

III-634

超大型シールド工事用セグメント開発実験

日本RCセグメント工業会 正会員 林 伸郎
 正会員 大長 唯宏
 正会員 大関 宗孝
 堀 誠行

1. はじめに

近年、大断面シールドの必要性が急速に高まってきておりこれに伴い、大断面シールドトンネルに用いるセグメントとして掘削断面を小さくするよう桁高の低いタイプのセグメントの開発が各方面で盛んに行われてきている。その一つとして建築構造物をはじめ、土木構造物の分野でも幅広く利用されている鉄骨鉄筋コンクリート（以下「SRC」という）構造に着目し、鋼構造とコンクリート構造の長所を生かしたシールド工事用SRCセグメントの開発に着手し、このたび実物大の直線梁供試体による単体曲げ試験ならびに継手曲げ試験を行った。本供試体は、従来のRCセグメントと性能が同等であるが、桁高を20%落としたSRCセグメントとし単体と継手の曲げ試験を行い、RCセグメントとSRCセグメントの性能比較を行った。本文では、その概要と試験結果を報告する。

2. 試験の概要

(1) 単体曲げ試験

RCについては、鉄筋比が1%となるようにまたSRCについてはRCと抵抗モーメントが同等となるように供試体を製作した。各供試体の内容については表-1、図-5、図-6に示す。載荷方法は設計荷重時の挙動を確認するため図-1に示すように設計荷重での繰り返し載荷を行った試験概要を図-2に示す。

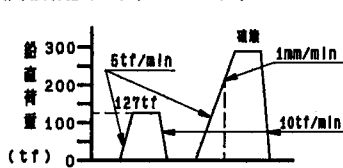


図-1 載荷段階図

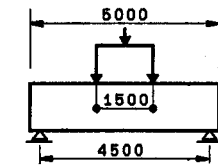


図-2 単体曲げ試験概要図

表-1 供試体比較表

	RC	SRC
幅	1500mm	1500mm
主桁高	700mm	550mm
主筋	D32-6本	I-400*150
断鉄筋比	0.92%	—
抵抗モーメント	95.2tf・m	96.8tf・m
継手部	M39(10.9) 6本	M36(10.9) 9本
許容モーメント	57.7tf・m	58.0tf・m
継手効率	60%	60%

(2) 継手曲げ試験

継手部については、RC、SRC両者、継手効率を主断面の60%とした。各供試体の内容については表-1、図-5、図-6に示す。載荷方法は、使用時を想定し図-3に示すように引張力圧縮力を導入後、破壊まで載荷を行った。引張力作用時の鉛直荷重は、ひび割れ幅が0.25mmとなる荷重を最終荷重とした。試験概要を図-4に示す。

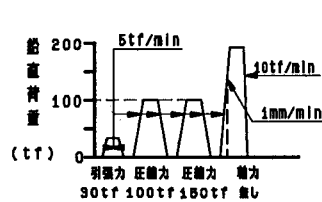


図-3 載荷段階図

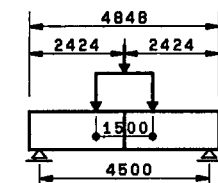


図-4 継手曲げ試験概要図

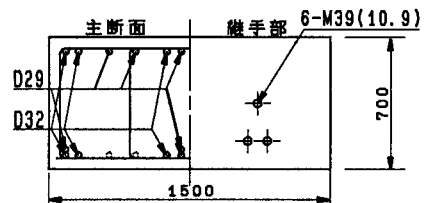


図-5 RCセグメント

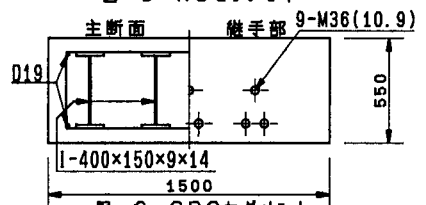


図-6 SRCセグメント

3 試験結果

(1) 単体曲げ試験

a 変位量

図-7は、設計荷重除荷後破壊まで載荷した時の供試体中央部の鉛直変位を示す図である。RCセグメントは、グラフの傾きが理論値に似ているのに対してSRCセグメントは設計荷重を超えた後も全断面有効の理論値の傾きに近い値を示している。

b 鋼材歪量

図-8は、設計荷重除荷後破壊まで載荷した時のSRCセグメントのI形鋼の歪を示す図である。中立軸の位置はひび割れが発生する前($P=50.6\text{tf}$)は、桁高方向の中心付近にあり、荷重を上げひび割れが発生すると外面側に移動している。

