

事例－8 清水建設株式会社【東京都中央区】



「再生 PET 繊維で補強し、品質向上と環境負荷低減を図るコンクリート製トンネルの施工」

Point

- 再生 PET 繊維で補強したコンクリート材料（コンクリート製セグメントなど）を土木資材メーカーと共同開発。品質向上に加えて、環境負荷低減や建設コスト抑制などの効果がある。
- 品質や性能を高く評価され、下水道幹線をはじめとするシールドトンネルや道路トンネル等で多数採用される。
- 厳しい環境下に晒されるコンクリート建造物において、活用促進を視野に入れる。

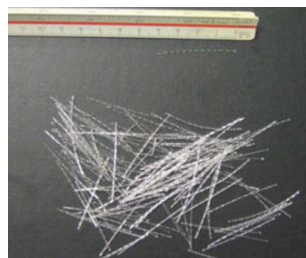
取組に至った経緯・きっかけ

トンネルを構成するコンクリート製セグメントの補強技術開発に向けて、再生 PET 繊維に着目。販売している土木資材メーカーに声をかけて共同開発を実施。

シールドマシンによってトンネルを掘り進んでいくシールド工法では、「セグメント」という分割されたブロックを壁面に組み上げて構築する。

シールド工法を採用したトンネルで使用されるコンクリート製セグメントは、施工性や経済性の追求から、年々厚さが薄くなる傾向にあるが、コンクリートは引張強度が小さく、曲げ靱性[※]や耐衝撃性が弱い。そのため、施工時のひび割れが懸念され、小口径のトンネルや耐久性を要求される内水圧が作用するトンネルには不向きとされてきた。一方、鋼製系のセグメントが採用されることもあるが、製造時に発生する CO₂ 量による環境負荷低減や、建設コストの上昇などに課題がある。

清水建設(株)では、コンクリート製のセグメントの補強技術の開発に向けて、コンクリートやモルタルの補強材として、PET 再生樹脂を原料とした再生 PET 繊維の開発が進んできたことに着目。コンクリートとの付着性の高い再生 PET 繊維を製造・販売していた土木資材メーカーの(株)サンゴに声をかけて、再生 PET 繊維を混入したコンクリート製の新型セグメントの共同開発を進めていった。



使用している再生 PET 繊維（直径 0.7mm、長さ 40mm）。特殊なエンボス加工により表面を凹凸状にしているため、コンクリートとの付着性が高い性質を持つ。

※曲げ靱性：曲げに対する粘り強さ

事業・採用システムの概要

再生 PET 繊維を混入することで、コンクリート製セグメントの品質向上を確認するほか、環境負荷低減や建設コスト抑制なども実現する材料を開発。

清水建設(株)では、(株)サンゴとの共同開発により、コンクリート製セグメントに再生 PET 樹脂を 0.5% 混入させることで耐衝撃性を従来製品の 5.5 倍に高め、施工時のひび割れ防止を可能とすることを確認。また、各種の性能確認実験により、曲げ靱性や降伏荷重と最大荷重、ひび割れ幅抑制の効果が確認でき、トンネルの将来的な耐久性の向上に寄与できるものであることも確認した。

さらに、鋼製系に比べて製造時の CO₂ 量発生量の削減や PET ボトルのリサイクルによる大きな環境負荷低減効果があること、材料価格が安価で安定しており建設コストが抑制できること、コンクリートと混入しやすいことも、このセグメントの特長となっている。

材質	引張強さ	比重	弾性係数
再生 PET 繊維（(株)サンゴ製）	450N/mm ²	1.32	20,000N/mm ²
(参考)コンクリート Fc=24N/mm ²	2.4N/mm ²	2.3	25,000N/mm ²
(参考)鉄筋 SD345	490N/mm ²	7.8	200,000N/mm ²

再生 PET 繊維とコンクリート、鉄筋との物性比較。
再生 PET 繊維は、鉄筋とほぼ同等の引張強さであるに加え、比重が 1.32 と 1.0(水)に近いためにコンクリート練混ぜ時のスランプロスが少ない点も利点である。

事業を構築する上でのポイント

再生 PET 繊維を混入したコンクリート系セグメントの品質を高く評価され、下水道幹線に採用される。耐薬品試験で酸性及びアルカリ性による強度低下がないことを確認した上で施工。

