

V-232

配水管モルタルライニングの

経年劣化について

大阪市立大学 正員 本多淳裕
 大阪市立大学 正員 真嶋光保
 大阪市水道局 正員 ○ 宮本浩治

1. 目的 水道事業は今日、本格的な維持管理時代を迎えており、膨大な延長を有する導・送・配水管路をいかにして適切に維持管理し、かつ老朽化の進行した管路の更新・改良・補修を合理的に進めていくかが重要な課題となっている。昭和30年以降、防食を目的として管内面のモルタルライニングが採用され、昭和41年より通水時に上昇する浄水のpH値や硬度を防止するためにシールコートが施されるようになってきている。それらは現在、供用後数十年を経過し、種々の障害を起こす恐れが生じつつあり、今後の供用の継続について危惧される面が少なくない。本研究では、供用中の既設配水管の現状調査を実施し、また水道施設における特殊環境のひとつである塩素水との接触によってモルタルライニングの劣化に及ぼす影響について解明し、今後の管路更新、改良事業の計画策定作業にその成果を反映させるための基礎的研究を行なうものである。

2. 現状調査

2-1 調査概要 現在供用中のモルタルライニング管を市内より掘り上げ、ライニングおよびシールコート等の管内面の状況調査、モルタルの厚み測定、アルカリ残留試験、モルタルの化学分析、ライニング強度試験、X線回折法およびポロシチーの測定を行ない、ライニングの劣化状況を調査した。

2-2 調査結果および考察 (1)内面の状況について調査

したところ、全ての管について表面に茶褐色をしたものが付着しており、この付着物は化学分析の結果、水中に含まれるAl, Fe, Mn, K等のイオンがライニング表面に沈着して茶褐色の被膜を形成したものと考えられる。(2)図-1は、供用年数と中性化深さの関係を示したものであるが、これより相関関係にあるとはいえないものの供用年数が増すに連れて中性化も進んでいることがわかる。また、シールコートの剥離等のない健全な管であれば中性化は全く進行しないことがわかった。

(3)図-2は、中性化深さとシュミットハンマーによる圧縮強度の関係を示したものであるが、これより中性化深さが増加するに連れて圧縮強度は低下する傾向にあることがわかる。これは既往の定説とは異なるものであり、モルタルの水和物中の水酸化カルシウムが絶えず流れている水中に溶け出したか、またあるいは、炭酸化によって生成された炭酸カルシウムが水中の遊離炭酸によって増々溶出されたため、モルタルがポーラスな状態になったことによると考えられる。(4)図-3は、同一管より中性化部と健全部の2層についてポロシチーの測定を行なった結果を示したものである。これより中性化部の全容積は健全部のそれよりも約5倍の空隙を有しており、中性化により空隙が増加する傾向にあることがわかった。この結果は、(3)による結果と関係が深いと考えられる。(5)X線回折結果からは、健全部の試料からは、セメントの水和物であるボーランダイト型の水酸化カルシウムが多く認められ、中性化部の試料では、逆にそれがほとんどなく、かわりに中性化生成物であるカルサイト型の炭

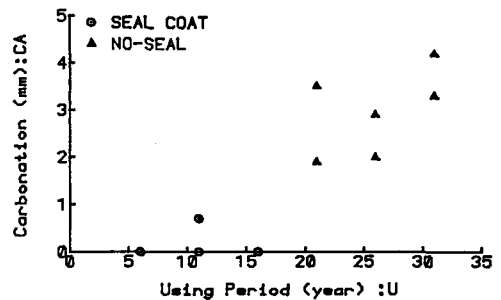


図-1 供用年数と中性化深さの関係

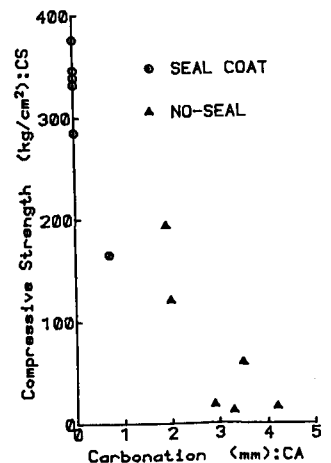


図-2 中性化深さと圧縮強度の関係

酸カルシウムが少量ではあるが認められた。(6)化学分析結果から、CaO については中性化部では初期成分の約90%に相当する量が既に溶出しており、健全部にあっても約65%が溶出していた。また、モルタル溶解液によるpH測定結果より、シールコート有の管については、pH12以上を確保しており十分アルカリ分を有している。しかしながらシールコート無の管の健全部にあっても、表面が既に中性化されているものであればpH10(鉄筋発錆の恐れのある数値)を下回っており、近い将来には、鉄管内面より錆が発生する恐れがあるものと思われる。

