

### III-132

### 近接施工時のシールド洞道内付属金物の安全性評価の一手法について

東京電力（株）正会員 有泉慶隆  
日本工営（株）正会員 吉田 保  
日本工営（株）正会員 寺田俊朗  
日本工営（株）正会員○内田賢司

#### 1. まえがき

電力や通信を目的にした洞道に対する近接施工の影響を検討する場合、洞道本体の構造検討だけでなく、洞道内に布設された地中ケーブルを支える付属金物の安全性についても検討する必要がある。しかし、前者については検討手法がある程度明らかにされているが、後者の検討手法については未解明であり、報告例もほとんどない。

筆者らは、シールド洞道上部を開削する工事に遭遇し、洞道本体と付属金物とを一体とした骨組構造モデルを用いて、影響予測することを試みた。本モデルでは一次覆工からインサートボルトを介して付属金物に応力が伝達される機構が考慮されている。本報告は、このモデルによる解析結果とそれに基づいた対策工の方針について述べるものである。

#### 2. 現場条件と解析条件

施工断面を図-1に示す。開削幅は21m、掘削深さは9.7mで、洞道上部まで掘削される計画である。地盤は地表から5.8mまでが $N=6$ の埋土層、5.8～10.4mまでが $N=4$ 、 $C=3\text{tf/m}^2$ の沖積粘土層、それ以深は $N=27$ の洪積砂層で構成されている。洞道内の付属金物設置図を図-2に示す。洞道は外径2.9mのシールドトンネルで、付属金物はインサートボルトによって覆工と結合されている。また、ボルト部分の鋼材にはルーズホールが施されている。

骨組構造解析モデルと荷重条件を図-3に示す。このモデルは、RCセグメント、インサートボルト、取付けボルト、付属金物を一体の骨組モデルとしている。地中ケーブルの重量は取付け部にモーメントとして考慮している。外力としては洞道左右の静止土圧の他に、洞道が片側の山留め近くに位置する場合を想定し、偏土圧として山留めの作用による地盤反力（受働土圧）を仮定し、反対側には地盤バネを配した。付属金物を構成する鋼材、取付けボルト、インサートボルトの許容応力は表-1

