耐火機能一体型合成セグメント（ＳＢＬ）の耐火性能確認（その２）

― 加熱後試験体による性能確認試験結果 ―

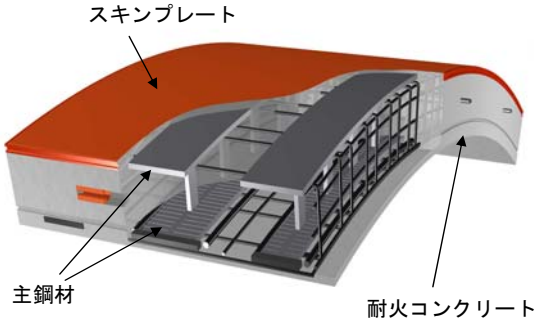
鹿島建設㈱　東京土木支店　正会員　○鈴木　義信
首都高速道路㈱東京建設局　正会員　副島　直史
鹿島建設㈱　技術研究所　正会員　古市　耕輔
鹿島建設㈱　技術研究所　正会員　新井　崇裕

二次覆工を省略したシールド工法による道路トンネルでは，車両火災が発生した場合に，本体構造であるセグメントに構造的な損傷が生じるため，耐火工が必要となる．首都高速道路中央環状品川線シールドトンネル（北行）工事では，ポリプロピレン繊維を混入させた耐火（爆裂抑制）コンクリートを用いることで耐火機能を一体化させた合成セグメント（ＳＢＬ）を重荷重区間に適用した．本稿は，耐火機能一体型合成セグメント（ＳＢＬ）の耐火性能確認試験のうち，加熱後試験体の性能確認試験結果について報告するものである．

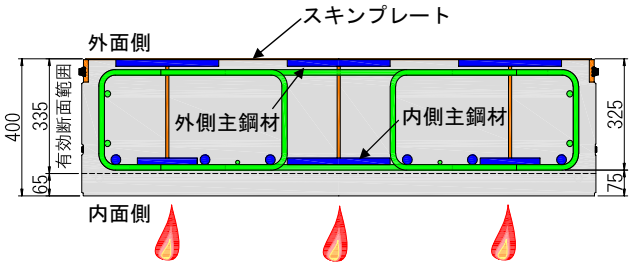
１．はじめに

耐火機能一体型合成セグメント（ＳＢＬ）は，セグメントの内外面側に鋼材及び鉄筋を配置してコンクリートと一体化させた合成構造で，ポリプロピレン繊維を 0.2vol%混入させた耐火コンクリートを用いることで，耐火機能を付加したものである．

火災後の耐火機能一体型合成セグメント（ＳＢＬ）の性能を確認するために，ＲＡＢＴ加熱曲線により加熱を行った試験体を用いて，**表－１**に示す方法により材料劣化及び強度低下に関する性能確認を行った．



図－１　合成セグメント（ＳＢＬ）概要図



図－２　合成セグメント（ＳＢＬ）断面図

表－１　加熱後セグメントの性能確認

	確認方法
材料劣化	①加熱後試験体の中性化深さ確認
強度低下	①加熱後試験体の残存曲げ耐力確認
	②加熱後試験体のコンクリート強度確認

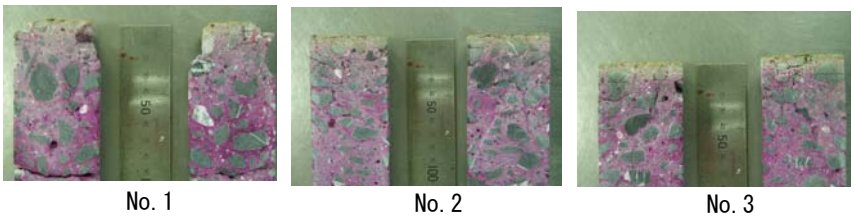
２．加熱後試験体の中性化深さ確認試験

加熱試験後の試験体よりコアを採取して，「コンクリートの中性化深さの測定方法」（JIS A1152-2002）により，中性化深さの測定を行った．試験の結果，加熱による中性化深さは約 10mm であることが確認された．

中性化の原因は，加熱によりコンクリート中の遊離アルカリ分である水酸化カルシウムが熱分解したことによるものと考えられる．

表－２　中性化深さ測定結果

試験体コア No.	中性化深さ測定値
No. 1	8mm
No. 2	10mm
No. 3	9mm



写真－１　中性化確認状況

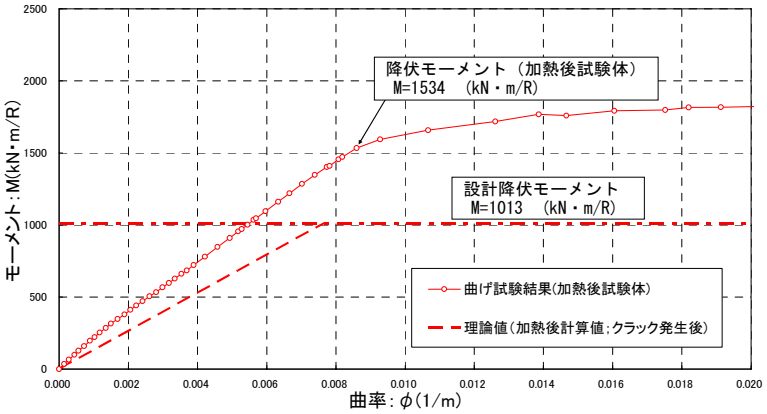
キーワード　道路トンネル，シールドトンネル，合成構造，セグメント，耐火構造，加熱試験
連絡先　〒107-8388　東京都港区元赤坂 1-3-1　鹿島建設株式会社　ＴＥＬ03-5544-1111

