

## レオバ工法 S-66, K-66 型定着試験

山 田 邦 光\*

### 1. 概 説

このレオバ工法は、グラウトにより定着される方式であるが、他の工法と同様に、定着効果に対しての試験を行なうとすれば、PC設計施工指針（土木学会）第12条“定着具および接続具”より「ポストテンション方式」に用いる定着具および接続具は定着または、接続されたPC鋼材が9条および10条に規定する引張強度を發揮する前に破壊することなく、またいちじるしい変形を生じることのないような構造および施工を有するものでなければならない」と定められているため、昭和37年に行なった試験は最大引張力が100tまでの試験であったため、引張強度 $\sigma_{pu}=155 \text{ kg/mm}^2$ とした場合、レオバ66タイプでは規定どおりの破断荷重124.6tには不足であること、実施される状態と多少異なった試験であったため、今回再び試験を実施した。

### 2. 試験方法

レオバ工法によるプレストレスは、SおよびKタイプ（図-1, 2）ともにプレストレス導入後、PC鋼線と連結されている緊張棒をナットで一時的に仮締めを行ない、

図-1 Sタイプ

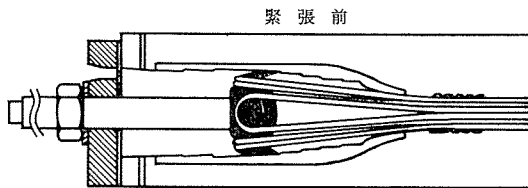


図-2 Kタイプ

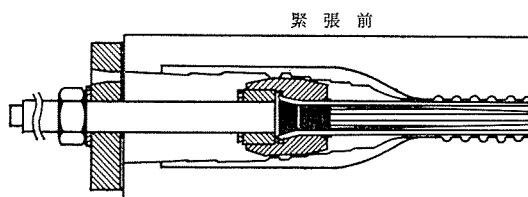


図-3 (1)

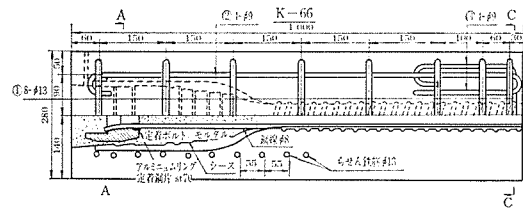


図-3 (2)

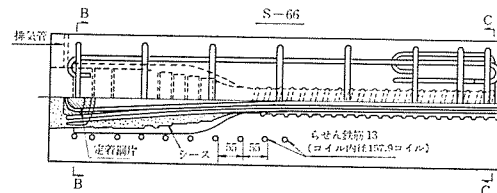


図-3 (3)

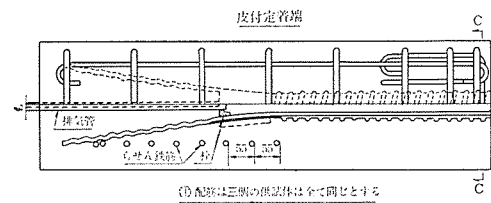


図-3 (4)

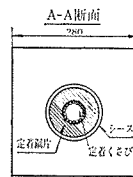


図-3 (5)

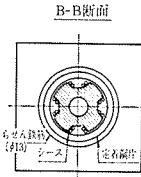
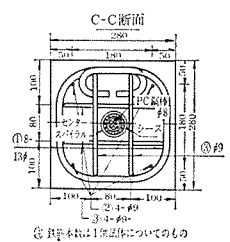


図-3 (6)



ラップ状シースにセメントミルクを注入し、硬化後、緊張棒を取りはずす。一方、波付定着（図-3 (3)）は直接はりのコンクリートに埋設しておき、導入時緊張側に対するアンカーとなる。図-3 におおの供試体（準備試験用）を示した。

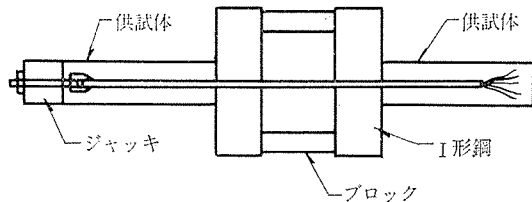
測定はプレストレス導入時（図-4 (1)）における緊張側および定着側のコンクリートに生ずる応力度およびグラウト注入後（硬化）において（図-4 (2)）PC鋼線に

\* 大成建設株式会社技術研究所 第7研究室

再び緊張力を与えて、P C設計施工指針第9条に規定されている引張強度まで緊張力を上げ、そのときの緊張側および定着側のコンクリートに生ずるひずみ度の測定およびクラック発生を観測を行なった。

(1) プレストレス導入時における測定

図-4 (1) 導入時



導入力  $P_{t0}$  は土木学会P C指針、第9条および第63条により、P C鋼線の導入中における許容緊張力はレオバ66 (S, K) に関して、

引張強度  $\sigma_{pu}$  より

$$P_{ua} = A \sigma_{pu} \times 0.8 = 8.04 \times 15.5 \times 0.8 = 99.6 \text{ t}$$

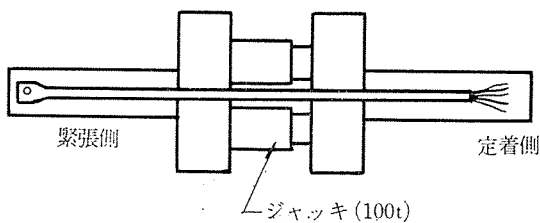
降伏点応力度  $\sigma_{py}$  より

$$P_{ya} = A \sigma_{py} \times 0.9 = 8.04 \times 13.5 \times 0.9 = 97.6 \text{ t}$$

したがって、最大導入力を  $P_{t0} = 97.6 \text{ t}$  とし、測定は10 t単位で行なった(図-3)。

(2) 破壊試験(グラウト硬化後)

図-4 (2) 破壊時



プレストレス導入後、グラウトの注入を行ない硬化したのち図-4のごとく、2台ジャッキを使用して土木学会P C指針第9条に規定されている引張力 ( $P_u = A \sigma_{pu} = 8.04 \times 15.5 = 124.6 \text{ t}$ ) まで緊張力を上げ、このときの緊張側および定着側のコンクリートに生ずるひずみ度およびクラック発生を観測を行なうことにした。

緊張力はすでに導入されている緊張力を設計荷重時の緊張力 60 t に落とし、60 t よりP Cケーブルの公称破断引張力 ( $P_u = 124.6 \text{ t}$ ) まで緊張力を上げる計画であったが、実施では緊張力を0点まで落とし、 $P_u = 130 \text{ t}$  まで上げ、測定は10 t単位で行なった。

