



www.nipponsteel.com

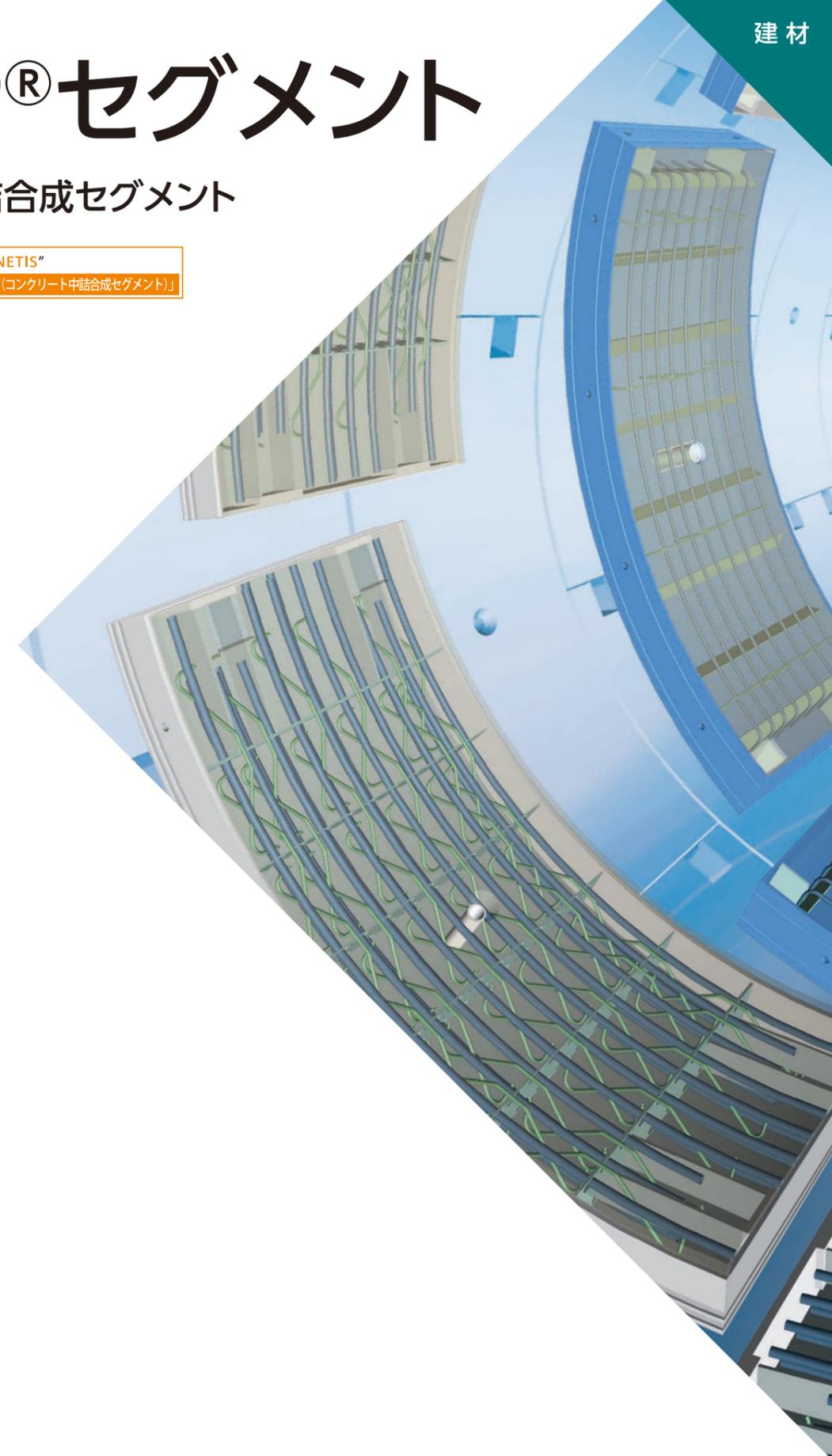


建材

# HCCP<sup>®</sup>セグメント

コンクリート中詰合成セグメント

国土交通省 新技術情報提供システム「NETIS」  
登録番号：KT-100068-A「HCCPセグメント(コンクリート中詰合成セグメント)」



日本製鉄株式会社

〒100-8071 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号  
Tel: 03-6867-4111 Fax: 03-6867-5607

HCCP<sup>®</sup>セグメント コンクリート中詰合成セグメント  
K018\_01\_201904f  
© 2019 NIPPON STEEL CORPORATION 無断複写転載禁止

