

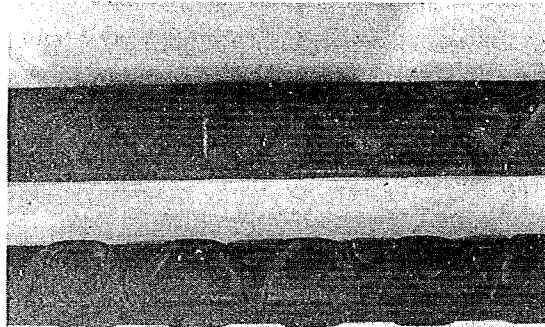
(1) 溶接継手鉄筋ミルシート

| 化 学 成 分 (%) |            |            |            |            | 引 張 試 験                     |                            |          | 曲げ試験 |
|-------------|------------|------------|------------|------------|-----------------------------|----------------------------|----------|------|
| C<br>×100   | Si<br>×100 | Mn<br>×100 | P<br>×1000 | S<br>×1000 | 降 伏 点<br>Kg/mm <sup>2</sup> | 引張強さ<br>Kg/mm <sup>2</sup> | 伸 び<br>% |      |
| 23          | 40         | 133        | 47         | 23         | 46.2                        | 64.9                       | 24       | Good |

(2) 機械的継手鉄筋ミルシート

| 化 学 成 分 (%) |            |            |           |            | 引 張 試 験                     |                            |          |  |
|-------------|------------|------------|-----------|------------|-----------------------------|----------------------------|----------|--|
| C<br>×100   | Si<br>×100 | Mn<br>×100 | P<br>×100 | S<br>×1000 | 降 伏 点<br>Kg/mm <sup>2</sup> | 引張強さ<br>Kg/mm <sup>2</sup> | 伸 び<br>% |  |
| 23          | 38         | 139        | 33        | 21         | 45.0                        | 64.0                       | 26       |  |

写真-1 鉄筋のフシ、リブ



### 3. 継手の種類

各種継手方法についての簡単な説明は以下のとおりである。

通常ガス圧接継手：接合部を密着

し外側からガス炎で加熱し境界面を再結晶させて結合する方法である。（写真-2参照）

改良ガス圧接継手：太径鉄筋をガス圧接する場合に圧接部が酸化され欠陥を生じることがある。そこでガス中に脱酸剤をまぜることにより欠陥を生じるのを防止したガス圧接法である（写真-3参照）。この方法は太径鉄筋の溶接の場合には通常ガス圧接よりもすぐれているといわれている。

エンクローズ溶接継手：溶接部の外側を鋼の当金で囲いその中を被覆アーク溶接棒で連続的に下向溶接する方法である（写真-4参照）。これは太径鉄筋の継手の信頼性を高めるものとして最近開発された方法である。