供試体の大きさは 35 cm × 35 cm × 100 cm のブロックを本試験用として計画した。ここで問題となるのがブ

ック断面の大きさであるが、実施される可能性がある断面での最小寸法として 35 cm × 35 cm の断面を採用したわけであり、断面を大きく選べばより安全となり、小さく選べばより危険になるのは当然である。ただし、35 cm × 35 cm の断面で荷重を与えた場合、いちじるしく大きなひずみおよび変形を得ることはできないと考えられるので、実際には使用されるとは考えられないが、小さい断面 28 cm × 28 cm で試験を先に行ない、このブロックに生ずるひずみおよび変形をも参考として、本試験を行なった。

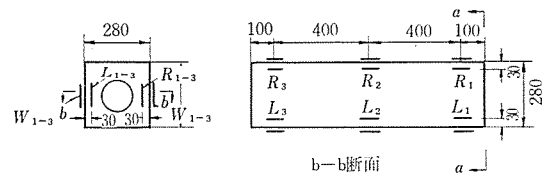
(3) 準備試験の供試体組合せ、および測定点に関して

供試体の大きさは 28 cm × 28 cm の断面をもつ、長さ1 m のコンクリートブロックで、レオバ S-66用の波付アンカー、SタイプおよびKタイプ緊張部の3種の定着部をつぎのような組合せで試験した。

- 波付——波付\* 1組
- 波付——S\* 3組
- 波付——K\* 3組

この組の供試体のうち、\*印の供試体のみ測定用ゲージを埋設、または接着した。なお、おのおのの測定点に関して三方向のひずみ度を測定した(図-5)。

図-5 緊張側ブロック測定点



a) コンクリート (現場配合、現場養生) (表-1)

b) 鉄筋 鉄筋はSD 24 φ 13 を 15 cm ピッチで割裂に対してフープ筋として配置した。

c) 弾性係数 実測値および他の資料を参考にして導入時の応力度計算には  $E_c = 3.0 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$ 、破断時の応力度計算には、 $E_c = 3.3 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$  とした。

(4) 本試験の供試体組合せ、および測定点に関して 供試体の大きさは 35 cm × 35 cm の断面で長さ1 m のコンクリートブロックにS-66用の波付アンカーSタイプおよびKタイプ緊張部の3種の定着部を、つぎのような組合せで試験した。

- 波付——波付\* 3組
- 波付——S\* 3組
- 波付——K\* 3組

表-1 コンクリートの配合

| 粗骨材最大粒径 | 水量     | セメント   | W/C   | G/S  | 砂      | 砂利       | Sl   | Air | Jemp | 混和剤        | $\sigma_3$ | $\sigma_7$ | $\sigma_{12}$ | $\sigma_{28}$ |
|---------|--------|--------|-------|------|--------|----------|------|-----|------|------------|------------|------------|---------------|---------------|
| 25 mm   | 150 kg | 390 kg | 38.5% | 1.89 | 642 kg | 1 211 kg | 8 cm | 4.2 | 17°  | ボゾリス No. 8 | 308        | 330        | 374           | 418           |

報 告

この9組の供試体のうち、\*印の供試体だけに測定用ゲージを埋設、または接着した。

図-6 緊張側ブロック測定点

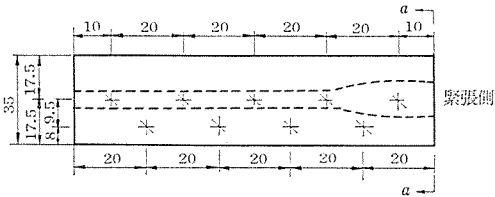
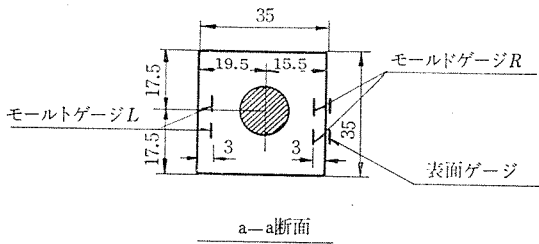


図-7 緊張側ブロック測定点



コンクリートおよびグラウト  
コンクリートの配合は準備試験と同じである。

表-2 コンクリートの圧縮試験結果

| $\sigma_3$             | $\sigma_7$ | $\sigma_{14}$ | $\sigma_{28}$ |
|------------------------|------------|---------------|---------------|
| 308 kg/cm <sup>2</sup> | 336        | 392           | 418           |

a) グラウトの配合および圧縮試験結果 (現場養生)

表-3 グラウトの配合

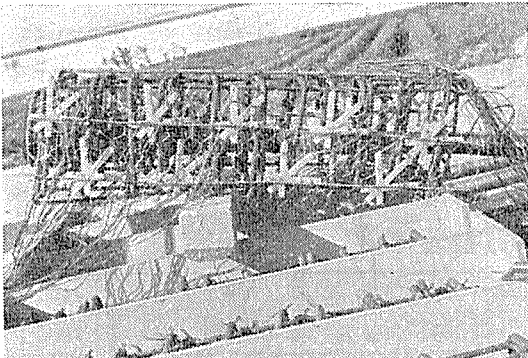
| C      | W    | W/C                    | A1                     | C/A1       | フロー値 |
|--------|------|------------------------|------------------------|------------|------|
| 100 kg | 39 l | 39 %                   | 2 kg                   | 0.5 %      | 16 秒 |
| ブリージング | 膨張率  | $\sigma_3$             | $\sigma_7$             | 混和剤        |      |
| 1.4%   | 1.4% | 270 kg/cm <sup>2</sup> | 277 kg/cm <sup>2</sup> | ボゾッス No. 8 |      |

