

切羽進行に伴う開孔部周辺地山のゆるみ挙動について

宮崎大学 工学部 正員 瀬崎満弘

1. まえがき

国道220号線宮崎市青島の南、堀切峠付近で昭和59年11月に完成した内海トンネル(長さ273m)で実測した、切羽進行に伴う周辺地山のゆるみ挙動についてのべる。このトンネル(図-1)が横断する丘陵の東斜面は、約 24° の単一傾斜で太平洋に突っ込んでいる。第4紀更新統に属する砂岩-泥岩の互層と、その上にある崖錐からなるこの丘陵では、緩傾斜の東斜面でしばしば地這りが発生している。中でも、昭和36年11月22日に起きた斜面の大滑動での崩壊土量は、35万 m^3 に達し、国道を寸断し、その下方にあった鉄道線を完全に埋没して、それを再建不能とした。

そのため、北口付近では、崖錐斜面の処理に、垂直RCボルト工を採用し、トンネル掘進には、機械掘削の特殊工法を用いた。これらには、計器観測をしながらの慎重な施工が必要だった。

2. 計測方法

土木測器センターが開発したバリミューセルと呼ばれる地中応力計を使って、計測した。この計器の詳細は、参考文献(1)に発表されている。この計器で記録された結果では、セル応力の増加は、セルのセット点での地中応力の集中を、また減少は、応力の解放を示唆する。ことに後者は、局部破壊に近づいているので重要である。

北坑口から23m地点のトンネル両側の外方1mの所に、合計4個のバリミューセルをセットした。

地表から径60mmの垂直ボーリングをして、その孔内に、特殊モルタルを使って、2個づつセットしたこのセルのうち、浅い方のNo.1とNo.3は、それぞれ、海側と山側の崖錐層の下端部にある。また深い方のNo.2(海側)とNo.4(山側)は、トンネル断面の下部に現われると推定された砂岩層の上面近くの泥岩内にセットされた(図-2)。

3. 計測結果と考察

図-3は、この各セルが工事の進行に伴って記録した応力の日間変化の最大値

と最小値を整理したものである。擁壁基礎やトンネルの掘削作業が、セルのセット位置に近づくにつれて、そのセル応力は、日間変動の幅をましながら、全体として上昇する。しかし掘削切羽がセルの近傍を通過した途端に、急激な低下をする。そして支保工や覆工を施工すると、再び上昇に転ずる。

こうした傾向は、トンネル断面の下端レベルより上方にあるNo.1、3、4のセルでは顕著であるが、最も下方の海側にセットしたNo.2セルでは、あまり明瞭ではない。このNo.2セルの応力は、当初セット圧(1.2

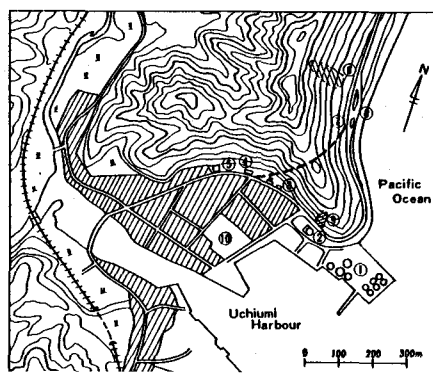


図-1 内海トンネルの平面図

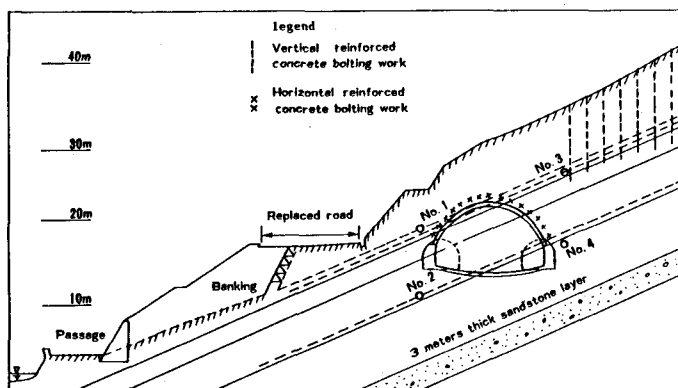


図-2 セルをセットした地点の断面図(等高線に直角)

