鋼コンクリート製セグメントの合成構造化に関する実験的検討(その2)

- フープ材と主鉄筋(D29)が耐荷性能に及ぼす影響<フープ材仕様の影響> -

新日鐵住金(株)建材事業部建材開発技術部 正会員 ○石田 宗弘 新日鐵住金(株)建材事業部建材開発技術部 正会員 三宅 正人

1. 試験体仕様と載荷試験方法<Case-1~3>

鋼コンクリート製セゲメントの合成構造化に関する実験的検討(その1)に引き続き、フープ 材仕様に着目した Case-1 ~3の単体曲げ試験結果について報告する. 試験体形状とフープ 材の設置状況を**表**1. に示す.トンネル外径 5.9m, 外周長 3,530.6mmの円弧形状で,主断面は幅 1,200mm,厚さ 250mm である. 試験体は主桁厚さ 16mm,スキンプ レート厚さ 3mm (共に SM490A 材)の2 主桁構造の鋼殻の内部に,主鉄筋 D29×12 本をトンネル内空側および地山 側に配置した複鉄筋断面 (引張鉄筋比 2.6%:鋼殻を除く)とする鉄筋かごを設置して, $\sigma_{ck}=42 \text{ N/mm}^2 \text{ O} コンク$ リートを打設して製作したものである. (Case-1~3 共通)

トンネル内空側の主鉄筋を拘束することを目的として主鉄筋に直交するフープ材を配置しているが, Case-1 は D13 の鉄筋を1周巻きしたフープ材を5.7° ピッチで11箇所配置し, 端部を折り曲げ加工してトンネル地山側に定着したも のである. Case-2 はフープ材の鉄筋径を D16 にサイズアップするとともに, 3 周巻きに補強して 3.1° ビッチで 18箇所 に配置したものである. Case-3 は平板の縦リブ t4.5mm×h195mm に開孔を設けて主鉄筋を挿通する面フープ材を 8.6° ピッチで 9箇所に設置し, さらに, 中詰めコンクリート部に折り曲げ加工した D13 補強筋を主鉄筋と並行に配置 してせん断補強したものである. トンネル地山側の主鉄筋は縦リブに切欠きを設け挿通しており, 縦リブとスキンプレー トは溶接により接合した. 載荷は, 試験体の幅方向に渡した載荷梁により 2 線で載荷する単体の正曲げ試験と した.





2. 試験結果

(1) 曲げ耐荷性能 図1. 図2. に載荷曲げモーメントと試験体スパン中央で測定したたわみの関係を示す. Case-1・2 で は載荷の途中で急激な耐力低下を示し、その後も載荷を継続したが想定する曲げ耐力には到達しなかった.

Case-3 では Case-1・2 のような耐荷力の低下は見られず,鉄筋コンクリート構造として想定した終局耐力(M_{ud}=576 kN・m)以上の M=603 kN・m まで曲げ耐力が上昇,一時的に載荷曲げモーメントの低下を示したが,その後は 100mm

キーワード 円形トンネル, 円弧セグ・メント, 合成セグ・メント, フープ 筋, 腹圧力, 付着定着破壊, 平面保持, 一体性 連絡先 〒100-8071 東京都千代田区丸の内 2 丁目 6-1 TEL.03-6867-6392 / FAX.03-6867-4931

以上のたわみまで耐力は漸増した.図2.に示すように載荷曲げモーメントの低下は,Case-1ではM=232 kN・m, Case-2 では M=374 kN・m で発生しておりフープ材を補強するに従ってピークモーメントが上昇する傾向が見られた.



(2) 鋼殻・中詰めコンクリートの ひずみ分布 図3. 図4. は降 伏い゙ル以上まで載荷された Case-3 において¹⁾, 試験体 中央純曲げ区間で測定され

致していることを確認した.

た鋼殻主桁および

ことを確認した(写真3.参照).

50 主桁 中詰めcon(鉄筋) ・降伏(実ヤング率) 幅 150 - 短期設計(n=15) 200 -2000 -1000 1000 2000 **ひずみ(μ)**

図 3. 断面内のひずみ分布(降伏い))

のひずみ分布は概ね平面保持され、仮定する計算値(図3.実線)ともほぼ一

破壊が確認され, フープ材にはトンネル内空側にはらみ出す変形が観察された(写 **真2**. 参照). これらは主鉄筋がトンネル内空側に移動したことに伴い発生したと 考えられる. Case-3 では主鉄筋(引張側)の抜け出しは見られず,地山側コンク リートが圧壊しており鉄筋コンクリート構造として想定した終局曲げ破壊を起こした

を確認した(写真1~3.参照). Case-1・2 では載荷点と支点の間のせん

断区間において、トンネル内空側に配置した主鉄筋(引張側)の付着割裂



図 4. 断面内のひずみ分布(試験最大レベル)



写真1. Case-1 付着割裂破壊の状況



写真 2. Case-2 7-7 筋の面外変形

3. まとめ

フープ材の仕様をパラメータとした円弧状(Do=5.9m) セグメント試験体(主鉄筋 D29) の単体曲げ試験を実施した結果,下記の知見が得られた.

- ① フープ材を鉄筋とした Case-1・2 では, 引張側主鉄筋の付着割裂破壊が発生 し、想定する曲げ耐荷力を得られなかった. フープ筋の仕様を補 強することでピークモーメントが向上する傾向が見られた.
- ② 縦リブをフープ材とした Case-3 は、地山(圧縮)側コンクリートの圧壊を伴って曲げ破壊し、鉄筋コンクリート構造と して想定した終局曲げ耐力以上の耐荷性能が得られた.
- ③ 曲げ破壊を起こした Case-3 では、降伏レベルまで鋼殻と中詰めコンクリートのひずみ分布は概ね平面保持の仮定 が成立し、主断面を鉄筋コンクリートとする設計モデルの妥当性が確認された.

【参考文献】1)合成構造コンクリート中詰め鋼製セグメント/土木学会第59回学術講演会(2004.9)



写真 3. Case-3 地山側コンクリート圧壊状況