日本製鉄株式会社

# HCCP<sup>®</sup>セグメント

コンクリート中詰め合成セグメント

HCCP (Hybrid & Composite Concrete Packed) セグメントは、トンネル内面を除く5面を覆う鋼殻とあらかじめ工場中詰されたコンクリートを一体化した、高強度・高品質 (高止水性能) 合成セグメントです。

強度別に2種類のタイプ(-NS: Normal Strength, -SS: Super Strength)をラインアップしており、トンネル使用条件に最適な構造を選択することができます。

※「HCCP<sup>®</sup>」は当社の登録商標です。

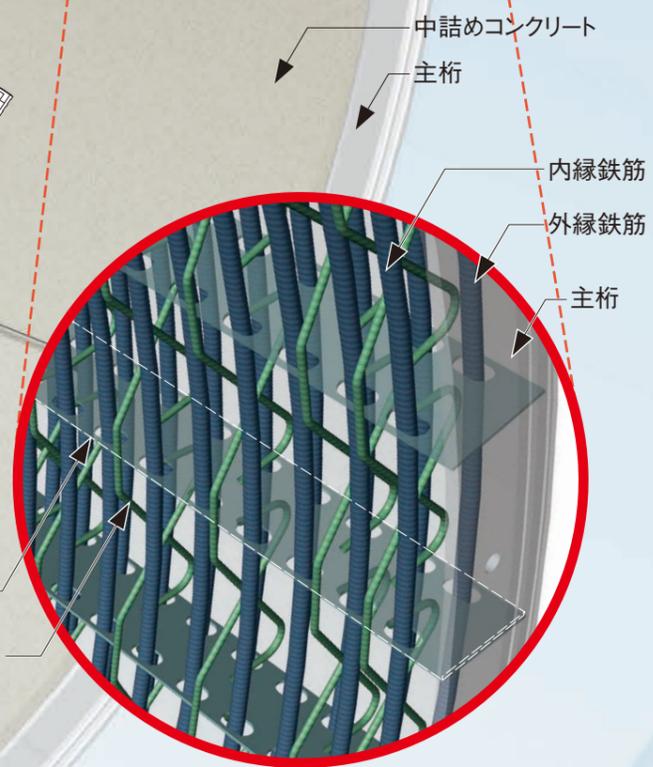
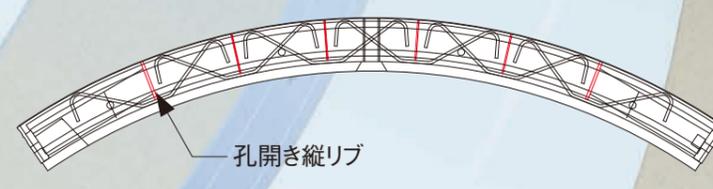
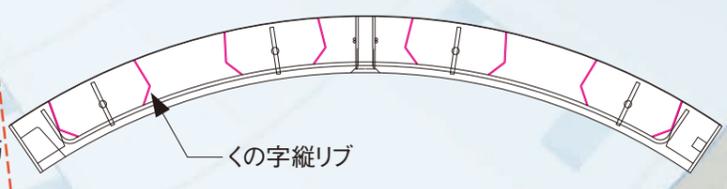
## HCCPセグメントの構造概要

**HCCP-NS**  
『くの字縦リブ』縦リブを「く」の字に加工することで、鋼殻と中詰めコンクリートのトンネル半径方向/周方向のずれを防止し、鋼殻と中詰めコンクリートの一体化を実現します。さらに「く」の字形状とすることで、良好なコンクリート充填性を確保しています。

**HCCP-SS**  
『孔開き縦リブ』縦リブに孔開き加工を施し、中詰めコンクリート中に埋設された主要引張構造部材である鉄筋を貫通させることで、鋼殻と中詰めコンクリートの一体化を実現します。さらに縦リブで仕切られたダイヤフラム構造を形成することで中詰めコンクリートのせん断耐力を強化し、最小限のせん断補強筋のみで多量の主鉄筋の採用を可能としています。

目次

- HCCPセグメントの構造概要
- HCCPセグメントの特長 ..... 2
- HCCPセグメントの効果的な活用 ..... 4
- HCCPセグメントの実績例 ..... 6
- HCCPセグメントの技術開発 ..... 8



