

III-630

コンクリート中詰め鋼製セグメントの開発

中部電力(株)

近藤 久雄

新日本製鐵(株)

正会員○鰐田 実

佐野 陽一

1. はじめに

現在シールドトンネル工法の発達には著しく、一次覆工材としてのセグメントに対する要求も多種・多様なものとなってきている。こうした情勢のなかで、工期の短縮を目的として二次覆工を省略し一次覆工のみ施工する方法が考えられている。しかし、鋼製セグメントの場合、鋼材の防食上等の課題から二次覆工を施工するのが一般的であった。そこで、コンクリートの防食効果を期待して、鋼殻の内側にコンクリートを中詰めすることにより二次覆工省略可能な鋼製セグメントを開発し、その強度特性について調べた。本セグメントに充填したコンクリートは防食効果のみ期待したもので、断面力は鋼殻のみで負担するものと考えていた。しかし、今回の実験より中詰めコンクリートが防食効果のみでなくセグメントの高強度化にも関与しており、本セグメントが優れた強度特性を有することが確認できた。

2. 実験方法

(1) 供試体

供試体には、桁高150mm、セグメント幅1000mm、弧長2066.4mmのセグメントにコンクリートを充填したもの(図-1)を使用した。その作製順序は以下の通りである。

- ① 鋼殻を製作する(従来の鋼製セグメントと基本的には同じであるが、縦リブはジャッキ推力を中詰めコンクリートに負担させるため簡易な直リブ構造とした)。
- ② 鋼殻の中にコンクリートを充填する
($\sigma_{ck} = 280 \text{ kgf/cm}^2$)。
- ③ 養生マットを被せ所定の期間コンクリートを養生させる(14日, 28日)。

(2) 実験方法

平面上で両端可動支持として2点集中荷重で単体曲げ試験を行い、最終状態まで荷重した(図-2)。

3. 実験結果と考察

(1) 単体曲げ試験

図-4に載荷荷重-主桁内縁側ひずみ関係を、図-5に載荷荷重-主桁中央部たわみ関係を示す。図中の破線はセグメントの鋼殻のみが有効であると

して算定したひずみおよびたわみを、一点鎖線はこのときの設計許容荷重を示したものである。これらを見ると、載荷荷重とひずみおよび載荷荷重とたわみの関係がよく類似しており、今回の実験は再現性の高いものであるといえる。図-4より、主桁内縁部の応力度が鋼材の許容応力度(905μ)および降伏応力度(1619μ)を突破した荷重は、養生日数14日で8 tf, 12 tf、28日で9 tf, 14 tfと読みとれ、いずれも養生日数の長い供試