ジカネジ継手：異形鉄筋表面の突起物であるふし、リブのみにネ

ジを切削し、ナットにより接続する方法で、強度の低下を最小限にとどめるよう考慮した継手である。（写真-5参照）

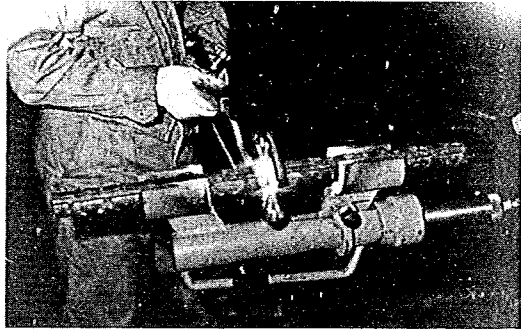


写真-2

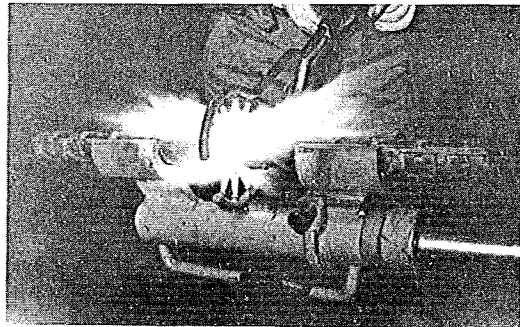


写真-3

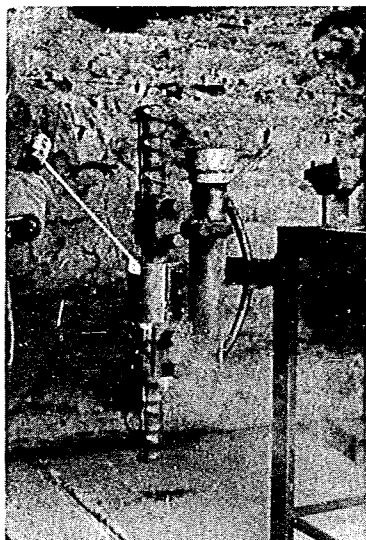


写真-4

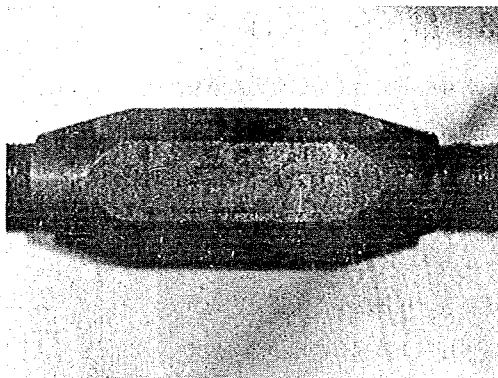


写真-5

## 4. 実 験

### 4-1 静的引張り試験

引張試験は建設省土木研究所橋梁研究室所有のアムスラー型万能試験機で行なった。実験結果は表-2に示す。

通常ガス圧接継手、改良ガス圧接継手、エンクローズ溶接継手はいずれも継手部分は健全で母材部分より破断した。一方ジカネジ継手はネジ山部より破断した。しかしいずれの場合にもこれらの結果はJIS G 3112に定められた母材の機械的性質（降伏点  $40\text{Kg/mm}^2$ 、引張強さ  $57\text{Kg/mm}^2$ 以上）を満足した。

表-2 異形鉄筋静的引張試験結果

| 種 別         | 番号 | 降 伏 荷 重<br>(ton) | 降伏応力(*)<br>(Kg/cm <sup>2</sup> ) | 破 断 荷 重<br>(ton) | 引張強さ(*)<br>(Kg/cm <sup>2</sup> ) |
|-------------|----|------------------|----------------------------------|------------------|----------------------------------|
| 母 材         | 1  | 51               | 4,470                            | 72.3             | 6,340                            |
|             | 2  | 50               | 4,390                            | 73.2             | 6,420                            |
| 通 常 ガ ス 圧 接 | 3  | 50               | 4,390                            | 72.6             | 6,370                            |
|             | 4  | 46.5             | 4,080                            | 72.5             | 6,360                            |
| 改 良 ガ ス 圧 接 | 5  | 49               | 4,300                            | 72.9             | 6,390                            |
| エンクローズ溶接    | 6  | 51               | 4,470                            | 72.9             | 6,390                            |
|             | 7  | 49               | 4,300                            | 71.3             | 6,250                            |
| ジ カ ネ ジ 継 手 | 8  | 49.2             | 4,320                            | 69.3             | 6,080                            |
|             | 9  | 49.4             | 4,330                            | 68.8             | 6,040                            |
|             | 10 | 49               | 4,300                            | 68.5             | 6,010                            |

(\*) 降伏荷重・引張強さを鉄筋母材の公称断面積で割った値をそれぞれ降伏応力、引張強さとする。

#### 4-2 低サイクル疲労試験

低サイクル疲労試験も静的引張り試験と同様にアムスラー型万能試験機を用いて行なった。この試験機は低サイクル疲労での最大荷重120 tonの能力を有している。試験に用いた鉄筋は、SD40であるので許容応力度は2100 Kg/cm<sup>2</sup>であるが、この試験は地震時を想定して行なわれたので、応力レベル、応力振幅を決める場合、道路橋下部構造設計指針及びコンクリート標準示方書より鉄筋に作用させる上限応力度は2100 Kg/cm<sup>2</sup>の50%~80%増しの値3150 Kg/cm<sup>2</sup>~3780 Kg/cm<sup>2</sup>とし、(一般に橋脚のような土木構造物では地震時には鉄筋の許容応力度を50%割りまししている。)、この上限応力度付近での各種継手のS-N曲線を求めることに主眼をおいた。これに対し鉄筋に作用させる下限応力度は試験機の都合からいずれも350 Kg/cm<sup>2</sup>とした。すなわち部分片振れ疲労試験である。