ご注意とお願い  
本資料に記載された技術情報は、製品の代表的な特性や性能を説明するものであり、「規格」の規定事項として明記したもの以外は、保証を意味するものではありません。本資料に記載されている情報の誤った使用または不適切な使用等によって生じた損害につきましては責任を負いかねますので、ご了承ください。また、これらの情報は、今後予告なしに変更される場合がありますので、最新の情報については、担当部署にお問い合わせください。  
本資料に記載された内容の無断転載や複製はご遠慮ください。  
本資料に記載された製品または役務の名称は、当社および当社の関連会社の商標または登録商標、或いは、当社および当社の関連会社が使用を許諾された第三者の商標または登録商標です。  
その他の製品または役務の名称は、それぞれ保有者の商標または登録商標です。

Hybrid & Composite Concrete Packed Segment

# HCCPセグメントの特長

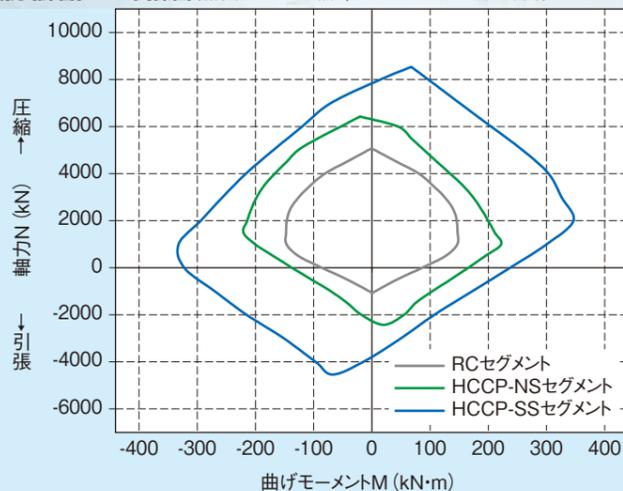
## HCCPの構造性能

鋼-コンクリートの合成構造化により、高い曲げ耐力と高い変形性能を発揮し、トンネル覆工の優れた構造安全性と耐震性を確保することが可能です。

鋼-コンクリートの合成構造化により、あらゆる軸力レベルで高い曲げ耐力を発揮します。

▶ セグメント薄壁化・トンネル外径縮小によるマシン・掘削土砂処分費用の削減が可能です。

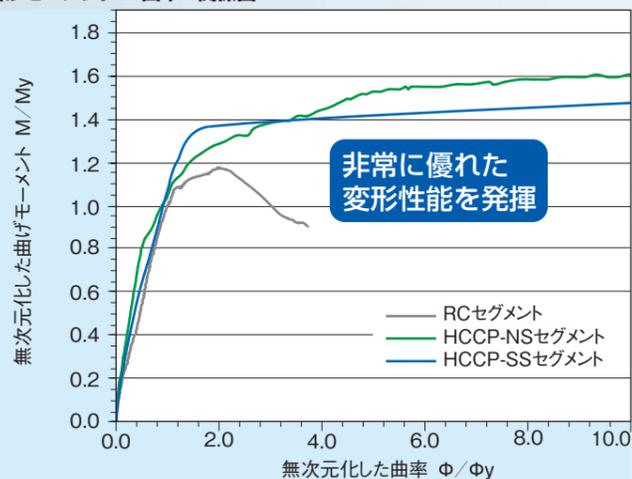
抵抗(許容) M-N関係図 (桁高250mm、幅1,200mmにおける試算例)