再生 PET 繊維を混入させたコンクリート製セグメントは、2009 年頃より、首都圏を中心に高速道路や上水道などで複数採用されてきた。その後、下水道の幹線管渠築造工事に採用され、同社をスポンサーとした共同企業体(JV)で施工している。この工事は価格点と技術点の総合評価方式による入札案件であり、同社が提案した技術点を評価する技術提案において、標準のセグメントに比べひび割れを抑制し、耐久性の向上に有効な提案として評価された。また、現場においては材料仕様・配合計画書の承諾や工場検査・試験練り確認を行うとともに、酸性及びアルカリ性に対する耐薬品試験を実施し、問題がないことを確認した上で施工した。

この工事は、再生 PET 繊維を利用したことや、下水道幹線に初採用したことが評価され、平成 29 年度 近畿建設リサイクル表彰 再使用・再生利用部門で奨励賞を受賞している。



再生 PET 繊維を混入したコンクリート製のセグメント



再生 PET 繊維を混入させたコンクリート製セグメントが採用された下水道トンネル

耐火性、塩害防止効果のある資材として、道路トンネル等でも採用される。

コンクリートは熱に弱く、高温になるとコンクリート内の水分や空気が膨張し、爆裂する危険性がある。同社の再生 PET 繊維を混入したコンクリート製セグメントは、コンクリートの爆裂防止効果があることも確認しており、車両火災による被害拡大防止のため、道路トンネルにも複数採用されている。

また、兵庫県の余部橋りょうでは、再生 PET 繊維を混入させたコンクリートが橋りょうの鉄筋コンクリートに採用されている。日本海沿いにある橋りょうは潮風に晒されるため、鉄筋が錆びてコンクリートに塩害が発生する懸念があり、コンクリートのひび割れを防止する目的で再生 PET 繊維を混入している。

事業推進に向けた今後の展望、課題

厳しい環境下に晒されるコンクリート建造物において、活用促進を視野に入れる。

同社では、再生 PET 繊維を混入したコンクリート製セグメント等について、新たな活用の可能性を視野に入れている。

「今後、厳しい環境下に晒されるコンクリート建造物に、当社で開発したコンクリート製セグメントをはじめとする資材が採用される可能性はあると思います。

また、世界各国で使用済み PET ボトルの輸出入規制が広まる中、日本国内でのリサイクルが大きな課題となっている現状においては、企業における SDGs 経営の推進という観点でも、社会に求められる資材だと個人的には思っています。」(関西支店土木第二部 姫路汐入川シールド作業所 星野壮一さん)

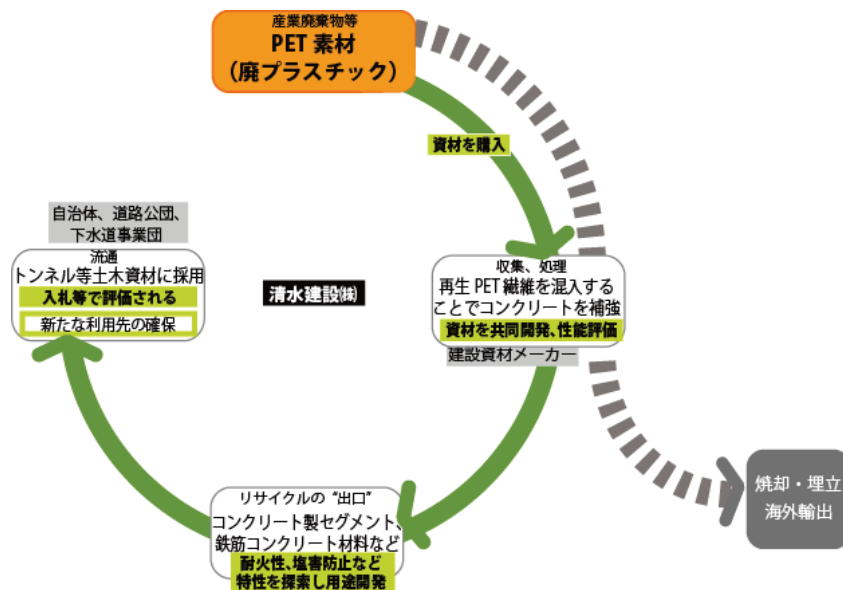
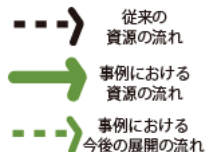
「再生 PET 繊維をトンネルや橋梁のコンクリート補強材として活用」