に示す通りである。

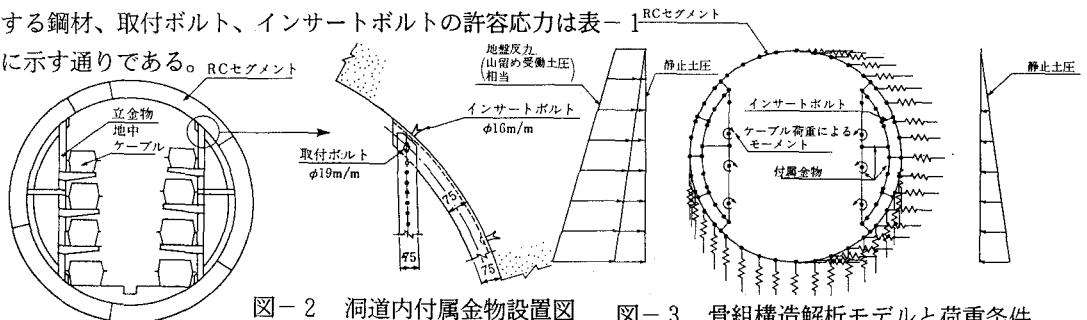


図-1 施工断面図

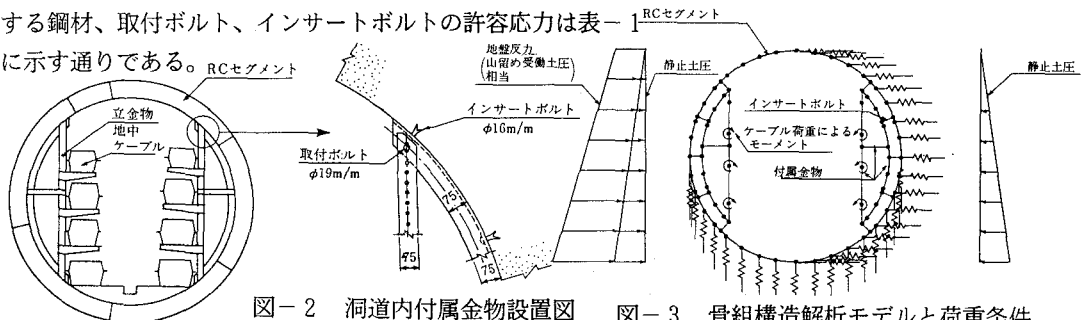


図-2 洞道内付属金物設置図

図-3 骨組構造解析モデルと荷重条件

### 3. 解析結果

解析結果より得られた付属金物を構成する各部材の最大引張応力、最大せん断応力を表-2に示す。ここで、鋼材、インサートボルトの最大引張応力、取付ボルトの最大せん断応力は、図-4に示す軸力図より求めたものである。これより鋼材は許容値を満足するが取付ボルトはせん断力、インサートボルトは引張応力がそれぞれ許容値を上回るという結果が得られた。これは、ボルトと受金物、立金物が剛結状態で結合されているため応力がこの部分に集中するためである。従って、この部分の応力を緩和すれば、引抜き、せん断は防止出来ると判断された。取付けボルト部分を移動可能なローラー支承として解析した結果、表-2中に示すように許容値を満足する見通しが得られた。なお、洞道本体を構成するセグメント及びその継手板、継手ボルトの発生応力はいずれも許容値以下であった。対策として、解析結果に基づけば全てのボルトを直ちに緩めればよいわけであるが、緊結されているボルトを緩めることは、一時的でも現状の洞道全体の応力バランスを崩すことになるので好ましくないと判断された。故に、ボルト部分の緊結による摩擦力を算定し、解析結果から求められた引張力を受けた時、ずれることが可能かどうかを判定するものとした。計算の結果、摩擦力は $640\text{kgf/cm}^2$ で引張力 $1036\text{kgf/cm}^2$ 以下あり、取付部分がずれることにより、立金物は受金物を拘束することなく移動し、取付ボルト、インサートボルトに許容値以上の応力は発生しないと判断された。

なお、施工にあたっては、ルーズホールに余裕があるかどうか確認し、余裕がないものについては摩擦力が引張力を下回る範囲で径の小さいボルトと交換するものとした。

### 4. あとがき

現在、洞道内の事前調査を行い、その結果に基づいて対策を実施中である。計測データが得られたならば機会を見て報告したいと考えている。なお、本検討を進める過程で、山本稔東京都立大学名誉教授には多大な御指導をいただいた。紙面を借りて厚く感謝する次第である。

表-1 許容応力一覧表

|           | 許容引張応力                                                   | 許容せん断応力                                                 |
|-----------|----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| 鋼材 (SS41) | $1400\text{kgf/cm}^2$ (長期)<br>$2100\text{kgf/cm}^2$ (長期) | $800\text{kgf/cm}^2$ (長期)<br>$1200\text{kgf/cm}^2$ (長期) |
| 取付ボルト     |                                                          | $2.41\text{tf/本}$                                       |
| インサートボルト  | $1.47\text{tf/本}$ (コナリ-10)<br>$3.85\text{tf/本}$ (糸10降伏)  | $2.80\text{tf/本}$                                       |

表-2 解析結果一覧表

|          | 最大引張応力                                  | 最大せん断応力               |
|----------|-----------------------------------------|-----------------------|
| 鋼材       | $357.7\text{kgf/cm}^2$                  | $8.36\text{kgf/cm}^2$ |
| 取付ボルト    |                                         | $4.68\text{tf/本}$     |
| インサートボルト | $2.87\text{tf/本}$ ( $0.07\text{tf/本}$ ) | $0.25\text{tf/本}$     |

( ) 内は取付部をローラー支承とした場合

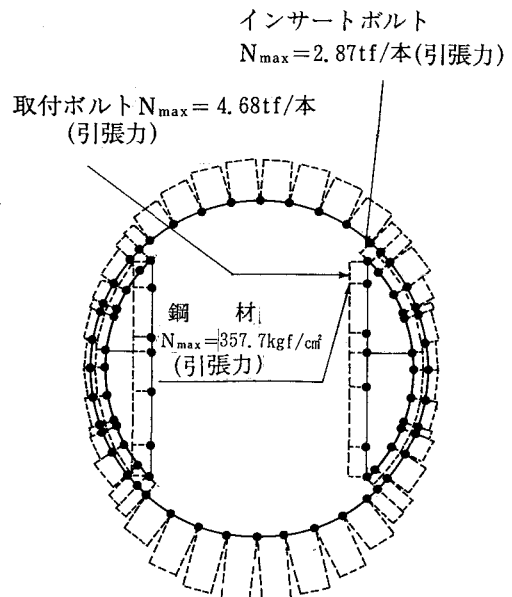


図-4 解析結果（軸力図）