最大耐力発揮後も極端な荷重低下を生じず、鋼材が保有する高い変形性能を発揮します。

▶ 地震荷重に対して高い変形追従性を発揮し、トンネルの脆性的破壊を防ぎます。

曲げモーメントM-曲率φ関係図

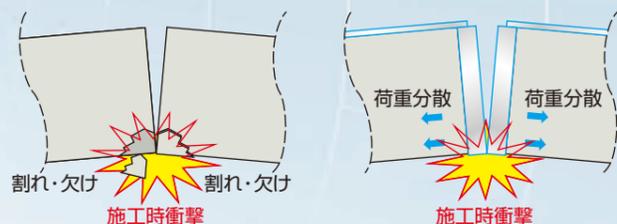


## HCCPの止水性能

鋼殻で覆われたHCCPセグメントは高い耐衝撃性と、優れた施工性により高い止水性能を長期的に発揮します。

RCセグメント

鋼殻で5面を覆われた構造 HCCPセグメント



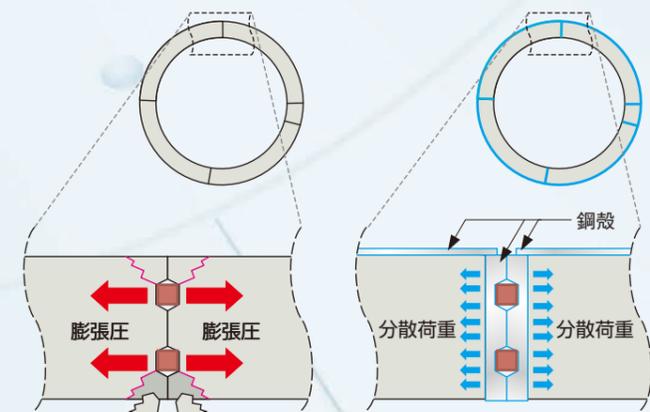
施工時衝撃荷重による割れ・欠け

荷重分散による割れ・欠け防止



内水圧荷重による貫通クラック

スキンプレートによる止水構造



止水シール材膨張圧による継手部割れ・欠け

膨張圧分散による継手部割れ・欠け防止

※トンネル内への漏水は、長期的なトンネル耐久性に悪影響を及ぼし、さらにトンネル周辺、地表面に想定外の変動を引き起こす原因となります。コンクリートは耐衝撃性に劣るため、施工時に割れ・欠けが発生しやすく、長期的な止水性能が低下する可能性があります。

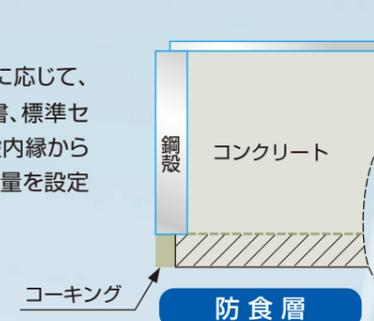
## HCCPの周辺技術

### 防食技術

HCCPセグメントは、以下に示す2種類の方法によって防食性能を確保しています。

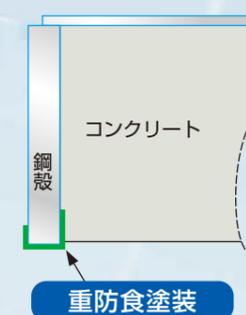
#### ●コンクリート盛り上げ

トンネル内の腐食環境に応じて、コンクリート標準示方書、標準セグメントに準拠して鋼殻内縁からのコンクリート盛り上げ量を設定します。



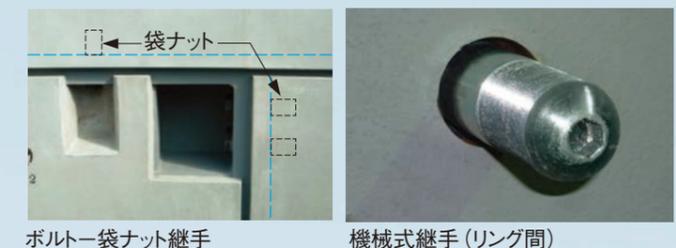
#### ●重防食塗装

トンネル内の腐食環境に応じて、ISO基準などに準拠して鋼殻内縁を含む必要領域を重防食塗装します。



### 継手技術

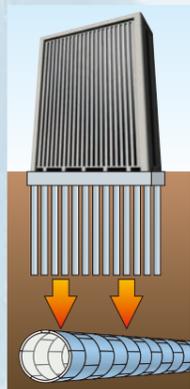
HCCPセグメントの継手は、ボルト接合あるいは機械式継手を適用可能です。(なお、通常のRCセグメントに使用される機械式継手を適用する場合は、HCCPセグメントの継手-本体部荷重伝達構造、施工誤差吸収機能を考慮した改造が必要な場合があります)



# HCCPセグメントの効果的な活用

シールドトンネルの用途、敷設場所の多様化に伴い、シールドトンネルの設計条件も多様化しています。

HCCPセグメントは、その高耐力(薄壁構造)、高止水性能、高変形性能などを活かし、これらの設計条件に合理的に対応することができます。

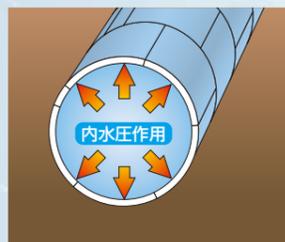


## 大規模上乗荷重

地表面に大規模構造物が存在する、あるいは将来的に大規模構造物の建設が予定されている直下をトンネルが通過する場合、建物荷重を考慮してトンネル覆工を設計する必要があります。HCCPセグメントは高耐力構造ですので、このような大規模上乗荷重に対しても薄壁構造で対応可能です。