各種継手の試験結果を両対数グラフにプロットすると図-1のようになる。また疲労による試験体の破断の状況の例は写真-6~10に示す。

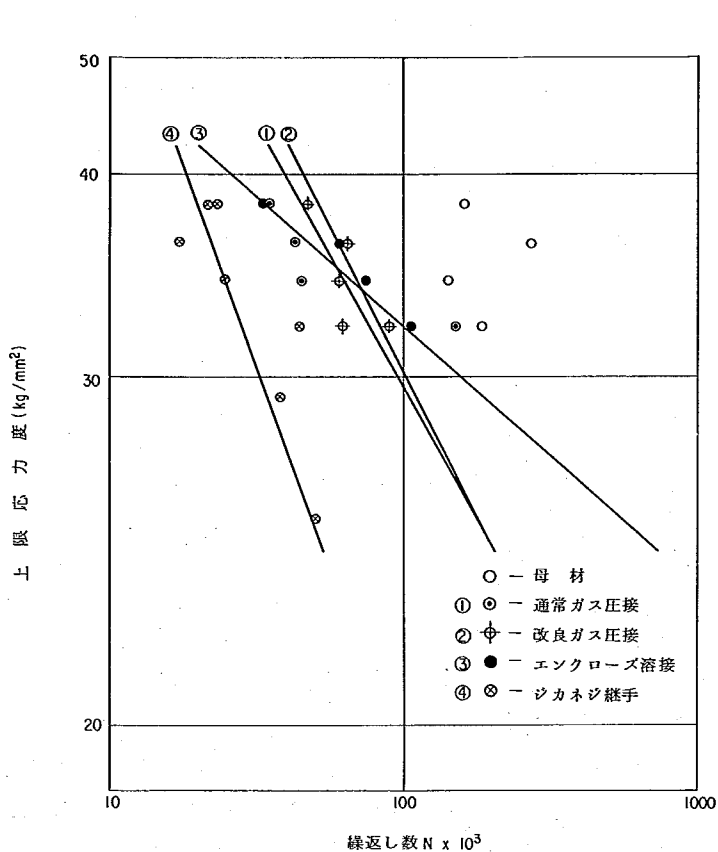
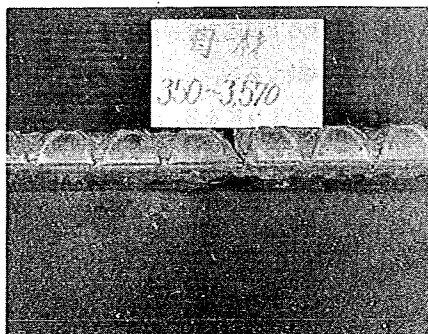


図-1 S-N線図

Kg/cmにおける疲労強度は、ジカネジ継手が最も弱かった。



(1) 長手方向



(2) 断面方向

写真-6 母材

上限応力度  
 を許容応力度  
 の1.5倍の  
 3150Kg/cm  
 にとつた場合  
 ではジカネジ  
 継手は繰返し  
 数44,500回  
 で、改良ガス  
 圧接継手は  
 62,000回で、  
 エンクローズ  
 溶接継手は  
 105,000回  
 で、通常ガス  
 圧接継手は  
 145,000回  
 で、母材は  
 180,000回  
 で破断した。  
 以上から上限  
 応力度3150