３．加熱後試験体の曲げ耐力確認試験

加熱試験後の試験体を用いて曲げ試験を行い，残存曲げ耐力の確認を行った．曲げ試験は，**写真－２**に示すように，試験体加熱面側に曲げ圧縮が作用するように載荷（負曲げ）して，曲げ耐力を確認した．

曲げ試験の結果を**図－３**に示す．理論値として，火災後の設計上の有効断面（加熱面から65mm の被り範囲の圧縮剛性を 0 とする）を仮定して算定した曲げモーメント－曲率関係を図中に示す．降伏モーメントの理論値 1013kN･m に対して，試験結果（降伏モーメント）は 1534kN･m となり，十分な耐力を有していることが分かった．これは，設計上仮定した強度低下範囲（65mm）まで強度低下が生じていないことと，強度低下範囲の圧縮剛性が 0 まで低下していないことで，設計上の仮定が安全側となっていることによるものと考えられる．

写真－２　加熱後試験体の曲げ試験状況

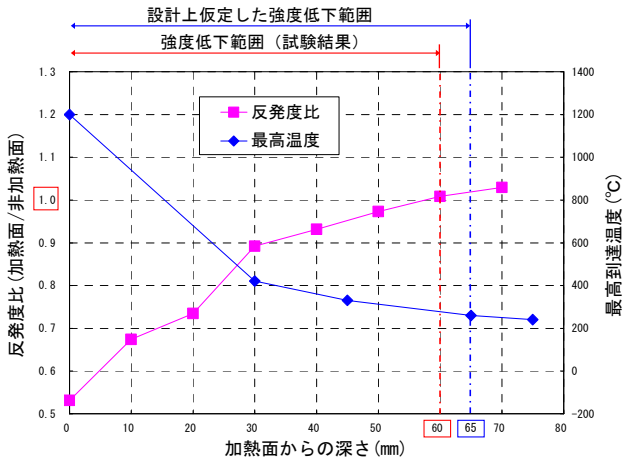


図－３　載荷曲げモーメント－曲率関係図

４．加熱後試験体のコンクリート強度確認試験

加熱試験後の試験体を用いて，シュミットハンマーによる反発度を測定（JSCE-G 504-1999）し，加熱面からの深さに応じたコンクリート圧縮強度の低下率を測定した．圧縮強度の低下率は，同試験体の非加熱面側反発度を基準反発度として，これに対する比率で評価することにした．

試験結果を**図－４**に示す．加熱面からの深さ 60mm 位置で，コンクリート強度が非加熱面の強度と同等となり，これ以深は強度低下がないことが分かった．本工事における覆工設計に当っては，強度低下する範囲を 65mm に仮定しており，安全側の仮定となっていることが確認できた．



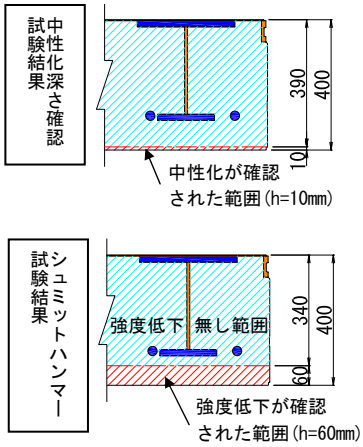
図－４　反発度と加熱面からの深さの関係図

５．まとめ

火災後の耐火機能一体型合成セグメント（ＳＢＬ）の性能を確認するために，ＲＡＢＴ加熱曲線により加熱を行った試験体を用いて性能確認を行った結果，**表－３**及び**図－５**に示すような結果となり，設計上の仮定条件が安全側の設定となっていることが確認できた．

表－３　加熱後試験体の材料劣化及び強度低下確認結果

	確認方法	結　果
材料劣化	加熱後試験体の中性化深さ確認	加熱後試験体の中性化深さは、設計上仮定している劣化深さ 65mm 以下の 10mm であることを確認
強度低下	加熱後試験体の残存曲げ耐力確認	加熱後試験体の曲げ耐力が、設計上仮定している有効断面の耐力以上であることを確認
	加熱後試験体のｺﾝｸﾘｰﾄ強度確認	加熱後試験体のコンクリート強度低下深さは、設計上仮定している強度低下深さ 65mm 以下の 60mm であることを確認



図－５　加熱後試験体の物性