## 内水圧作用

雨水貯留管、地下河川などの内水圧が作用するトンネルでは、トンネル覆工に軸引張力が作用することがあります。このような場合、引張強度が極めて小さいRCセグメントでは貫通クラックが生じ、トンネル内への漏水、周辺地盤の地下水汚染などの問題が発生する可能性があります。



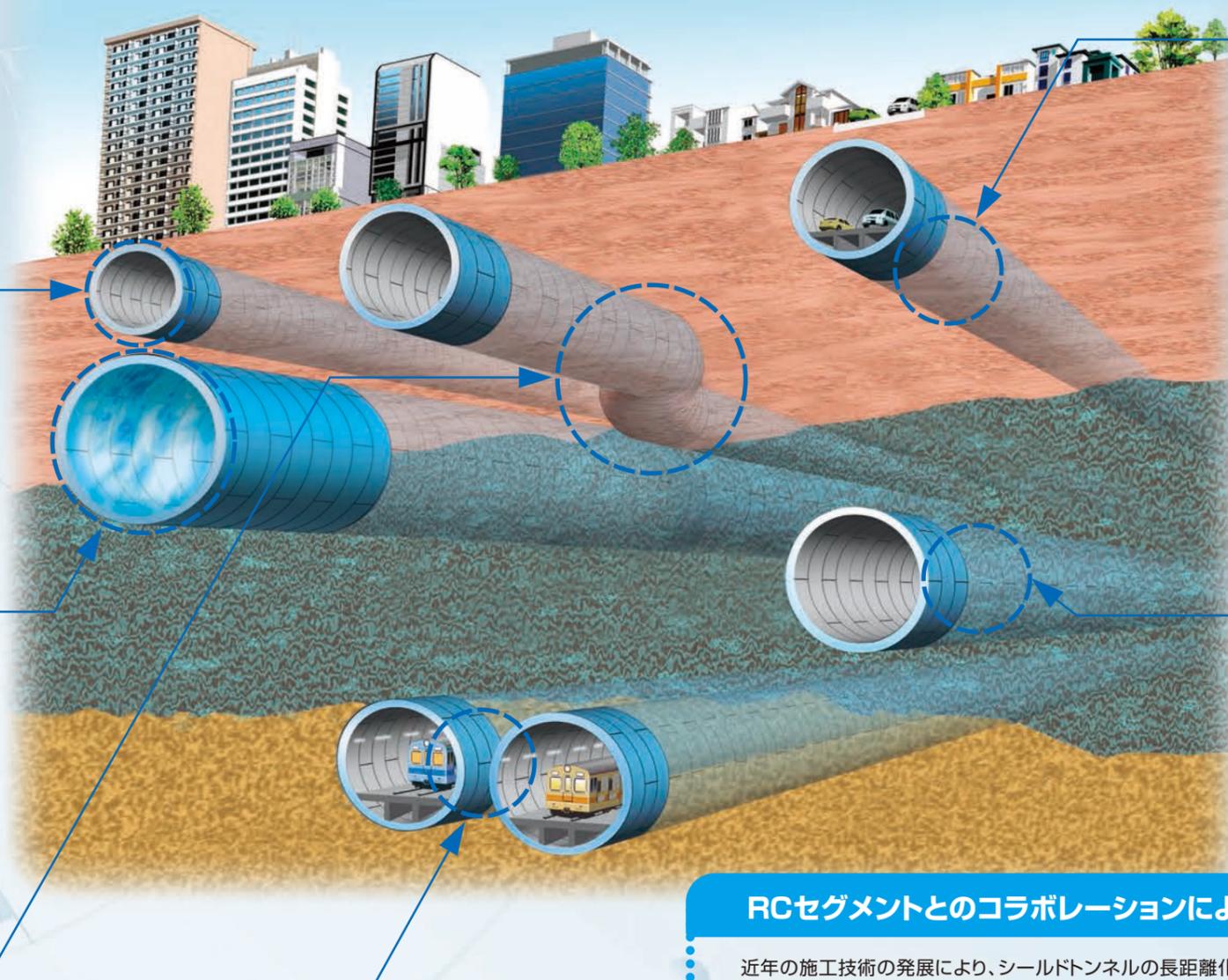
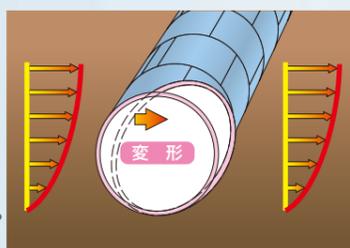
HCCPセグメントは鋼殻で覆われた構造ですので、引張軸力が作用した状態においても高い止水性能を確保できます。

