

TechNote



Jim Caruth
P.Eng.
Technical Services
Manager

微生物引發之腐蝕 (MIC) 威脅污水下水道的混凝土

大家都知道污水道的混凝土老化得特別快，但為什麼會這樣？我們又能做什麼來減緩此現象的惡化呢？

下水道可能同時受到物理與化學性的傷害，但最主要的原因是化學傷害，而且主要來自於硫酸鹽和酸性物質傷害。在廢水處理業界，酸性傷害通常指的是微生物造成的腐蝕現象 (MIC)，而這篇技術文件會著重在此現象上。下圖是廢水處理廠入水口，可看到明顯的 MIC 對混凝土造成的損害。鋼筋已多處裸露，表示表面兩英吋的混凝土已受損剝落。



住家和部分產業的廢水含有有機物，若未維持低溫便會在短時間內腐敗和分解，這是由於微生物攝食與分解有機物所造成，並排出代謝物。根據環境的氧氣含量，污水管的微生物主要產生兩種代謝物。一般狀況下他們大都排放硫酸鹽類，但若水流很緩慢，水中的氧氣便會消耗殆盡，而迫使微生物產生硫化氫。

硫化氫在室溫下是氣體，有部分會自然的形成氣泡離開廢水，但一部分仍會溶於水中，只有水受到攪動時才會冒泡離開。因此，廢水道等水流緩慢的區域，其廢水會溶有相當數量的硫化氫，直到進入如人口蓋下方、泵水站或廢水處理廠的入水口等空間廣闊且水會受到攪動的地方，硫化氫才會冒出離開廢水蓄積在上方空間。

TechNote

微生物引發之腐蝕 (MIC) 威脅污水下水道的混凝土

常見誤解，一般以為硫化氫本身會腐蝕混凝土，其實它並不會。但是因為比空氣重，硫化氫會沉降在廢水的上層，並在水的上方空間中對流循環。部分硫化氫這時會重新溶入黏在混凝土管壁上的黏液中，形成少量的硫酸。硫酸會直接損害混凝土，其酸性也會使混凝土的 pH 值從 12.5 降到 pH 9。接近中性的混凝土環境開始讓部分菌株適合生長。



這些新生長的菌株稱為硫桿菌，也是他們造成污水水道內 MIC 的形成。硫桿菌會攝取硫化氫並分泌硫酸。當環境越來越酸，更強悍的菌株會取代較弱菌株，演替第六次的菌株叫做氧化硫硫桿菌，此菌株可以存活在 pH 0.5 的高度酸性之下，等同於 7%濃度的硫酸。這種強悍的菌株經常生長於污水下水道的最頂端。左圖圖示硫化氫在水管內的循環。

Xypex 結晶滲透技術是保護混凝土免於酸性侵蝕的便宜且永久方案，其防護效力可對應 pH 達到 3 的酸度，也可和其他抗酸蝕技術合併作為第二道防線。美國國家環境保護局 (The American EPA) 估計 95%的人孔蓋下方的環境都有高達 pH 3 或更酸的環境，並均接受 Xypex 處理作為唯一的防水與化學防護手段。剩餘的 5%人孔蓋因環境更為惡劣，而接受 Xypex 和其他防護處理作為多重保護手段以防護 MIC 的傷害。

污水道中充滿硫化氫與 MIC 所產生的高度酸性。藉由塗佈 Xypex 於現存的混凝土或添加 Xypex 於混凝土中建造建築，不但是達成優良防水的有效手段，也能獲得高效的抗酸蝕化學防護。