事例におけるサーキュラー・エコノミー（資源の流れ、取組ポイント）

- 清水建設(株)は、建設資材メーカーより再生 PET 繊維を購入し、同メーカーと共同開発を行うことで、曲げ靱性や耐衝撃性のあるコンクリート材料を開発に成功したのに加えて、トンネルのセグメントや鉄筋コンクリート建造物の材料など用途開発の役割や、入札参加等で自ら営業し資源流通を促す役割も果たしている。
- 今後、多様な用途にもとづく利用先を確保することで、市場拡大や本社における SDGs 経営の推進が期待される。

ポイント 取組ポイント

展開 今後の展開・課題



清水建設株式会社【東京都中央区】

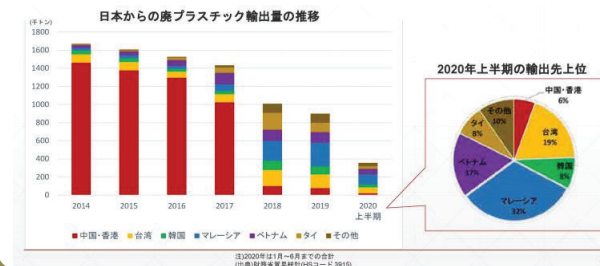
サーキュラー・エコノミーへのシフトチェンジのポイント

再生 PET 繊維を製造する建設資材メーカーと、再生 PET 繊維を混入したコンクリート製セグメント等の共同開発を行い、さらに、特性を活かした用途とすることで、建設コストが上昇せず、なおかつ環境に配慮した高品質の土木資材を創出し、多様な土木建造物の受注につながっている。

きっかけ	処理したい産業廃棄物	・廃プラスチック（各国での輸入規制が進み、日本国内での適正なリサイクルが求められる）
	事業を動かす力、思い	・建設業として、建設工事で発生する CO ₂ 排出量の削減を実践したい。 ・建設コストが上昇せず、環境に配慮した高品質の建設工事の材料を開発したい。
かたちにする	チーム編成	・材料提供者、技術開発のパートナー（建築資材メーカー） ・リサイクル資源の開発、流通役（清水建設(株)）
	サーキュラー・エコノミー構築の工夫	・建設費を大幅に高騰させることなく、強度を確保し品質向上させた新建材の開発 ・シールドトンネルのコンクリート製セグメント、道路トンネル、鉄筋コンクリート建造物の材料など、用途を開発し、施工する土木建造物に採用
成果と将来展望	採用した技術	・再生 PET 繊維を混入したコンクリート材料（建設資材メーカーと共同開発、性能評価）
	新ビジネス、事業の展開	・下水道等のシールドトンネル、道路トンネル、橋りょうでの採用 ・【将来展望】受注増加、厳しい環境下にさらされるコンクリート建造物での採用
	社会課題の解決	・硫化水素の発生や火災（被害）、煙害など、厳しい環境下でも強度が低下しない建造物の建設 ・廃プラスチックの国内でのリサイクル率向上（SDGs 経営の推進につなげる）

※コラム※世界各国における廃プラスチックの輸入規制の動向

2017 年末に中国が輸入規制を導入したことで、2018 年以降は中国への輸出量が激減。それに伴い、日本からの廃プラスチック輸出量は大幅に減少している。今後、輸出先であった他の国においても輸入規制の動きが広がっているため、この動向はさらに進み、日本国内での適正な廃プラスチックのリサイクルが求められるものと考えられる。



事業者プロフィール

事業所名：清水建設株式会社 設立：1804 年創業
 所在地：東京都中央区京橋二丁目 16 番 1 号 / 姫路汐入川シールド作業所・兵庫県姫路市広畑区則直 109-1
 代表者：取締役社長 井上和幸 従業員数：10,384 名
 事業内容：建築・土木等建設工事の請負（総合建設業） H P : <https://www.shimz.co.jp/>