## 急曲線

急曲線部のトンネル覆工には、施工時にセグメントに局所的な荷重が作用し、通常のRCセグメントでは想定以上のひび割れや割れ、欠けなどが発生し、トンネル品質の著しい低下を招くことがあります。HCCPセグメントは鋼殻で覆われた構造ですので、中詰めコンクリートの損傷を防ぐことができます。

## 高耐震性トンネル

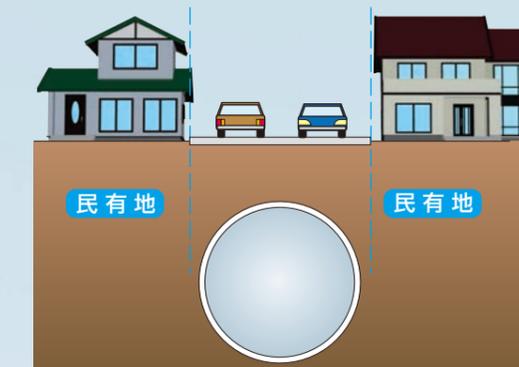
大規模な地震荷重が作用した場合、トンネル覆工周辺の地盤は大きく変形します。HCCPセグメントは非常に優れた靱性を有しているため、地盤変形への追従が可能であり、高い耐震性能を発揮します。



## 用地制限区域

市街地に敷設されるトンネルでは、トンネル敷設用地幅が制限されるケースがあります。

HCCPセグメントは薄壁高耐力構造ですので、限られた用地幅の中で必要内空を確保することができます。また、この構造を活かして用地買収面積を最小化することもできます。



## 軟弱地盤

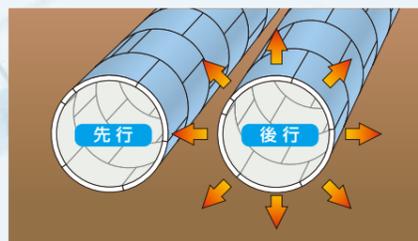


軟弱地盤に敷設されるトンネルは、地山の自立性が極めて低いため、トンネル覆工には大きな荷重が作用します。HCCPセグメントは高耐力構造ですので、このような大きな荷重に対しても薄壁構造で対応できます。

## 併設トンネル

併設トンネルでは、先行トンネルは後行トンネルの掘削影響(切羽圧、裏込め注入圧など)を受けます。また、この影響はトンネル間の距離が近いほど大きくなります。

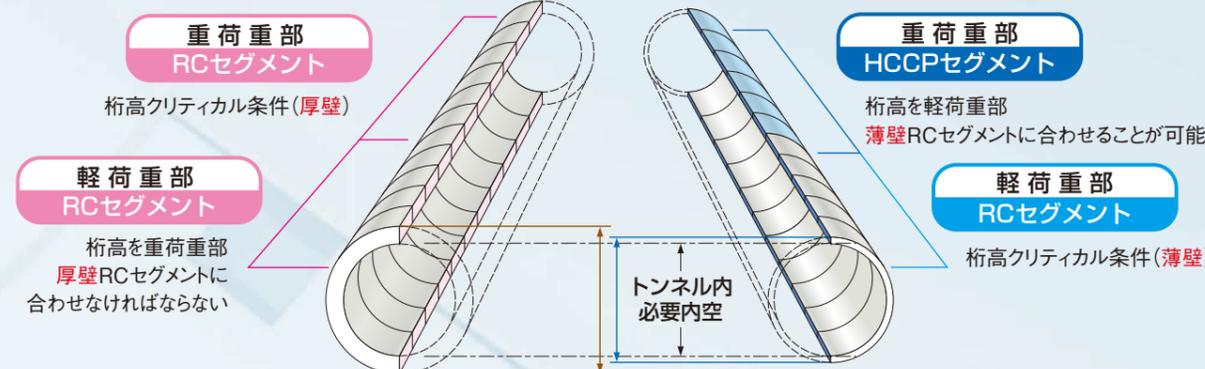
HCCPセグメントは薄壁構造ですので、トンネル間の距離を拡げることが可能であり、さらに後行トンネルの掘削影響に対してもその高耐力性能で対応できます。



