

再生 PET 繊維の下水道向けセグメントへの適用性確認

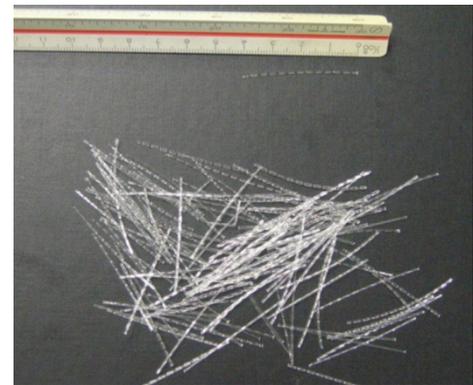
清水建設(株)土木技術本部 正会員○増田 湖一
清水建設(株)関西支店土木部 正会員 星野 壮一

1.はじめに

昨今のシールドトンネルは大深度・大口径化などの条件下で計画される事例が増加している。使用するセグメントは経済性や機能性の観点から RC セグメントが多く採用されているが、RC セグメント採用は曲げ靱性と耐衝撃性能が鋼製セグメントに対して比較的低いため、不確定要素の多い施工時荷重に対して配慮する必要がある。このため、トンネル耐久性を確保する観点から曲げ靱性を向上させ施工時の割れ欠けを抑制することを目的として、コンクリートに再生 PET 繊維を混入した RC セグメントを開発し、各種トンネル等での採用実績を重ねてきた。本報告は下水管渠に再生 PET 繊維を混入した二次覆工一体型(省略型)RC セグメントを採用した場合、管渠内に存在する硫化水素ガスなどの影響下における再生 PET 繊維の劣化や溶解等に抵抗できる耐久性について試験を実施して確認したものである。

2.PET 繊維

開発に使用した PET 繊維は、廃 PET ボトルを洗浄・粉砕後、熔融して押出し成型したものである。各種の形状と太さ・長さを基本実験した結果、基本形状は、太さ 0.7mm・長さ 40mm で、表面にインデント加工(表面に凸凹を付ける加工)を施している。引張り強度は 450N/mm²、比重は 1.32g/cm³ である。



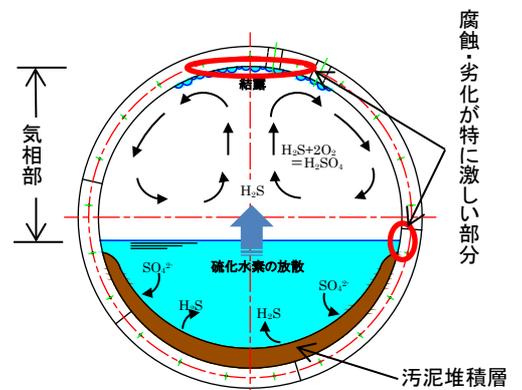
再生 PET 繊維(φ0.7mm、L=40mm)

再生 PET 繊維の基本特性は、以下のとおり。

- ・親水性:コンクリートとの付着のためには、表面が親水状態にある必要がある。親水性評価の試験で、他の繊維より親水性が高いことを確認している。
- ・耐アルカリ性:コンクリートに混入するため、耐アルカリ性が必要となる。PET 繊維をアルカリ水溶液(pH12.5)に浸漬させた後に引張り試験を行い、強度劣化のないことを確認している。
- ・燃焼特性:道路トンネルに適用する場合、火災時に有毒ガスを出さないことが求められる。耐火実験(RABT60 分)で爆裂防止効果があること、JIS K 7217 プラスチック燃焼ガスの分析により有毒ガスの発生がないことを確認している。

3.使用環境の想定

下水道管渠は他の施設と異なり、内部に硫化水素ガスが存在する可能性がある。これは、下水中のし尿や洗剤などに由来する硫酸塩が嫌気状態において硫酸塩還元細菌の働きにより硫化水素に変化するためである。硫化水素がガスとなって大気中に放出されると悪臭による周辺環境影響が懸念されるため、施設外部に漏れないような対策が取られる。密閉された空間の硫化水素ガスは濃度の上昇に伴い、気相部のコンクリート表面に住む硫酸化細菌の働きにより硫酸に変化する。