3. 実験

3-1 実験概要 2.の現状調査より採取した管(昭和30年度布設管、45年度布設管)および新管(シールコート有、無)を用いて下記に示す2種類の方法で実験を行ない比較検討した。実験1(塩素水環境下における水圧による実験) 塩素加圧は、0.20kgf/cm²の圧力で塩素水(遊離残留塩素0,1000ppm-pH7.0)により30日間加圧した。

実験2(塩素水環境下における水流による実験) 水流は、ジャーテスターの回転数0,160rpmで塩素水(遊離残留塩素0,1000ppm-pH7.0)により50日間行なった。

実験後の供試管を現状調査で行なった各種分析項目のほかに浸漬水の水质分析及びに重量測定を行なった。

3-2 実験結果および考察 (1)新管および45年度布設管(シールコート有)については中性化は全く進行していなかった。しかしながら、30年度布設管(シールコート無)については、各々の実験とも中性化は進行しており、水流よりも加圧による方が、また遊離残留塩素0ppmよりも1000ppm による方がその進行が速いことがわかった。(2)中性化深さとシュミットハンマーによる圧縮強度からは、実験開始前に比べてどの供試管も圧縮強度は低下しており、特に30年度布設管については圧縮強度はほぼ0kgf/cm² となっておりモルタルが増々ポーラスになったものと思われる。(3)ポロシチーの測定結果からは、新管については加圧並びに水流実験共に有意差は認められなかったけれども、30年度布設管については、各種実験条件による差異は認められなかったものの実験開始前と比較すると、全細孔容量が加圧実験の場合約1.2~1.9倍であったのが、水流実験においては約1.6~2.4倍にもなっており、加圧によるよりも水流による方が中性化部においてはモルタルをよりポーラスにする傾向にあると考えられる。(4)水质の分析結果からは、特にCaイオンの溶出が多く、その中でも遊離残留塩素が1000ppmの場合の方が0ppmの場合よりもかなり多く溶出していた。これは、Clはモルタル中に拡散しやすく、セメント水和物中のCa(OH)₂を溶解したためであると考えられる。(5)実験開始前と終了後における重量測定から、現状調査で採取した管については重量は減少しており、遊離残留塩素による差異は認められないものの、加圧によるよりも水流による方がわずかではあるが減少率が高かった。

4. まとめ モルタルライニング管は、供用後既に30年を経過しており、今回の調査並びに実験結果より中性化は年々進行している。特に昭和30年度に布設した管にあつてはほぼ100%中性化が進行しており、モルタル溶解液によるpHも10を下回っているため、早い時期に布設替等の改良工事を行なう必要があると考えられる。また、塩素水による影響も認められ、特に加圧による影響が大きく中性化も急速に進行していた。更に、中性化が認められる管にあつては細孔容量が健全部と比較するとかなり高く、また圧縮強度については低下する傾向にあることがわかった。

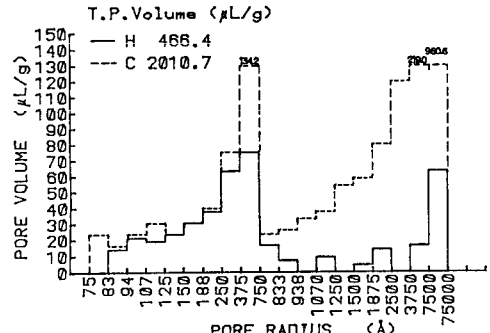


図-3 細孔径分布(ポロシチーの測定)

要 因	水 準
水 圧 (kgf/cm ²)	0, 20
加圧水の遊離残留塩素濃度 (ppm)	0, 1000
供試管の種類	新 管 シールコート無、シールコート有 旧 管 昭和30年度布設、昭和45年度布設

表-1 実験計画表(実験1)

要 因	水 準
水流 (ジャーテスターの回転数) (rpm)	0, 160
浸漬水の遊離残留塩素濃度 (ppm)	0, 1000
供試管の種類	新 管 シールコート無、シールコート有 旧 管 昭和30年度布設、昭和45年度布設

表-2 実験計画表(実験2)