

2005 年度 修士論文

# 鉄筋の腐食速度モデルによる 塩害シミュレーションに関する研究

Study on The Salt Damage Simulation of Reinforced Concrete by  
Modeling Corrosion Rate of Reinforcement

2006 年 3 月

指導教員 那須清吾

高知工科大学大学院 工学研究科 基盤工学専攻

社会システム工学コース 1085510

則内紀彦

## 要旨

今日までに建設された橋梁などの社会資本の数は膨大であり、その社会資本は今後数十年の間に集中的に老朽化すると言われている。ある自治体の職員に対する聞き取りによれば、当該自治体においてはすでに建設費の大半が過去に建設された社会資本の維持管理に費やされているとのことであった。

地方自治体においては、地方分権を志向した三位一体改革により補助金および地方交付税が削減され、一部税源の委譲が行われている。地方自治体にとっては、自主財源が増加するとともに、既存の社会資本の維持補修を含めた地域経営に対する責任が大きくなることとなる。また、国や自治体の財政は悪化を続けており、限られた財源で適切な地域経営を行わなくてはならない。こういった背景から、地方自治体に向け、社会資本の計画的な維持管理手法を構築する必要があると考える。

社会資本の計画的な維持管理を目的として、アセットマネジメントの手法の構築および導入についての研究が数多く行われている。これらの研究においては、アセットマネジメントとはおおむね“既存の社会資本を健全な状態で維持し、利用者、住民に対するサービスを安定したものとするために、社会資本のライフサイクルコストを管理し、効率的、効果的な維持管理を行うこと”と捉えられている。アセットマネジメント導入の効果としては、劣化状況把握に基づいた、社会資本の維持補修に対する最適な予算配分が考えられる。そのために、構造物の劣化状況を把握し、最適な補修を行う必要がある。

本研究では、鉄筋コンクリート構造物の塩害による損傷レベルに応じた補修工法及び最適補修パターンを導出するために必要な、コンクリート内部の pH と塩化物イオン濃度が鉄筋の腐食速度に与える影響を調査し、塩害による鉄筋コンクリートの影響をシミュレーションにより導出することとする。さらに、塩害シミュレーションに必要な鉄筋の腐食速度モデル式の構築を行った。

本研究ではコンクリート内部の塩化物イオン濃度を把握するため、フィックの拡散方程式を用い、ある年のある深さにおける塩化物イオン濃度を求めることとした。フィックの拡散方程式を使うことにより鉄筋に塩化物イオンが到達するまでの経過年数を推測することができる。ここで得られた情報を参考に、FEM 解析を行うことで、塩化物イオンが鉄筋に到達し、クラック・剥離が発生し、使用不可能となる時期を求めることが可能となる。塩害による劣化状況を想定する際は、コンクリート内部の塩化物イオン濃度を把握する必要がある。

フィックの拡散方程式と鉄筋の腐食速度、不動態皮膜の分解時点を把握するために行った実験を基盤とし、鉄筋の腐食速度モデル式を構築する。

塩害シミュレーションにより劣化状況が推測できれば、最適な補修工法と補修時期の選出が可能となる。さらに、構造物の寿命も推測することが可能となる。

## Abstract

A large number of infrastructures were constructed in the high economic growth period. Many engineers are said that infrastructures will intensively decay in coming decades. By hearing to the staff of the local government, it is a current state to have spent the majority of current budget is spent on the management of infrastructures which were constructed in the past decades.

The intention of government decentralization is done by the trinity reforms decrease of subsidy budget, lessen local grant tax, and partially transfer a source of taxation. The local government will have an increasing of self sponsored funds while the responsibility for maintenance of existing infrastructures is also increasing, simultaneously. In addition, a suitable local management should be performed with limited revenue financial condition of the country and local governments are continuing aggravation, it must action locality management by limited financial. From such a circumstance, the creation of management about the maintenance in planning state is necessary for local government.

As the objective of management on the maintenance of infrastructures, a lot of researches have been doing about the introduction of Asset management technique for construction. In these researches, the Asset management is roughly taken as “to manage the life-cycle cost of an infrastructure, and to decide an efficient, and effective maintenance for maintaining safety service of an existing infrastructure to the users.” The result of Asset management application, the optimal budget allotment for infrastructure maintenance based, on the degrading level is thought. For this purpose, the optimal maintenance method for each deterioration level is necessary.

In this study, maintenance, repair for method the best mending pattern corresponding to the damage level due to the salt damage of a reinforced structure are necessarily derived. The simulation of  $\text{Cl}^-$  attack on reinforced concrete structures is required which the impact of  $\text{Ph}$  and  $\text{Cl}^-$  ion concentration inside concrete on the speed of steel bar corrosion is also observed. During a certain deterioration situation due to salt damage, it is necessary to understand chloride ion level inside concrete. In this study, and Fick's law of diffusion is used for calculating  $\text{Cl}^-$  concentration in any depths at a certain time. It is possible to predict the elapsed years till the chloride ions reach the reinforcing bar using this equation.

The mechanisms of the experiment was done to understand corrosion speed of reinforcing bar, passive film breaking point, which is used in the simulation of reinforcing bar corrosion.

Referred to result of calculation, the elapsed years after reaching of  $\text{Cl}^-$  at the reinforced bars until crack initiation, spalling of cover concrete and collapse can be predicted.

Asset management is very necessary because of a present social and economic condition such

as pressure and deterioration of existing infrastructure. It is necessary from now on that will need a very efficient asset management technique.

If guess the deterioration condition by salt damage simulation, best maintenance method and maintenance timing can be selected. And, guess life cycle structural, too.