

日本鉄道建設公団

吉田滋夫

株式会社 鴻池組 正会員

小野敏一

" " " " " "

嶋村貞夫

" " " " " "

○吉田幸司

1. はじめに

津軽本線大川平トンネル(南)工事施工期間中の昭和58年5月26日に、秋田県沖を震源とするM7.7の日本海中部地震が発生した。本トンネルは土祿りの小さい土砂山トンネルであり、NATMにより施工中であった。地震発生時には、トンネルは坑口より86mまで施工されていたが、坑口より10m地点にB計測用の計器が設置されており、地震による影響を測定することができた。本文は、日本海中部地震およびその後の余震によるトンネルが受けた影響について報告するものである。

2. トンネルが受けた地震の影響

本トンネルの断面図を図-2に示した。地震発生時のトンネルは図-3に示すように、上半は坑口より86m、下半は70m、インバートは55mまで掘削されていた。インバートの掘削区間は吹付コンクリートまたはインバートコンクリートが施工されており、断面は閉合されていた。なお、二次覆工はまだ施工されていない。このような施工状態において、トンネルが受けた地震の影響をまとめると、概略次に示すとおりである。

①トンネル直上の地表面沈下は、断面閉合部では26~35mm沈下して収束していたが、日本海中部地震で6~15mm程度、その後の余震を含めると9~18mmの沈下が増加して収束した。地震による増加沈下量は通常の52~55%増加に相当する。また、未閉合部では本震による沈下量は18mmを示し、閉合部より大きな値を示したが、切羽付近では掘削断面が上半のみと小さく、また切羽部分の3次元的支持効果により、地震による沈下量の増加は切羽に近づくにつれて小さくなる傾向を示した。

②内空変位の測定結果によると、トンネル断面は上部からの荷重が増加したような

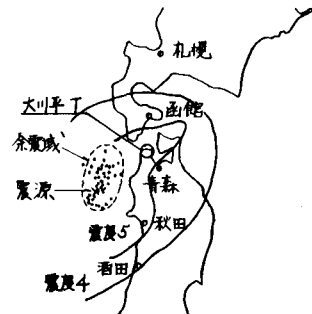


図-1 震源とトンネル施工位置

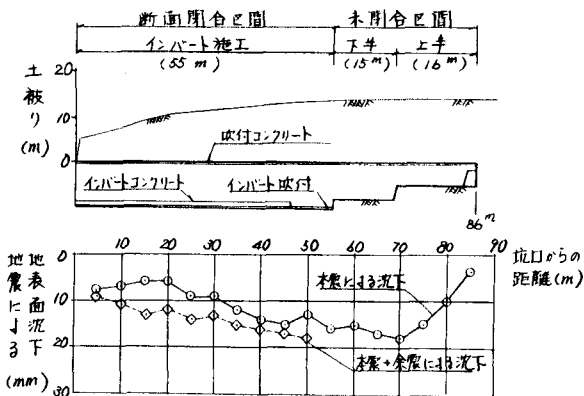


図-3 地震による地表面沈下の縦断方向分布

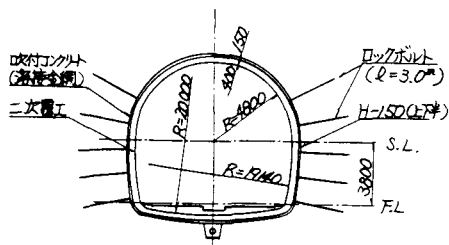


図-2 トンネル断面図

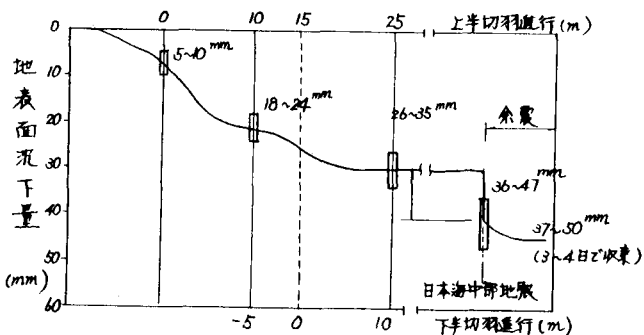


図-4 地表面の沈下パターン図(断面閉合部)

変形を受けており、全断面掘削部（断面開合部）の上半水平変位は2mm程度拡大し、下半部は4~13mm程度縮小した。また、上半のみを掘削している断面の内室水平変位は6mm程度縮小した。これらの結果より、周辺地山は地震によってある程度のゆるみが生じたものと推察される。