b) 鉄筋 鉄筋は SD 24  $\phi$  13 を 1 m 当り 11 本フープ筋として使用した。

c) 弾性係数 実測値および他の資料を参考にして

写真-1 レオバ S-66 型ケーブルの緊張端部

ストレインゲージは東京測器研究所(株)の測長 60 mm の三方向モールドゲージ (RMR 60) を使用した。



導入時の応力度計算には

$$E_c = 3.0 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$$

破壊時の応力度計算には

$$E_c = 3.3 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$$

写真-2 PC 鋼線を波付加工した定着側

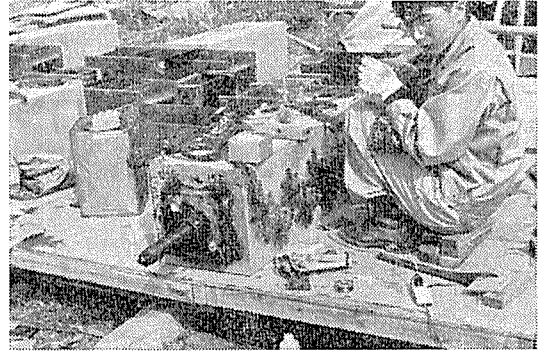


写真-3

ブロックの表面にはコンクリート内に埋設したモールドゲージと同位置にワイヤーストレインゲージを貼布した。



写真-4

ブロック表面に貼布したワイヤーストレインゲージは東京測器研究所(株)のポリエステルゲージ PL-60 を三方向ゲージに構成して使用した。

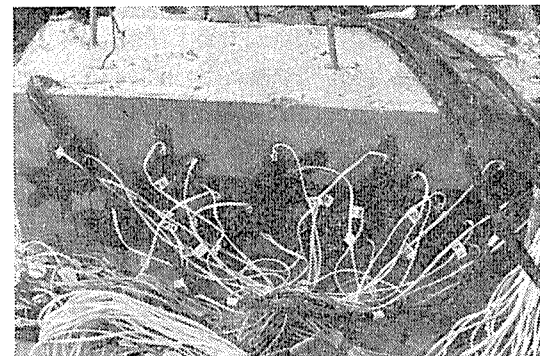


写真-5

プレストレスの導入時緊張力はポンプの油圧ゲージ以外に荷重を使用してチェックした。

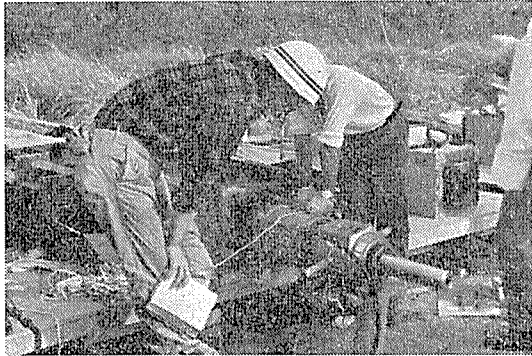


写真-7

グラウト定着されたのち、2つのブロックはジャッキにより押し開けられケーブルに引張力が与えられる。

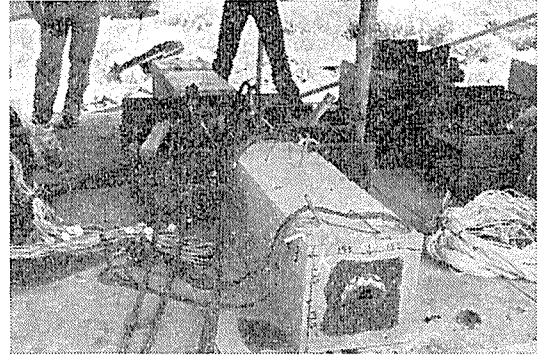


写真-6

プレストレス導入時におけるストレインの測定。

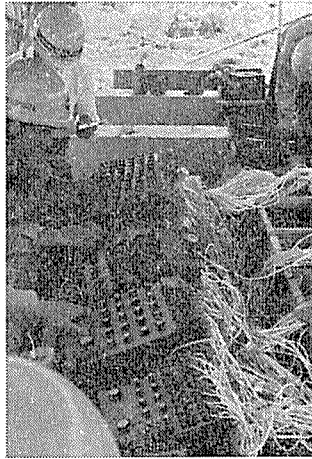
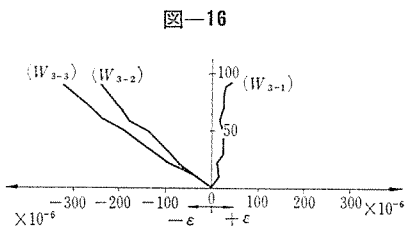
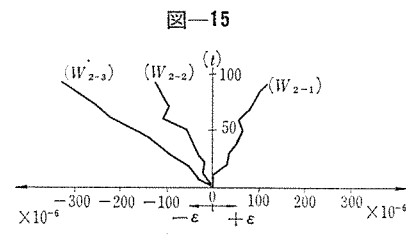
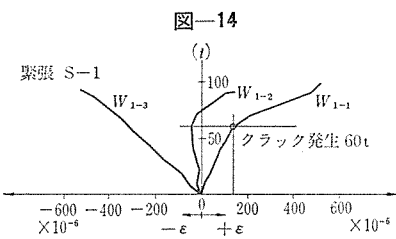
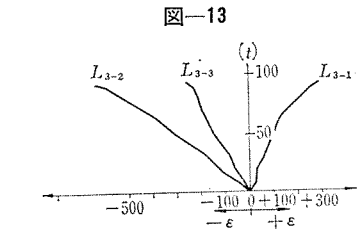
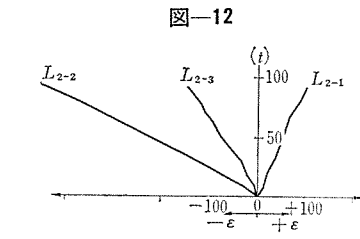
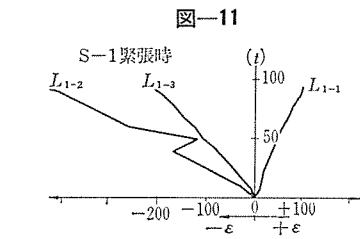
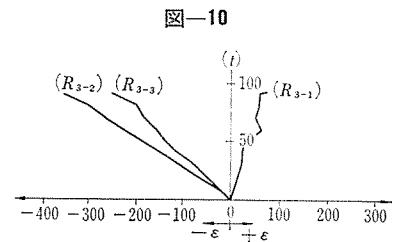
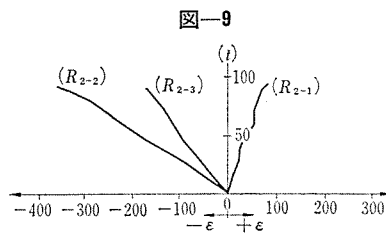
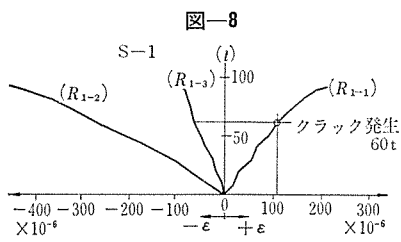
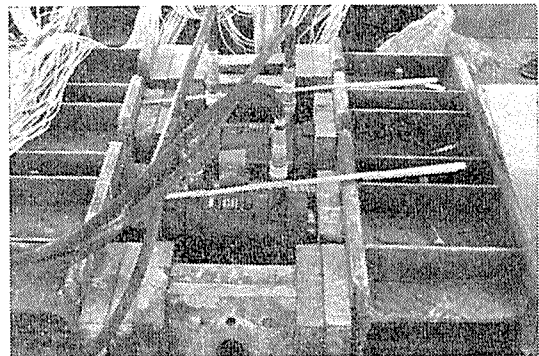
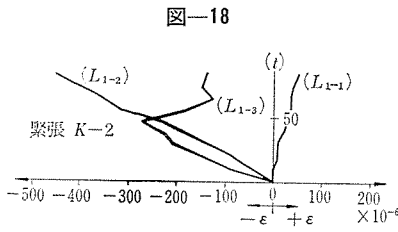
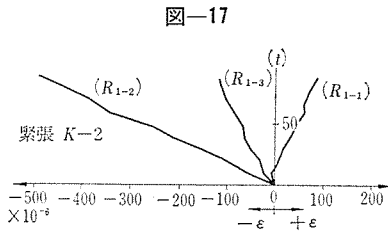