下水施設コンクリート腐蝕の概念図

場合によっては気相部コンクリート表面の硫酸濃度は 5%程度になることもあると言われている。

キーワード: PET 繊維 セグメント 下水施設

連絡先: 〒104-8370 東京都中央区京橋二丁目 16-1 清水建設(株)土木技術本部シールド統括部 TEL03-3561-3892

今回は、このような環境下において再生 PET 繊維混入コンクリートが受ける影響を検討した。

4.試験内容及び結果

試料を異なる濃度の硫酸に浸せきし、浸せき試験前後の質量変化及び色の変化について観察した。尚、硫酸濃度は 5%、10%、15% で試験を行った。

前処理 : 試料を蒸留水で洗浄し、60℃で 24 時間乾燥後、シリカゲルデシケーター中室温で冷却

試験方法 : 前処理した試料約 200 本を濃度の異なる希硫酸に浸せきした。浸せき後、試料を蒸留水で十分に洗浄し、60℃で 24 時間乾燥後、シリカゲルデシケーター中室温で冷却し、質量を測定。また、浸せき前後での試料の色の変化について目視で観察を行った

試験温度 : 23±2℃

浸せき期間: 60 日

(途中観察: 7 日、14 日、28 日、42 日、60 日)

表-1 及び表-2 に試験結果を示す。変化量の増減が若干認められるが計測誤差の範囲と考えられ、本試験結果から硫酸による再生 PET 繊維の浸食は無いと考えられる。

また、再生 PET 繊維混入コンクリートの供試体 (φ50×100) を作成し、10%硫酸に 28 日浸せきして変化を観察した。この場合、コンクリートの重量は浸せき前の 454g に対し 338g と 74.4% に減少したが(表-3)、PET 繊維に特段の変化は認められなかった。

PET 繊維無混入の供試体について浸せき試験を実施したところ重量変化量は 73.4% と同様の変化を確認できた。この結果から、硫酸に暴露する PET 繊維混入コンクリートの劣化はコンクリート自体の浸食によるものが支配的と考えて良いと判断できる。

5.おわりに

以上より、硫酸に暴露される状態においても再生 PET 繊維が受ける影響は極めて微細であり、下水管渠への適用は耐久性上問題ないと考えられる。

PET 繊維混入セグメントは曲げ靱性、耐衝撃性、曲げ強度を向上し、ひび割れの抑制が可能なセグメントであり、PET 繊維は廃 PET ボトルのリサイクルにより再生される。

強靱なインフラ構築の一助となり、環境負荷を低減できるセグメントとして今後更なる展開を模索してゆきたい。

表-1 PET 繊維浸せき試験結果[質量変化率]

試験期間 浸せき液		7日	14日	28日
		硫酸	5%	+0.02%
		10%	+0.15%	-0.06%
		15%	+0.08%	-0.04%
試験期間 浸せき液		42日	60日	
		硫酸	5%	-0.06%
		10%	-0.07%	-0.09%
		15%	-0.05%	-0.07%

表-2 PET 繊維浸せき試験結果[色の変化]

試験期間 浸せき液		7日	14日	28日	42日	60日
		硫酸	5%	変化なし	変化なし	変化なし
		10%	変化なし	変化なし	変化なし	変化なし
		15%	変化なし	変化なし	変化なし	変化なし

表-3 供試体浸せき試験結果

浸せき液	繊維有無	浸せき前質量 (g)	浸せき28日後	
			質量 (g)	質量変化量 (g)
10%硫酸	PET繊維有	454	338	-116
	PET繊維無	470	345	-125



(左) 浸せき前、(右) 10%硫酸 28 日浸せき後



10%硫酸 28 日浸せき後供試体拡大写真