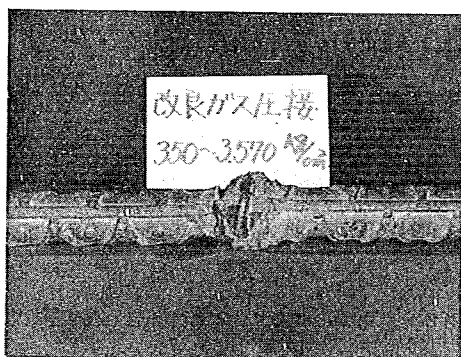


(1) 長手方向



(2) 断面方向

写真-7 通常ガス圧接



(1) 長手方向

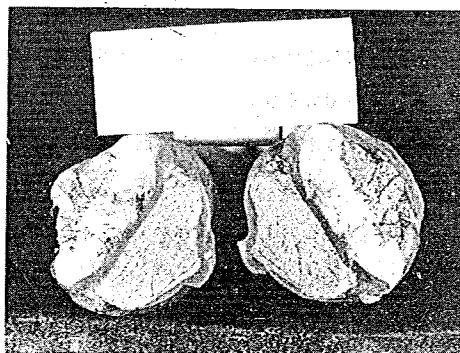


(2) 断面方向

写真-8 改良ガス圧接

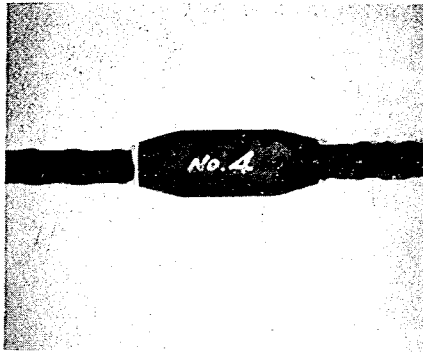


(1) 長手方向

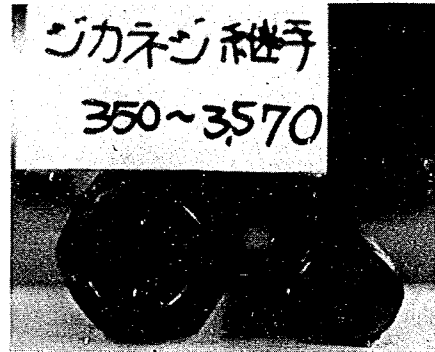


(2) 断面方向

写真-9 エンクローズ溶接



(1) 長手方向



(2) 断面方向

写真-10 ジカネジ継手

## 5. 結 論

橋脚等の設計の際に考えている地震の影響はその構造物の耐用命数の間に生ずるかどうかわからぬ程度の大きさの地震を想定して定めたものであるから、構造物が寿命中にこのような高い応力度の繰返しを受ける回数は非常に少ないと思われる。

疲労試験の結果については一般にかなりばらつきが大きいものであり、ここで報告した実験データの数も少ないので図-1に示す結果はある程度割り引きして考える必要があると思われるが、溶接による継手の場合には一番小さい低サイクル疲労強度しかもたなかった改良ガス圧接継手の場合、設計荷重時の許容応力度を50%増した設計地震時の応力度でも60,000回以上という繰返し数に耐え、かつ設計荷重時の許容応力度では100,000回をはるかに上まわる繰返し回数に耐えうることからこのような継手形式は異形鉄筋継手として使用することが可能であるといえるであろう。

一方ジカネジ継手の場合には、設計地震時の応力度で50,000回を下まわり、かつS-N曲線の勾配もきつい。

以上からこのようなジカネジ継手は常時圧縮応力が作用し、地震時でもわずかの引張応力しか出ない橋脚のような場合には、使用しても差し支えないと思われるが、高い引張力をうける場合や荷重の変動が大きい場合には、このような継手を使いいることは問題があろう。

## 6. あ と が き

まえがきで述べた如く、施工の面からは太径異形鉄筋の現場継手として機械的継手を用いることが最も望ましいと思われるが、本報告書で述べた如く、低サイクル疲労強度の面からは最も弱いので今後ネジのディテイルを改良するなどして少なくとも溶接継手の疲労強度まで高めて行く必要があろう。

最後に本試験に当り試験体の提供など御協力いただいた神戸製鋼に御礼申し上げます。

太径異形鉄筋現場継手の低サイクル疲労試験

土研資料第1057号  
昭50年2月(1975)

国広哲夫、井上啓一、福田孝男、大塩俊雄

キーワード 鉄筋、低サイクル疲労、圧接継手、ジカネジ継手

要 旨

大型鉄筋コンクリート構造物に使用される太型異形鉄筋の現場  
継手として3種類の溶接継手と1種類の機械的継手を取りあげ、  
これらについての低サイクル疲労試験の結果から繰り返し荷重をうけた場  
合の鉄筋の継手の強度について検討を加えた。



郵便はがき

十円切手  
をはって  
下さい

2 8 0 - □ □

千葉県千葉市穴川

四丁目十二番五二号

建設省土木研究所

橋梁研究室 御中

No. 19

No. 10

配布先氏名

配布先住所

土木研究所資料第1057号 部

上記のとおり受領しました。

所 属（住所）

氏 名

印