写真-8 グラウト定着に使用した荷重装置

100t ジャッキ 2台使用 (写真手前にある厚い鋼板は緊張時に使用した受け台である)



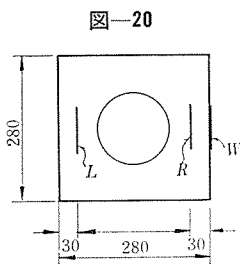
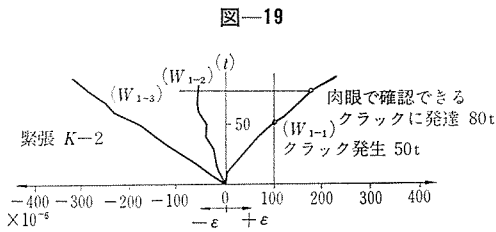


d) 準備試験の測定値

1) 導入時

ひずみ度はひずみ計によってコンクリート内およびコンクリート表面を測定された。ゲージ R, L はコンクリート内、ゲージ W はコンクリート表面のひずみ度を測定するために使用したもので、プレストレス力 10 t ごとにひずみ度の測定を行ない、それをグラフ化したものが図-8~18 であり、このグラフは S-1 供試体の第 2 サイクルにおける測定値であり、他の供試体についても同様におのおのグラフ化した。そのひずみ度の変化はほぼ同じ傾向を示している。一例として供試体 S-1 に関してのみここに示した。

ここに示したストレインゲージの番号および位置は図-5 に示したとおりである。RLW は緊張端面より 10 cm の位置における測定点であるから他の測定点 2 点と比較した場合、明らかに引張ひずみ度が大きくあらわれている。ゲージ R<sub>1-1</sub>, W<sub>1-1</sub> の荷重-ひずみ度の測定値をみると、プレストレス力 60 t においてコンクリートにクラックが発生したと考えられる。60 t における引張



ひずみ度は  $100 \sim 150 \times 10^{-6}$  であるので、導入時におけるコンクリートの圧縮強度  $\sigma_c$  が約  $300 \text{ kg/cm}^2$  であったので、コンクリートの弾性係数  $E_c = 3.0 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$  とすれば、コンクリートの引張応力度  $\sigma_c'$  は  $30 \sim 45 \text{ kg/cm}^2$  となり、60 t でクラックが発生したと考えられる。

ブロックに生ずる応力度分布は、ブロックの表面に近づくにしたがって、引張応力度は大きくなる傾向にある。またその引張応力度の勾配は、比較的急であり、前に示した S-1 供試体の  $R_{1-1}$  と  $W_{1-1}$  とのひずみ度の差もかなり大きく、下に示した K-2 供試体においても、 $R_{1-1}$ ,  $L_{1-1}$  と  $W_{1-1}$  とではその差は大きい。K-2 供試体においてはゲージ  $W_{1-1}$  により荷重-ひずみ度の関係をみると、50 t において肉眼ではわからない程度のクラックが発生し、80 t で肉眼で確認できるクラックに発達したが、ゲージ W より 3 cm 内側に埋設してあるゲージ R の位置ではクラックの発生は、プレストレス力 90 t においても確認することはできない。したがって、ブロックの配筋はできるだけ外側に寄せた方が有効であるということになり、現在使用しているらせん鉄筋は、らせん径が小さいのでその効果は小さいと考えられるので、多少大きくした方がよい。

ここに示した以外の供試体も先に示したと同様でありおのおの試験体に引張ひずみ度が  $100 \times 10^{-6}$  以上に達したときの荷重は表-4 のとおりである。

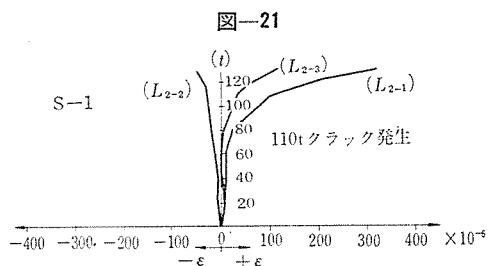
表-4

| 供試体名 | プレストレス 導入力                    |          |
|------|-------------------------------|----------|
|      | 表面より 3 cm 入った位置               | コンクリート表面 |
| S-1  | 70 t                          | 60 t     |
| S-2  | 80 t                          | 70 t     |
| S-3  | 60 t                          | 50 t     |
| K-1  | —                             | 70 t     |
| K-2  | (90 t で $90 \times 10^{-6}$ ) | 60 t     |
| K-3  | 90 t                          | 60 t     |
| 波    | —                             | —        |

(5) グラウト定着後の引張試験

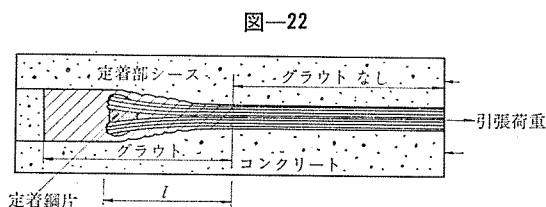
グラウト注入して 4 日後に、引張試験を行なった。このときのグラウトの圧縮強度は  $\sigma_4 = 250 \text{ kg/cm}^2$  であった。与えた引張荷重によって生ずるひずみ度はプレストレス導入時において測定したひずみ計を使用して行なった。

その一例として S-1 供試体の引張荷重-ひずみ度の測定値を示せば図-21 のとおりであり、荷重 110 t で、クラックが発生している。この発生している断面は、定着部シースの径が変化している区間に相当しており、その前後においては、クラックは確認できず、また、ひずみ計による測定結果でも引張のひずみ度は小さい。



他のブロックの測定結果も、ここに示した S-1 の測定結果とほぼ同様な荷重—ひずみ度の関係である。これによれば荷重 80 t までの引張ひずみ度の増加は、比較的少ないが、80 t を越えると急激に増加している。先に示した導入時における測定結果では、荷重—引張ひずみ度の関係はクラックの発生するまで直線状に増加している。したがって、この場合の引張試験では、そのひずみ度変化に特殊性があるということになる。