## RCセグメントとのコラボレーションによる総コスト削減

近年の施工技術の発展により、シールドトンネルの長距離化が進んでいます。このため、1つのトンネルで様々な設計条件が存在するプロジェクトが増えています。

多様な設計条件に対して、例えば「一般部:RCセグメント、重荷重部:HCCPセグメント」のように最適なセグメントを選択することで、総コストの削減が可能になります。



**重荷重部**  
RCセグメント  
桁高クリティカル条件(厚壁)

**重荷重部**  
HCCPセグメント  
桁高を軽荷重部  
薄壁RCセグメントに合わせる事が可能

**軽荷重部**  
RCセグメント  
桁高を重荷重部  
厚壁RCセグメントに  
合わせなければならない

**軽荷重部**  
RCセグメント  
桁高クリティカル条件(薄壁)

| 全線RCセグメント |   |
|-----------|---|
| マシン費用     | × |
| 掘削土砂処分費用  | × |
| セグメント費用   | ○ |

外径  
縮小効果

| 軽荷重部: RCセグメント<br>重荷重部: HCCPセグメント |      |
|----------------------------------|------|
| マシン費用                            | ○    |
| 掘削土砂処分費用                         | ○    |
| セグメント費用                          | ○(△) |

## HCCPセグメントの実績例



### 調布駅付近連続立体交差工事(土木)第4工区

- 曲線部(R165m)  
併設施工区間に採用

施主: 京王電鉄株式会社

施工: 清水・京王・  
間建設共同企業

外径×桁高×幅: 6,700×300×1,200 (mm)

セグメント: 242(m)

適用延長

セグメント種類: HCCP-NS



### 寝屋川北部地下河川 北島調節池築造工事

- 大深度・軟弱地盤に採用
- リング間継手に機械式継手を採用

施主: 大阪府  
寝屋川水系改修工営所

施工: ロッテ・志真・  
太田特定共同企業体

外径×桁高×幅: 5,900×250×1,200 (mm)

セグメント: 1,664 (m)

適用延長

セグメント種類: HCCP-SS



### 寝屋川流域下水道 中央(一)増補幹線下水管渠築造工事

- 大深度・軟弱地盤に採用

施主: 大阪府  
東部流域下水道事務所

施工: 大林組・熊谷組  
青木あすなろ建設・福田組  
大鉄工業協同企業体

外径×桁高×幅: 5,400×250×1,200 (mm)

セグメント: 2,160 (m)

適用延長

セグメント種類: HCCP-SS



### 都市計画道路 大和川線ランプシールド工事

- 重荷重部(地上構造物  
荷重・併設影響区間)  
に採用
- リング間継手、ピース間  
継手に機械式継手を採用  
(完全内面平滑)

施主: 大阪府  
富田林土木事務所

施工: 森本・ハンシン・久本・  
ヤスタ特定共同企業体

外径×桁高×幅: 8,800×400×1,600 (mm)

セグメント: 141 (m)

適用延長

セグメント種類: HCCP-SS



# HCCPセグメントの技術開発

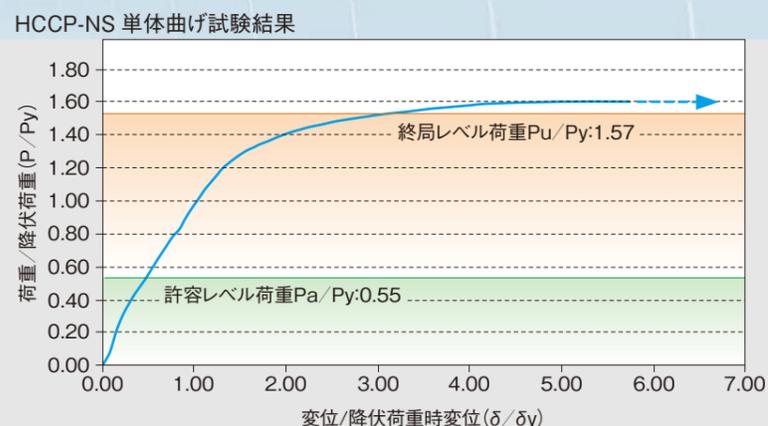
## 本体性能確認

HCCP-NSセグメントおよびHCCP-SSセグメントの本体性能について、合成構造設計が可能であることを載荷試験により確認しております。



HCCP-NS セグメント (桁高300mm、幅1,200mm) 単体曲げ試験 (2線載荷試験)

