

日本鉄道建設公団 札幌支社 工事第二課長

○ 田原 鑑二

日本鉄道建設公団 札幌支社 工事第二課 工事第四係長

中本 実道

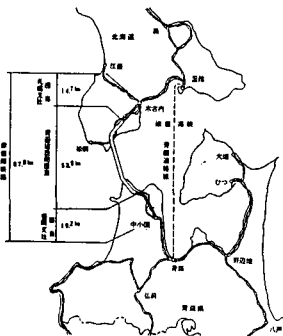
日本鉄道建設公団 札幌支社 木古内鉄道建設所

副所長 東山崎 博

1. まえがき

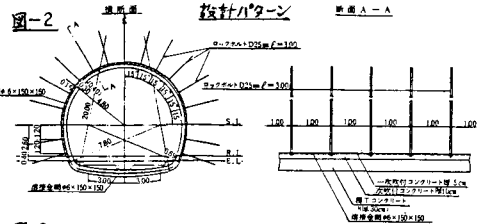
NATMにおいては掘さく後直ちに施工する吹付コンクリート、鋼支保工及びロックボルト等の支保部材によって地山の強度的劣化を極力抑制し地山が本来有している支保能力を積極的に利用するという基本的な考えで設計されている。本計測は第1重内丁で延長20Mの試験区間を設定し約一年間にわたり吹付コンクリートを施工した状態で経日による各一次支保部材の応力測定を行うことにより、その位置付けさらには二次覆工施工後の各支保部材の応力分担の把握を試みたものである。なお二次覆工の打設は吹付コンクリート施工後約100日目にを行った。

図-1 津軽海峡横断断面図



2. 工事概要

第一重内丁は津軽海峡線北海道取付部大小8つのトンネル群の1つで延長813Mである。試験区間の地質は新第三紀上層の泥岩でその物性値は弾性波速度2.3km/sec, 一軸圧縮強度19.5MPa, 変形係数 2.43×10^{-4} MPa⁻¹, 地山強度比4.5である。掘さく工法は上半先進ショートベンチカット工法を採用し、掘さく機械はロードハンダー-RS90, すり出しはタイヤ式とした。設計は図-2に示す新幹線断面の吹付厚15cm, ロックボルト17本, 覆工コンクリート厚30cmで吹付コンクリートの配



合は表-1に示すとおりである。

表-1 吹付コンクリート割合					
吹付	材料の	水セメント比	単位体積重量	単位体積重量	単位体積重量
式	水セメント比	(%)	(kg/m³)	(kg/m³)	(kg/m³)
表式	15	45	50	3.50	360
				4.5	4.5

3. 計測結果について

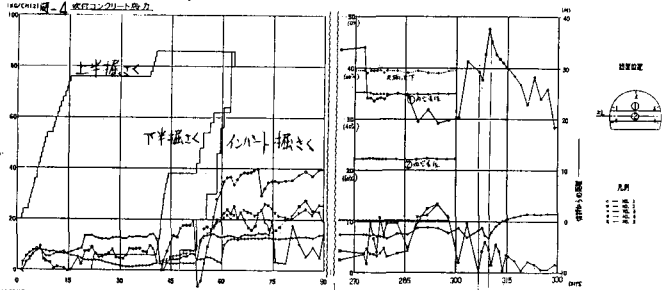
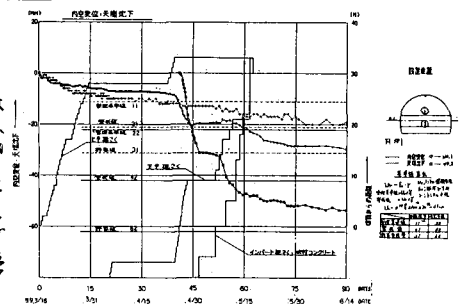
3-1. 内空変位及び天端沈下

図-3の測定結果により、地山の挙動を考察すると天端沈下は上半掘さく後30日で管理基準値11%に達し、下半掘さく後は警戒値に近い18~20%まで増加しその後は覆工打設時まで平衡状態を保っている。上半内空変位は下半掘さく接近とともに20%まで急激に増加し、中止期間の横ばいを経てインバート掘さく通過後管理基準値をこえ30%まで増加した、下半内空変位は上半同様下半の接近により管理基準値をこえ30%に達し、更にインバート掘さく開始後3日で警戒値42%をこえている。この時点で増し吹付、増しロックボルトを施工、下半終了後34日で53%となり収束している、その後二次覆工までの300日間は平衡状態を保っている。

3-2. 吹付コンクリート応力

図-4より、下半掘さくが近づくにつれ、

図-3



応力の再配分が行われ一時低下しながらもインバート掘さくが接近すると急激に上昇し、特に下半部で 40MPa の高い値に達し、その後平衡状態を示している。

3-3. ロックボルトの軸力

図-5より、上半切羽通過後も程度で下半切羽接近時まで平衡状態を保ち、下半切羽通過時には、 9MPa 程度まで上昇したが、その後 10MPa で落ち着きインバート掘さく吹付後3～4日で収束している。

3-4. 鋼製支保工応力

図-6より、上半掘さく時の掘さく解放力により発生したひずみによる応力が大部分を占めており、以後発生する応力の大部分はロックボルト及び吹付に負担されていると考えられる、さらにインバート掘さくによる解放力から新たな応力が支保工に伝わり最大軸力 37MPa で、インバート通過後7日で収束している。

3-5. ロックボルトのナットと緩めた場合の軸力変化

図-7は、同一断面で上半2本、下半4本計6本のロックボルトを緩めた場合の軸力の変化を測定したものであり、これによると軸力は圧縮側に働いている天端のボルトを除き、 $0.1\sim0.5\text{MPa}$ の範囲で増加し、応力の再配分が行われたものと推察される。

3-6. 二次覆エコンクリート打設後の各支保への影響

吹付コンクリート応力は、一時応力が上昇したが隣りの覆エ打設によるライニングの剛性増加による荷重分担の変化及び打設による温度変化等によるものと推察され、下半で 30MPa 、上半で 11MPa 、 1MPa となり平衡状態へ移行し、全体的に 10MPa の応力の低減が行われている。ロックボルトの軸力は打設直後覆エコンクリートの反力により $1\sim2\text{MPa}$ の低下はあったが脱型直後再び 1MPa の上昇がみられ、全体的には約 1MPa の低減があり、最大 9MPa となっている。また二次覆エコンクリート応力は打設後硬化熱により 5MPa の引張を受け、温度変化及びコンクリート自体の自己成長作用により3日後には圧縮に転じ、トンネル内空側で 5MPa 、地山側で 1MPa となり平衡状態を保っている。

4. あとがき

今回の一次支保の応力測定は新第三紀泥岩における一地山の挙動に対する岩盤補強効果としての支保が実際の施工の進捗よくによる経日変化でNATM理論との整合性をみるうえで貴重な計測データとなったと思われる。今後の研究課題として、吹付コンクリートの耐久性等の大きな問題があるが、現在、全体工事費に30%程度占めていると思われる二次覆エの省略化へのフンスラップとして、さらに逆FEM解析を含めたデータの分析を進め、二次覆エの位置付けの検討が必要と考ええる。

