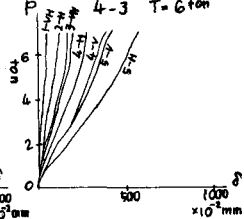
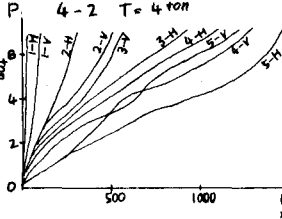
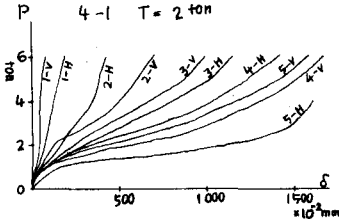
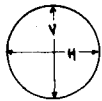


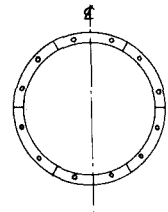


図-4  
4-1 T=2 ton  
4-2 T=4 ton  
4-3 T=6 ton



ボルト締付け力が大きいほど、自立安定性が高いことがわかる。しかし、タビニジリング本来の目的からすれば、ボルトの所用本数をできる限り少くし、かつその強力を自立に必要な最小限のものに抑えなければならぬ。変形が許容される範囲、ボルト締付け作業の難易を考えると、初期ボルト張力 2 ton (T=2) は安全性に劣り、また 6 ton (T=6) ではリングの剛性にやや余裕があるように思われる。そこで実験資料からは、一応 4 ton (T=4) が適当であると判断した。

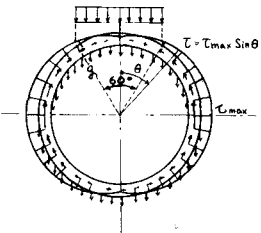
図-5 ボルト位置



4 自立の理論的検討 実験から、自立時のトンネルには、ビームおよびリングの両方の働きのことがわかった。「ビーム」としては、自重と肌落荷重による端モーメント 39.395 tm およびセ断力 21.0t に耐えるものでなければならぬ。コンクリート相互の摩擦係数を 0.5 ( $\mu=0.5$ )、ボルトの所用本数を 12 本、ボルト 1 本当りの締付け力を T ton とすると、滑りが

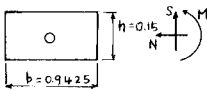
起らないためには、 $12MT \geq 21.0 \therefore T \geq 3.50^{ton}$  なければならぬ。よ

図-6 釣合状態



うて、各ボルトは、張力 4 ton とするよう締付けをしなければならぬ。曲げに關しては、コンクリートに引張を生じないことを条件として計算される抵抗モーメントが、上記の端モーメントを上回るよう、ボルト張力について検討がなされなければならぬ。T ton のボルト張力により生じたコンクリートのプレストレスが、曲げの作用により減少し、外縁ゼロとなるときの抵抗モーメントを計算すると 15.525 T となる。したがって、

図-7 接合面



$15.525 T \geq 39.395 \therefore T \geq 2.536^{ton}$  よって、各ボルトを張力 4 ton とするよう締付けをすれば、曲げに抵抗し、かつリングの一部が開くのを防ぐことができる。次に、トンネルが「リング」として作用する場合のボルト張力について検討する。各リングが一体となり、ビームとして挙動するためには、また、リングとしての形状が保持されるなければならぬ。いま、1 リングについて、図-6 に示す釣合状態のもとに、そのリングの自重および肌落荷重を外力、ビームのセ断力を反力として断面

力を解くと  $M = 0.2431^{tm}$   $S = 0^{ton}$   $N = 0.1891^{ton}$  となる。変形が喰止められるためには、この断面力が作用したとき、リング相互にズレを生じなければならぬ。図-7 に示すようなボルト締付け面についてズレを生じないためには、ボルトの張力は次式、 $T \geq \frac{1}{\mu\sqrt{b^2+h^2}} \max |6M \pm hN \pm bS|$  を満足しなければならぬ。この式に、 $\mu=0.5$ 、 $b=0.9425$ 、 $h=0.15$  および上記の M, N, S を代入すると  $T \geq 3.112^{ton}$  となる。よって、ボルト 1 本当りの締付け力を 4 ton とすれば、リングとしての変形を阻止することが出来る。結局、5 リングを自立させ、総計 6 ton の肌落荷重を想定する場合、実験、理論の両面から、ボルト張力 4 ton が適当であると結論できる。