HCCP-NS 単体曲げ試験



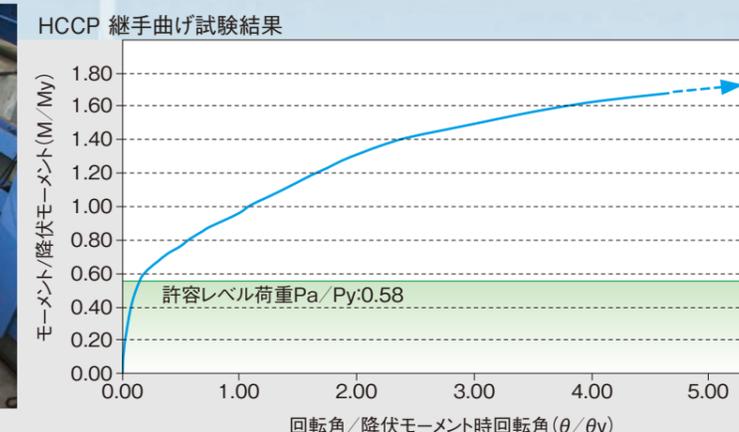
## 継手性能確認

実大2ピース曲げ試験および平板継手曲げ試験により、HCCPセグメントの継手構造が高い強度・変形性能を発揮することを確認しております。



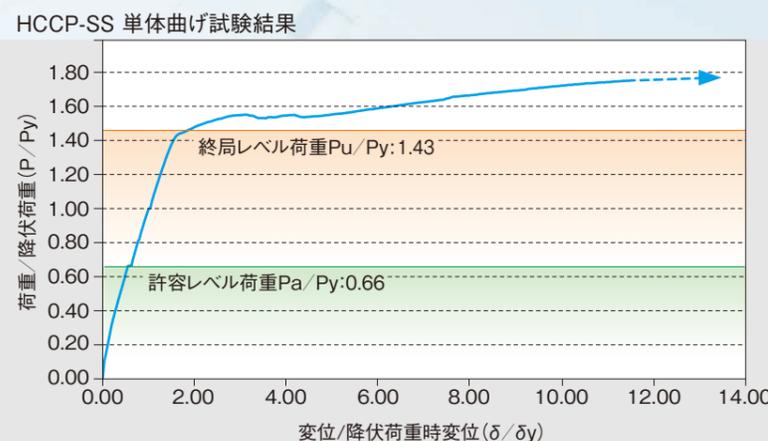
HCCP-NS セグメント (桁高300mm、幅1,200mm) 2ピース (Aピース) 継手曲げ試験

継手曲げ試験 (Aピース)



HCCP-SS セグメント (桁高250mm、幅1,200mm) 単体曲げ試験 (2線載荷試験)

HCCP-SS 単体曲げ試験



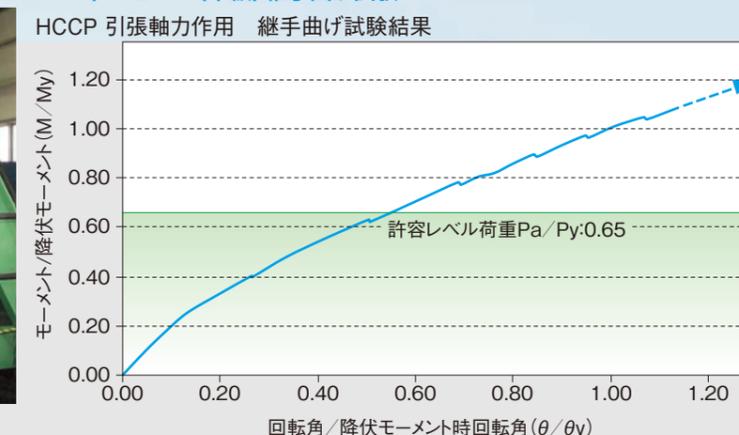
## 引張軸力作用下継手曲げ試験

内水圧が作用する地下河川トンネルを想定した引張軸力作用下における継手曲げ試験を実施し、継手性能を確認しています。



HCCP-SS セグメント (桁高250mm、幅1,200mm) 2ピース (平板) 継手曲げ試験

継手曲げ試験 (平板)



## 広幅化に伴う局所面圧載荷試験による性能確認

また、広幅セグメントに関しては、局所面圧荷重が載荷された場合においても合成構造としての耐力を発揮することを確認しております。



局所面圧載荷試験 (HCCP-NS)



HCCP-NS セグメント (桁高300mm、幅2,000mm) 単体曲げ試験 (局所面圧載荷試験)