ここに定着部付近の概略図を 図-22 に示したが、図



のような引張荷重が働いた場合、これを分担するのは定着部シースに注入されたグラウト（硬化後）によることは当然であるが、測定結果および定着部の構造より判断すれば、荷重の小さい場合には、グラウトと定着部シースの付着のみ ( $l \infty$  区間) で、引張荷重を分担することができるが、引張荷重が大きくなり付着が破壊され（定着部シースにはシース自身の剛性をあげるために多少凹凸はあるので、単純な付着よりは強い）、定着鋼片から定着部シースの先端までの区間で、P C 鋼線とグラウト（硬化）とが一体となって、くさびの働きをするように

なる。このくさび作用をブロックが受けると同時に、大きな割裂力が発生することになる。したがって、0~80 t まではグラウト（硬化）とシース間の付着により、80 t 以上はくさび作用により引張荷重とつり合いを保つと考えられる。導入時同様に  $100 \times 10^{-6}$  以上の引張ひずみ度に達したときの荷重をあげれば表-5 のとおりである。

表-5

| 供試体名 | 引 張 荷 重                        |                                |
|------|--------------------------------|--------------------------------|
|      | コンクリート表面                       | 表面より 3 cm 入った位置                |
| S-1  | (130 t で $35 \times 10^{-6}$ ) | 110 t                          |
| S-2  | (130 t で $85 \times 10^{-6}$ ) | 130 t                          |
| S-3  | (130 t で $30 \times 10^{-6}$ ) | (130 t で $70 \times 10^{-6}$ ) |
| K-1  | (130 t で $50 \times 10^{-6}$ ) | 110 t                          |
| K-2  | (130 t で $50 \times 10^{-6}$ ) | 110 t                          |
| K-3  | —                              | 120 t                          |
| 波    | (130 t で $50 \times 10^{-6}$ ) | —                              |

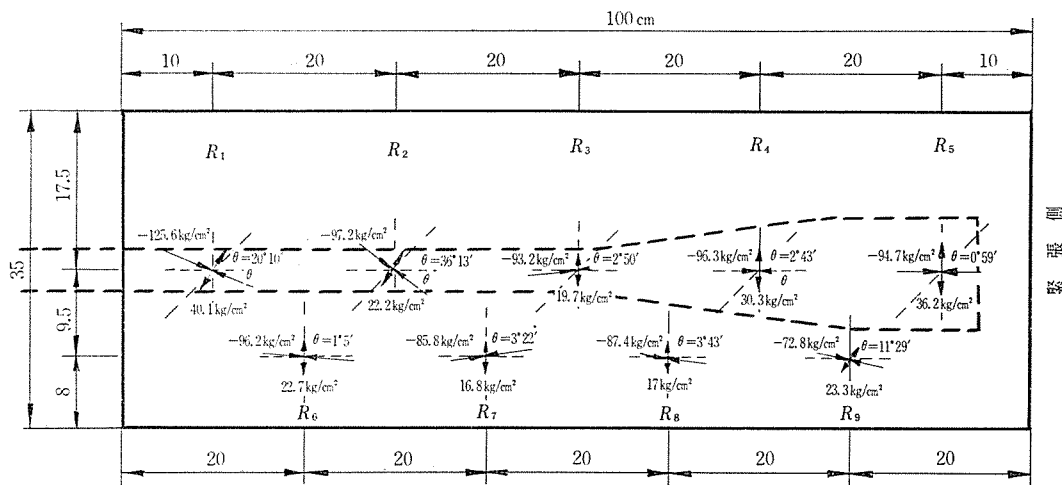
ここに示した表-5の測定結果でもわかるように、導入時における測定結果では、コンクリート表面に近づくにしたがって大きな引張ひずみが発生していたが、グラウト定着した場合には内部のコンクリートに大きな引張ひずみが発生する傾向にある。なお、P C ケーブルの公称破断荷重は  $\sigma_{pu} = 155 \text{ kg/mm}^2$  とすれば、S-66 型ケーブル 1 本当り  $P_u = 124.6 \text{ t}$  であるので、ここに使用した供試体 7 組は、すべて公称破断荷重を越えている。

a) 本試験の測定値

1) 導入時：供試体コンクリートのひずみ度は準備試験と同様に、コンクリート内に埋設したモールドゲージを使用して、おのおのの供試体に対して行なった。コンクリート表面の測定は供試体 S-1、K-2 に対してのみ行なった。

準備試験の供試体 (28 cm × 28 cm) に比較して、この本試験の供試体 (35 cm × 35 cm) は大きいので、クラック発生荷重は準備試験では 60 t 内外であったが、本試

図-23

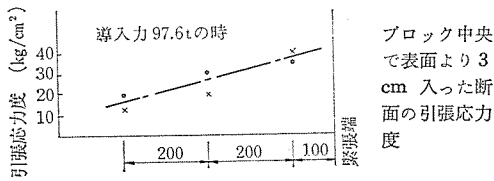


験ではかなり増加しており、ケーブルの許容導入力 97.6 t においても、クラックが発生していない供試体もあった。

供試体 S-1 の導入力 97.6 t における R 側のゲージにより、測定されたひずみ度にコンクリートの弾性係数  $E_c = 3.0 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$  を乗じて応力度を求め、それを図化し 図-23 に示した。

緊張端付近の引張応力度を S-1 供試体より、ゲージ  $R_3 \sim R_5$ ,  $L_3 \sim L_1$  の測定値を使用してグラフ化すれば、図-24 のごとくなり、緊張端よりほぼ直線状に変化しており、50 cm 離れた断面においてはその影響はほとん

図-24



どない (50 cm 離れた断面で  $15 \text{ kg/cm}^2$  程度の引張が生じているが、これは横ひずみによる影響で、ポアソン数  $m=6$  とすれば、軸圧縮応力度が約  $90 \text{ kg/cm}^2$  であるので、 $15 \text{ kg/cm}^2$  になる)。測定引張ひずみ度は緊張端面より 10 cm 入った位置でのゲージが当然最も大きな値になっているので、この断面に関して、おのおのの供試体より得た測定ひずみ度を示せば、表-6 のとおりである。

ここに示した値はひずみ度であるので、これにコンクリートの弾性係数  $E_c$  として  $E_c = 3.0 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$  を考えてやれば、ひずみ度  $100 \times 10^{-6}$  で  $30 \text{ kg/cm}^2$  の応力度ということになる。導入時のコンクリートの圧縮強度  $\sigma_c$  が  $\sigma_c = 300 \text{ kg/cm}^2$  であるので、 $30 \text{ kg/cm}^2$  程度の引張応力度 (割裂) でクラックが発生することになるので、