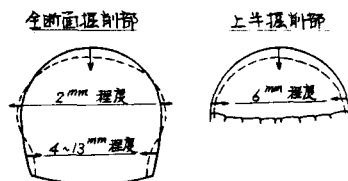


図-5 トンネル内変位

- ③地中変位の測定結果によると、本震によりトンネル周辺の地山は、トンネル掘削によって生じた変形を更に進行させており、地山のひずみを増加させるような傾向を示した。

- ④ロックボルトの軸力は1ヶ前後と小さいが、左肩のロックボルトでは地震時に地山との付着が大部分切れたような傾向が観察された。

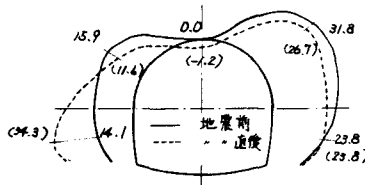


図-6 吹付コンクリート応力

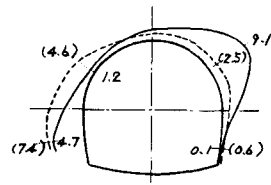


図-7 地圧

- ⑤吹付コンクリートの応力は、本震により上半部では4~5 kg/cm²の減少を示したが、下半左側では20 kg/cm²の圧縮応力が増加し、その結果最大圧縮応力は34 kg/cm²となった。なお、余震による応力の変化はあまりなかった。

- ⑥地圧は上半部の左側で1.2 t/m²から4.6 t/m²に増加し、右側では9.1 t/m²から2.5 t/m²に減少した。また、余震によって若干の測定値の変動が認められた。

- ⑦鋼製支保工の応力は、最大点は本震により830 kg/cm²から880 kg/cm²に増加した程度であったが、中には130 kg/cm²から530 kg/cm²にも増加した点が見られた。また、余震による影響はあまりなかった。

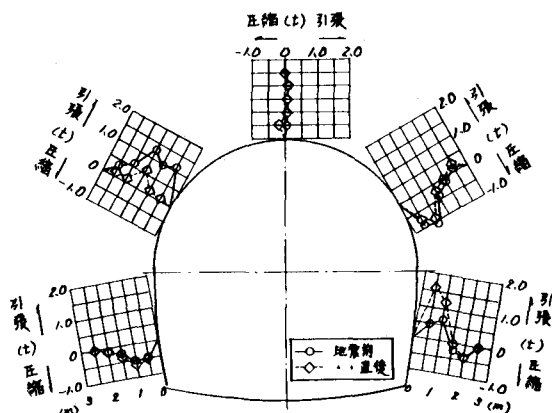


図-8 ロックボルト軸力

3. おわりに

今回報告したこれらの測定値の変化は、地震によって発生した残留変形や残留応力であり、地震時にどの程度の大きさの変位やひずみの履歴を受けたかは確認できていない。

しかしながら、各測定値はまだまだ十分余裕のある値で安定していたので、補修や補強を必要とするほどの影響は受けなかったと判断して、施工を再開した。

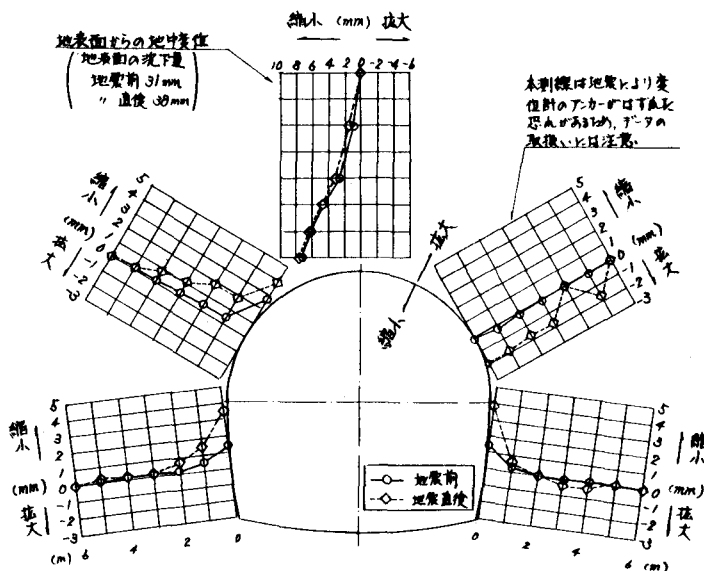


図-9 坑内からの地中変位