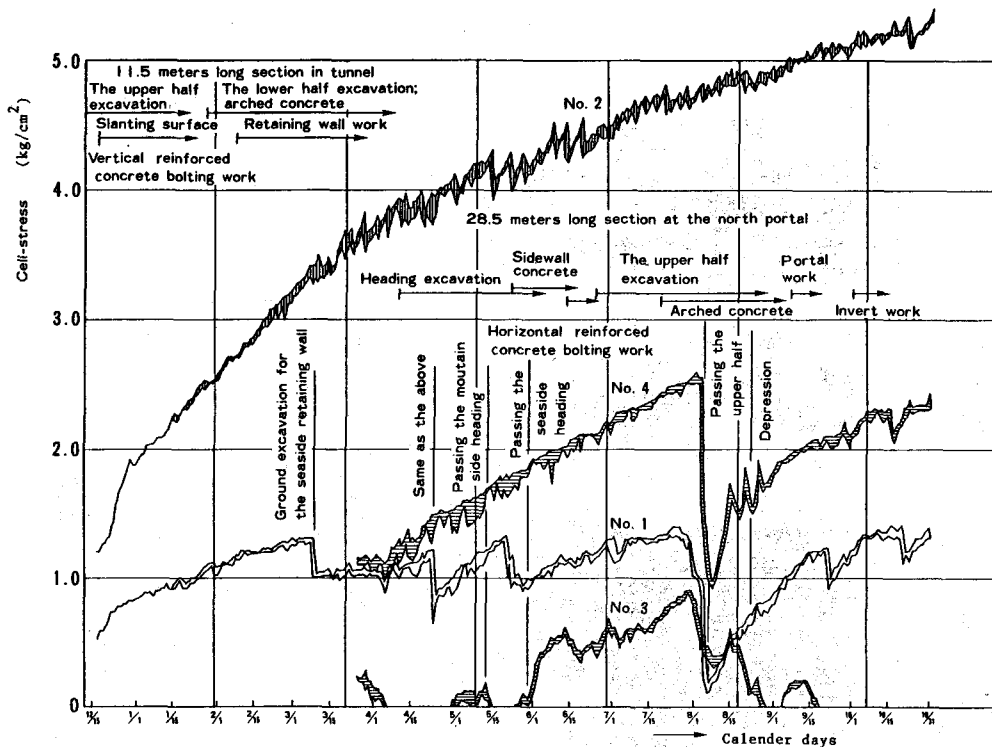


図-3 工事進行に伴うセル応力の経時変化

kg/cm^2 の4.2倍も上昇した。それはセット深度12.4mに対応する地山自重強度の約2倍に相当する。この応力集中は、ここが迂り面になる危険性を暗示しているので、トンネル完成後の12月にインパートと厚層3mの深部砂岩層を、垂直RCボルト工で縫い合せた。

一方、崖錐部のNo.1と3のセルには、低いセット圧しか、かけられず、そこがすでに弛んでいることを示していた。No.3のセル応力は低下し続けて、4月1日に0となり、引張りに転じて、その地山が弛んだことを示した。これは、その直ぐ下方で海側擁壁の床掘りが行われたためで、その擁壁が完成して背面への埋戻をした5月1日以降に、再びこのセル応力は復活した。しかし山側の側壁導坑が5月15日に、この付近を通過すると再び消滅し、その側壁コンクリートが打設された5月25日頃から再発生して、増減をくり返しなが、7月末には、 $0.9\text{kg}/\text{cm}^2$ に達した。それは上半掘進による応力集中を示すもので、その切羽通過と同時に $0.3\text{kg}/\text{cm}^2$ 付近にまで落ちた。その後、8月15日までに $0.5\text{kg}/\text{cm}^2$ に回復したが、10月20日には消滅してしまった。対応するNo.1セルの応力は、この頃、急上昇を続けており、そこがふん張っていたことを示唆している。No.3直下のNo.4のセル応力は、激しく変動しており、そこでは、局部破壊と応力の再配分がくり返されたことを暗示している。

4. むすび

このように、セル応力の変動は、そのセット点での地山応力の変動を完全に伝えており、その急上昇や激しい変動は、その地点の全体崩壊の近いことを予測させる。したがって、適切な地山位置に、適切な数のセルを設置しておけば、施工管理、設計の手直し、追加補強の方法とその効果の判定などに利用できる。着工以来、満2年を要したこのトンネルの本体工事は、終了したが、セル応力の観測は継続されている。

。参考文献

- 1) 村上、中沢、瀬崎：新しい土圧計による地山安定の推定技法、トンネルと地下、1981年12月