表-6

|     | 97.6 t                       |     |                              |    | 参 考   |
|-----|------------------------------|-----|------------------------------|----|---|
|     | Rゲージ<br>( $\times 10^{-6}$ ) |     | Lゲージ<br>( $\times 10^{-6}$ ) |    |   |
| S-1 | *120                         | 100 | *125                         | 60 | R90 t で 110, L90 t 115 ( $\times 10^{-6}$ ) |
| S-2 | 60                           | 85  | 115                          | 45 | L90 t で $100(\times 10^{-6})$               |
| S-3 | 210                          | 75  | 90                           | 30 | R60 t で $110(\times 10^{-6})$               |
| K-1 | —                            | 90  | 90                           | 55 | R <sub>5</sub> ゲージ不良                        |
| K-2 | 155                          | 75  | 135                          | 70 | R80 t 125, L80 t 110                        |
| K-3 | —                            | 90  | —                            | —  | R <sub>5</sub> ゲージ不良, Lゲージ不良                |

\* (Rゲージ, Lゲージ中左側の値は緊張端より 10 cm の位置)

なお参考として示した荷重は引張ひずみ度が  $100 \times 10^{-6} \sim 125 \times 10^{-6}$  に達したときの値で緊張端より 10 cm の位置のゲージに対してである。

実際にクラックが発生しているかどうかは別であり、ひとつの目安として示した。

測定値は非常にばらつきが大きく、S-3 供試体では緊張力 60 t で  $110 \times 10^{-6}$ , S-2 供試体では緊張力 97.6 t で  $60 \times 110 \times 10^{-6}$  という具合である。

K-2 供試体では  $155 \times 10^{-6}$  (R側),  $135 \times 10^{-6}$  (L側) と大きな引張ひずみ度が発生しており、クラックが発生しているはずであるが、肉眼では確認することができなかった。供試体中でクラックとして確認できたのは、S-2 のみであった。

準備試験の供試体  $28 \text{ cm} \times 28 \text{ cm}$  の試験結果に比較した場合、本試験の供試体  $35 \text{ cm} \times 35 \text{ cm}$  では、クラック発生荷重は平均してあがっているが、そのばらつきが大きいので十分な配筋が必要である。

b) グラウト定着後の引張試験 グラウト注入して 5 日後に引張試験を行なった。このときのグラウトの圧縮強度は  $\sigma = 280 \text{ kg/cm}^2$  であった。

引張荷重によって生ずるコンクリート円のひずみ度は、導入時の測定に使用したモールドゲージで測定を行

図-25

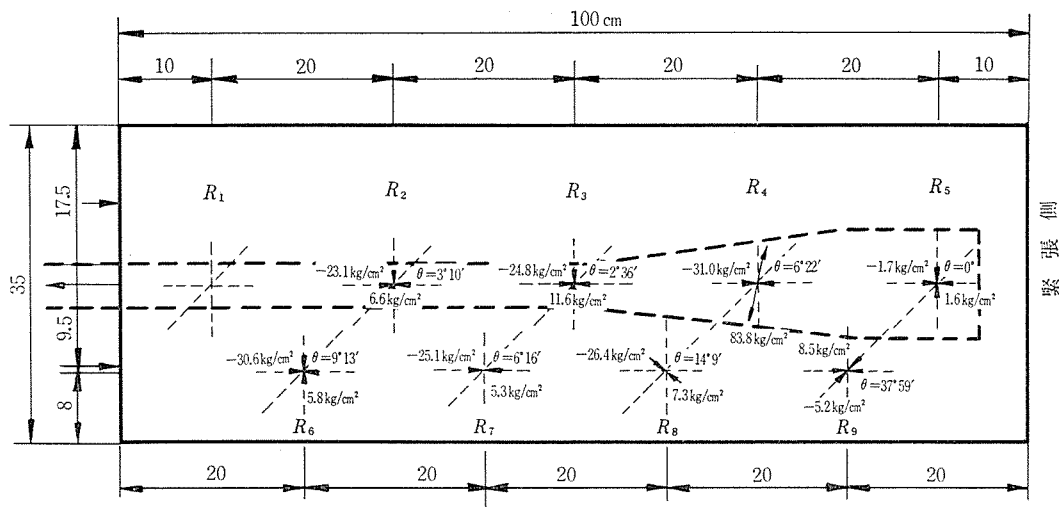
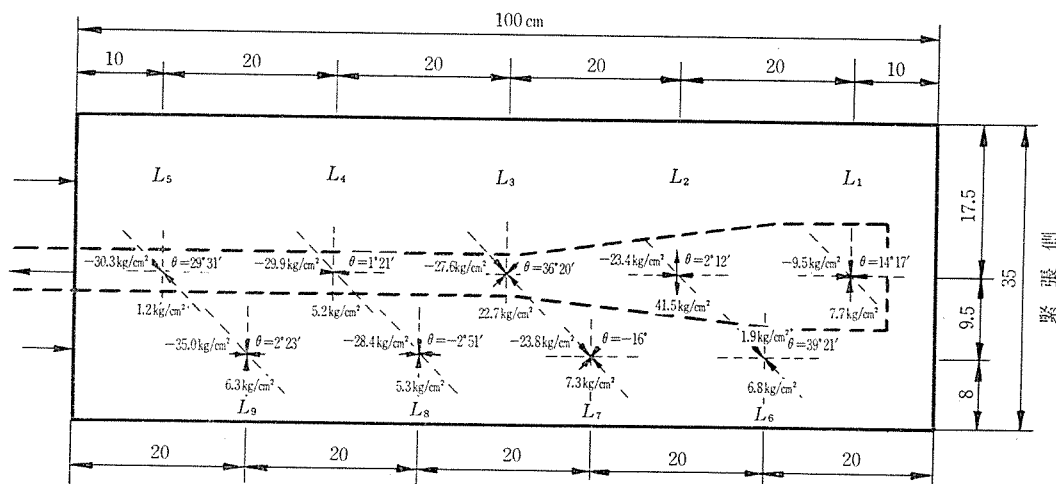


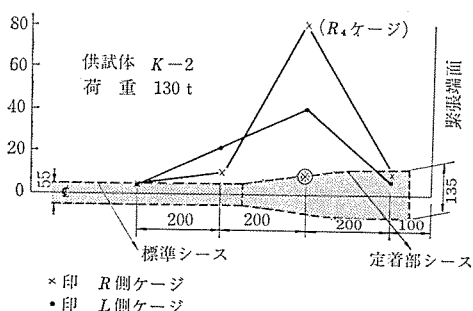
図-26



なった。測定したひずみ度に  $E_c = 3.3 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$  を乗じて応力分布を図化し、図-25, 26 に示した。