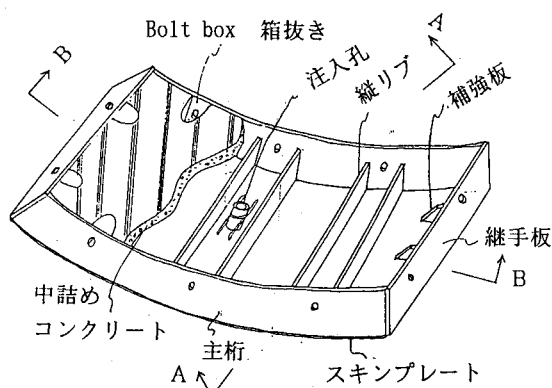


図-1 供試体

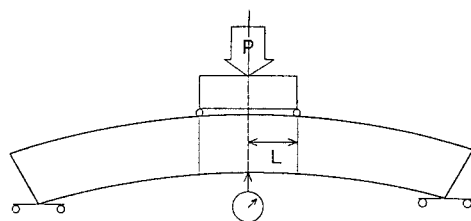


図-2 単体曲げ試験

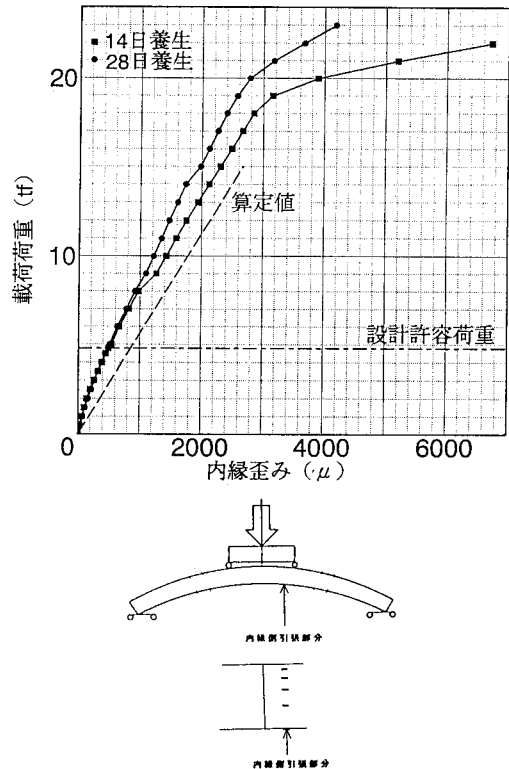
体の方が大きな荷重を示している。これは、養生日数の長い供試体の方がコンクリート強度が大きいためであると考えられる。また、実験結果と算定値を比較すると、いずれの場合も実験値の方が安全側の値を示していることがわかる。さらに、傾きに注目すると、傾きが荷重の進行に伴って直線の傾きが緩くなる方向へ変化していることがわかる。これは、中詰めコンクリートの状態が大きく影響しているためであると考えられる。つまり、荷重によるコンクリートの破壊が進行するにつれて、コンクリートが荷重を負担する割合が減少し鋼殻が荷重を負担する割合が増加するためであると考えられる。さらに、傾きの大きく変化する箇所が2カ所あることから（載荷荷重2 tf付近と、載荷荷重9 tf付近）、本セグメントの破壊過程は次の3段階に分類できると考えられる。

- ①コンクリート亀裂発生するまでの段階（引張り側のコンクリートも含めて全断面有効）。
- ②コンクリートが破壊するまでの段階（圧縮側のコンクリートと鋼殻のみ有効）。
- ③圧縮側のコンクリートの破壊した後の段階（鋼殻のみ有効）。

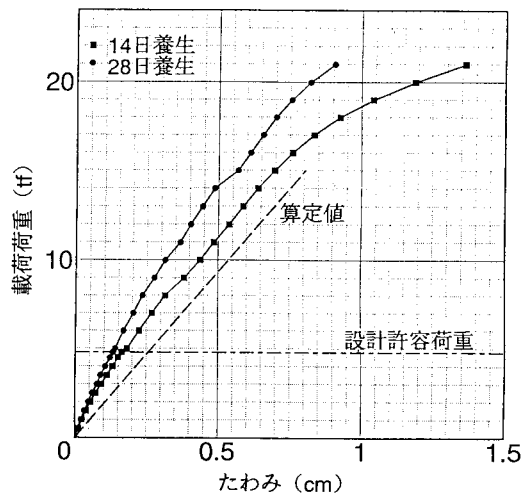
一方、載荷荷重が3 tfの段階で、載荷点に近い鋼殻の縦リブ近傍のコンクリートにクラックが発生していたが、最終荷重に到達した段階においてもコンクリートの脱落はなく、特別なコンクリート脱落防止構造を施さなかったにも関わらず鋼材と中詰めコンクリートは一体構造を保持していたものと考えられる。したがって、コンクリートは鋼殻内部に拘束された状態で存在していることとなり、このことがセグメントの高強度化に影響を与えているものと思われる。以上のことから、中詰めコンクリートはセグメントの耐力向上に関与しており、こうした傾向は載荷荷重が小さい段階で特に顕著であると考えられる。

4. おわりに

今回の実験結果より、鋼殻に充填したコンクリートは防食効果のみでなく、セグメントの高強度化に少なからず関与しているものと考えられる。これは、鋼殻による拘束効果が影響しているものと考えられるが、現段階では結論を得るまでには至っていない。今後は、中詰めコンクリートの適正な評価による合理的設計手法の確立および本セグメントの製作性・施工性の検討を課題として考えている。



図一 3 載荷荷重—主桁内縁側ひずみ



図一 4 載荷荷重—主桁中央部たわみ