(2) 継手曲げ試験

a 変位量

図-9は、軸力無しで破壊まで載荷した時の供試体中央部の鉛直変位を示す図である。RC、SRC両者とも本体のクラック発生後の理論値に似た挙動を示している。また設計荷重時の単体曲げ試験の実測値と継手曲げ試験の実測値を比較(継手曲げ試験/単体曲げ試験)するとRCセグメントは71%、SRCセグメントは73%となった。

b 継手回転バネ定数

図-10は、軸力無しで破壊まで載荷した時の継手回転角を示す図である。設計荷重時の回転バネ定数はRCセグメントで $K_{\theta}=4.55 \times 10^4 \text{tf} \cdot \text{m/rad}$ 、SRCセグメントで $K_{\theta}=4.51 \times 10^4 \text{tf} \cdot \text{m/rad}$ とほぼ同じ値となった。

4 まとめ

今回の載荷試験により得られた結果をまとめると以下の通りである。

- (1) SRC単体曲げの最終荷重は理論値を大幅に上回っており、最終荷重状態を確認したところコンクリートとI形鋼の間に剥離も無いことよりコンクリートとI形鋼は一体化されていると考えられる。
- (2) セグメント継手によってS部とRC部の結合が強固になっていることが鋼材の歪分布より確認出来た。このことより本SRCセグメントの設計は、S部、RC部の累加断面で行ったが、今後S部、RC部の併用断面として経済的な設計が可能である。
- (3) SRCセグメントは、I形鋼に継手部より直接荷重を伝達するため剛性が高い継手構造となり、セグメント自重の撓みを抑制出来るためセグメントの薄形化が可能である。

5 おわりに

SRCセグメントは本載荷試験によってその合理性と信頼性が確認出来たと考えられる。今後、①接合継手部の詳細②ひび割れ分散性の改善について詳細に検討し、実験を行い実工事を目標とした設計を行っていく予定である。

最後に、本セグメントの載荷試験を行うにあたり貴重な御助言、御指導をいただいた東京都立大学山本総名誉教授に謝意を表します。

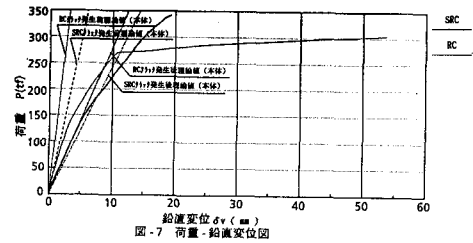


図-7 荷重-鉛直変位図

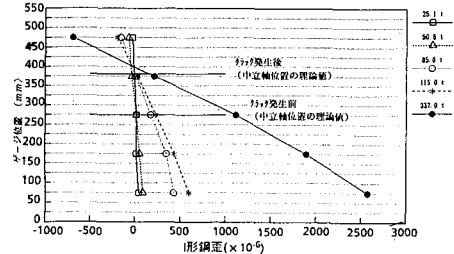


図-8 I形鋼歪分布図

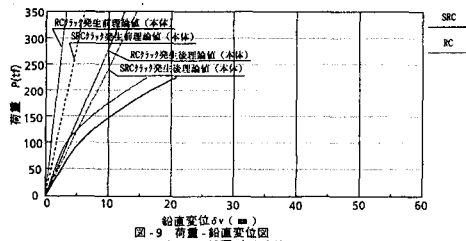


図-9 荷重-鉛直変位図

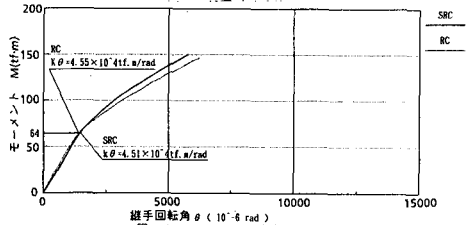


図-10 モーメント-継手回転角