この応力分布図より中心軸に沿った引張応力度を取り出して示せば 図-27 のごとくである。

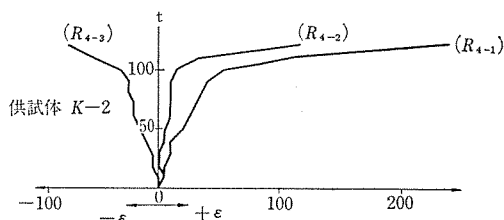
図-27



ここに示した応力分布図でわかるように、緊張端面より 30 cm の位置に埋設しておいたゲージが最も大きな引張応力度を示している。他の供試体 6 個も同様に同じ位置 30 cm で最大引張応力度が発生している。この位置は図-27 にも示したように、定着部シース (点線) の急変部\*である。この部分より前後 20 cm 離れた断面では急激に応力度は減少している (この図で引張応力度  $84 \text{ kg/cm}^2$  と示したが、これは当然クラックが発生しており、これは見掛けの応力度である)。

$R_4$  ゲージの荷重-ひずみ度の関係を 図-28 に示したが、準備試験 (28 cm × 28 cm 断面) と同様な傾向で、荷重 80 t までのひずみ度は非常に小さく、80 t 以上に

図-28



なると急激に増加し、荷重 110 t でクラックが発生したと考えられ、80 t までは定着部シースとグラウト (硬化) の付着のつり合いで、80 t 以上では付着は破壊され、くさび作用による力のつり合いに移行したと考えられる。

c) くさび作用に関して 先に述べたくさび作用により、荷重  $P$  によって定着部シース付近に割裂力が生ずることになる。この割裂力  $z$  の算定には、くさび理論より 図-29~32 のごとき力のつり合いを保つ。

$$\frac{z}{\sin(\theta - \varphi)} = \frac{P}{\sin\{\pi - 2(\theta - \varphi)\}}$$

定着部シースの変化部の勾配  $\delta = 11^\circ 18'$  また、グラウ

図-29

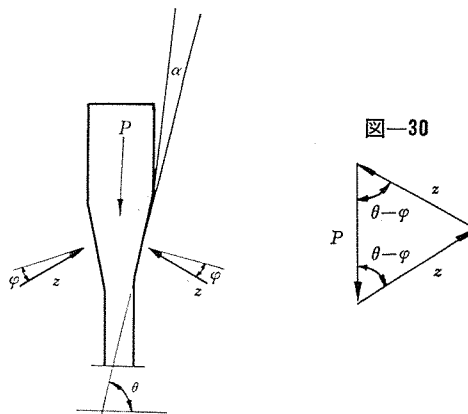


図-31

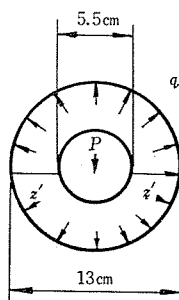


図-30

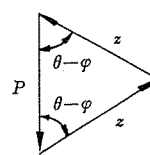
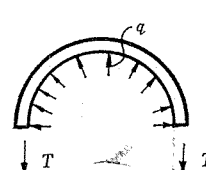


図-32





報 告

トとシースの摩擦係数  $f=0.5$  とすれば

$$\varphi \doteq 26^{\circ}34'$$

$$\sin(\theta - \varphi) = 0.7889$$

$$\sin\{\pi - 2(\theta - \varphi)\} = 0.9699$$

$P=130\text{ t}$  とすれば

$$z=106\text{ t}$$

水平方向引張力

$$T = z(\delta + \varphi) = 106 \times 0.7894 = 83.5\text{ t}$$

ここでコンクリートのかぶり  $d'=13\text{ cm} \times 2 = 26\text{ cm}$ ,

引張力  $T$  の分担長  $L=h$  (ブロックの高さ)  $=35\text{ cm}$  と

すれば, 鉄筋の影響を無視した場合, コンクリートの引張応力度  $\sigma_c'$  は,

$$\sigma_c' = \frac{T}{d'h} = \frac{83.500}{26 \times 35} \doteq 90\text{ kg/cm}^2$$

鉄筋を考えに入れた場合

$$\sigma_c' = \frac{T}{d'h + nA_s} = \frac{83.500}{26 \times 35 + 7 \times 37.2} = 70\text{ kg/cm}^2$$

となり, 当然クラックが発生することになる。

しかし, 鉄筋のみで全部分担すると考えれば,

$$\sigma_s = T/A_s = 83.500/37.2$$

$$= 2250\text{ kg/cm}^2 < 2300\text{ kg/cm}^2$$

となり十分である。

引張ひずみ度  $100 \times 10^{-6}$  以上に達したときの荷重をおのおのの供試体についてあげれば, 表-7 のとおりである。

表-7

|     | R <sub>4</sub> ゲージ | L <sub>2</sub> ゲージ | 備 考                         |
|-----|--------------------|--------------------|-----------------------------|
| S-1 | 120 t              | 130 t              | 130 t で $90 \times 10^{-6}$ |
| S-2 | 130 t              | —                  |                             |
| S-3 | 120 t              | 130 t              |                             |
| K-1 | 110 t              | 130 t              |                             |
| K-2 | 120 t              | 120 t              |                             |
| K-3 | 110 t              | 130 t              |                             |

d) 波付定着の試験

波付定着の試験はコンクリート材令7日で行なった。波付部の構造は図-3に示したとおりであり, 波付長 35 cm, 鋼線の先端はブロックの端面より 5 cm にある。コンクリートに定着されているのは, 波付部 35 cm の P C 鋼線で, 当然シースにはグラウトは注入されていない。供試体 W-1 の測定結果を示せば 図-33, 34 のとおりである。

供試体 W-2, W-3 も W-1 と同様な応力分布であ

図-33

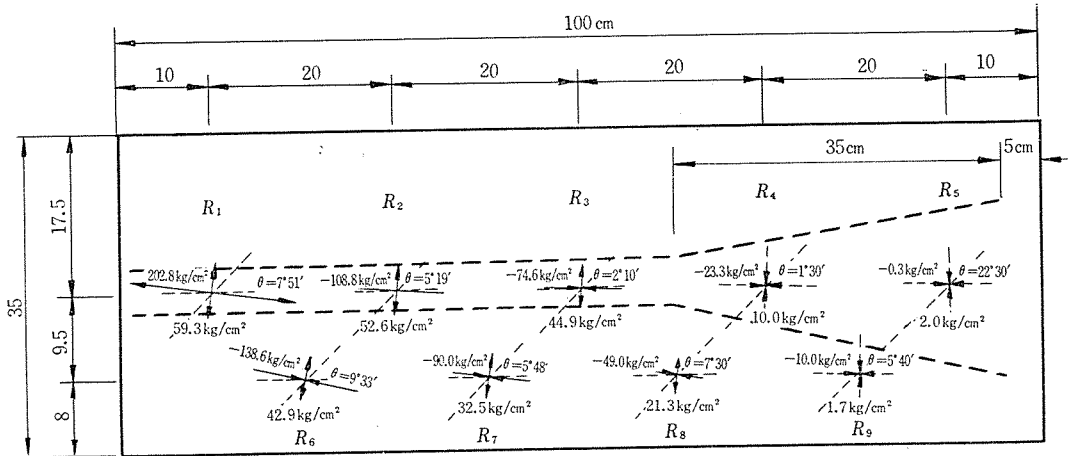


図-34

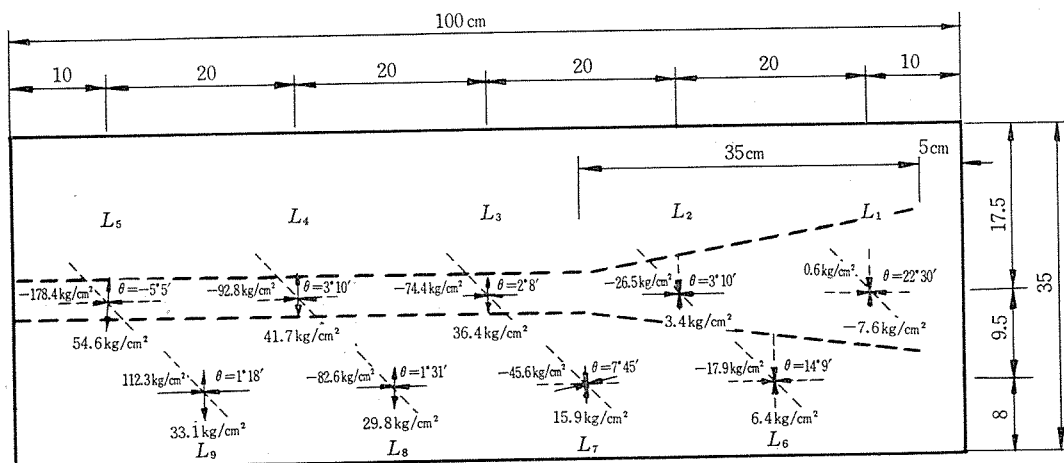


図-35

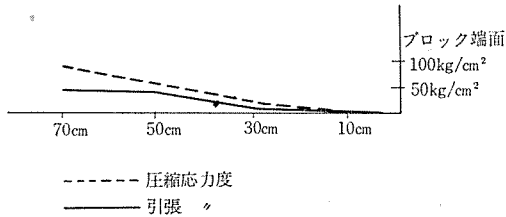
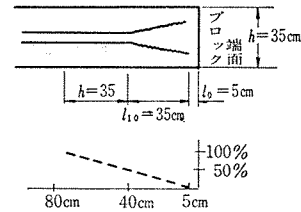


図-36



る。中立軸上にある測定点より得た測定値を図化すれば図-35 のとおりである。

準備試験では、ヘヤクラックが発生したが、本試験断面ではクラックの発生は認められなかった。

波付アンカーの場合も、割裂力が発生しているのが先に示した応力分布図よりもわかるように、ブロック端面より離れるにしたがって、引張応力度が増加しているのがわかる。しかし、これは軸方向圧縮力が増加するためによる横ひずみ引張応力度の増加である。したがって、ブロック中央（端面より 50 cm）の値よりも、値自身は大きい、割裂力による影響は少なくなっていると考えられる。割裂力それ自身の影響は、 $R_3, L_3$  の測定値が最も大きくあらわれている。これを良く示すのが軸方向圧縮応力度と、それに直角方向の引張応力度との比率である。例として、W-3, L断面測定値で見ると、 $L_3, L_4, L_5$  に関しては、引張応力度  $\sigma_t$ 、圧縮応力度  $\sigma_c$  とすれば、その比率  $\eta = \sigma_t / \sigma_c$  は表-8 のごとくである。

表-8

| $L_3$          |            | $L_4$          |            | $L_5$          |            |
|----------------|------------|----------------|------------|----------------|------------|
| $\sigma_c$     | $\sigma_t$ | $\sigma_c$     | $\sigma_t$ | $\sigma_c$     | $\sigma_t$ |
| 53             | 30         | 76             | 24         | 81             | 23         |
| $\eta = 1/1.8$ |            | $\eta = 1/3.2$ |            | $\eta = 1/3.5$ |            |

この表のとおり、明らかにその傾向が良く出てきている。したがって、割裂力用の配筋としては、ブロック端面より 50 cm 付近を中心に配筋すればよい。

e) 波付アンカー付近の応力伝達に関して 波付アンカー付近の応力分布を本試験の測定値より、アンカー部ブロック端からの距離にしたがって変化する応力度をグラフ化すると、大体直線状に応力度は増加しており、ブロック端より 80 cm の位置で、始めて全緊張力が有効に働いている。この緊張力の伝達状態は 図-36 に示したとおりである（波付した長さ  $l_w$ 、ブロックの高さ  $h$ 、および鋼線端よりブロック端面の距離  $l_0$  を参考のため記入した）。

- 1) 波付端では伝達力は当然 0%
- 2) 波付けの始まったところで 50%
- 3) 波付けの始まったところからブロックの高さだけ離れたところで 100% である。

PCばり端部においては（単純ばり）曲げに関しては、問題ないが、せん断に関して検討を必要する場合には、波付けアンカーの有効伝達に関して考慮する必要がある。

### 3. 結 論

以上測定結果を示してきたが、グラウトによる定着でPCケーブルの公称破断荷重 124.6 t 以上 130 t までのおおの供試体は、土木学会 PC 指針に示されている（12条）ように、PCケーブルの引張強度を発揮する前に破壊することなく、またいちじるしい変形を生じることのない構造および施工を示した。

したがって、定着部シース内のグラウト（硬化したもの）およびその周囲をふくめて、レオバの定着具として十分に信頼できると同時に、ここに使用したPCケーブルはすべて公称破断荷重を越えており、PCケーブルも引張強度を十分に発揮できた。

なお、レオバ S-66, K-66 のグラウト後のPCケーブル端の荷重 130 t におけるすべり込み量は 1 mm 程度であり、少ないことがわかった。

したがって、現在すでに多くの橋梁、ビルおよびその他の構造物において実施してきた断面寸法および配筋で十分であるということが出来る。しかし、今回の試験でも示されたように導入時においては比較的クラックの発生が起りやすいことを十分、注意して、緊張端付近の配筋は行なうべきである。

終りに、本定着試験に際して日本道路公団の市原誠夫氏、御子柴光春氏および、その他関係者より適切な御助言をいただきましたことを感謝いたします。

1967.12.12・受付