

最大 60 年経過した発電所施設の劣化進行に関する一考察

福岡大学大学院 学生会員 ○大町 正和 福岡大学 正会員 楠 貞則
 福岡大学大学院 正会員 添田 政司 福岡大学 正会員 大和 竹史
 九州電力(株) 正会員 古賀 善雄 西日本技術開発(株) 正会員 藤本 浩

1. はじめに

近年、既設コンクリート構造物の適切な維持管理が社会的な要求となる中、電力施設のコンクリート構造物においても、劣化状況を効率的かつ定量的に把握し、計画的に維持管理していくことが重要視されている。

本研究は電力施設の海岸コンクリート構造物の解体に伴い、余寿命評価を含めた劣化予測のための基礎的データ収集を目的として経過年数や環境条件の異なる施設・部位の劣化進行について検討した。さらに、構造物の維持管理における劣化診断法として非破壊検査(鉄筋かぶり)の適用性について検討した。

2. 実験概要

2.1 調査対象構造物および環境条件

調査対象施設は、表-1に示すように、1940年～1980年代に建設された海岸構造物の石炭火力発電所であり、経過年数と環境条件の異なる鉄筋コンクリートを有している。なお、機械台座は、大気中であるものの、常に乾燥状態となった場所である。

2.2 試験方法

調査内容は、供用開始後最大約60年を経過した海岸構造物から、コアを採取し(JIS A 1107)、中性化深さ試験(JIS A 1152)および塩分含有量試験(JIS A 1154)を行った。

非破壊検査では、鉄筋かぶりは電磁誘導法と電磁波レーダ法の2種類で測定し、実測値をはつり調査で測定した。ひび割れ深さは、ひび割れを有した箇所でもコア採取が可能でひび割れ深さの実測値が測定可能であった沈殿槽と防油堤の2箇所を対象とし、非破壊検査を超音波法で測定した。

3. 実験結果及び考察

図-1に大気中と干満帯・海中部における経過年数と中性化深さの関係を示す。大気中の中性化深さは、50年～60年経過したコンクリートが中性化の影響をほとんど受けず0～1.8mmであるのに対し、それ以降の20年～40年が約6～25mmの範囲となり、経過年数との関係が認められない。特に、40年の機械台座は前述したように常に乾燥しており、中性化の進行も他より著しい。また、干満帯・海中部は中性化の影響をほとんど受けていない。このように発電所内の同一環境下でも中性化の進行はコンクリートの経過年数に関係なく、部位ごとに異なることに留意する必要がある。なお、今後詳細調査を行うとともに、更なる調査データの収集と合わせて中性化に与える影響因子の把握を行う予定である。

図-2に塩化物イオン量の分布を示す。例えば、コンクリート中の塩化物イオンは、表面から50mmの深さで海中部>干満帯>大気中の順に低くなっている。干満帯および大気中の一部の部位は、乾湿作用、または炭酸化作用により表面部の塩分が内部へ移動する濃縮減少が認められた。また、通常想定できない海中部でもこ

表-1 調査対象構造物

調査対象設備	供用年数	環境条件
旧放水路	約60年	大気中
		干満帯
放水路	約50年	大気中
		干満帯
		海中部
機械台座	約40年	大気中
沈殿槽	約30年	大気中
防油堤	約20年	大気中

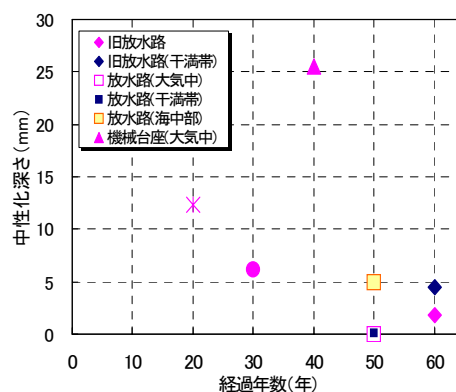


図-1 経過年数と中性化深さの関係

キーワード 非破壊検査, 電磁誘導法, 電磁波レーダ法, 超音波法, 中性化, 塩分量

連絡先 〒814-0180 福岡県福岡市城南区七隈8丁目19番1号 福岡大学コンクリート実験室 TEL092-871-6631

の現象が認められた。この要因について、採取コアが LWL 付近であり、干満作用を受けていた可能性もある。大気中では、外部からの塩分浸透がほとんど認められなかったが、常に乾燥状態にある機械台座には塩分濃縮が認められた。

図-3 に超音波法によるひび割れ深さの測定値と実測値の関係を示す。本調査では、4 箇所中 3 箇所で誤差 10mm を超えており、最大で 83mm の箇所がみられた。魚本らの研究において³⁾、超音波法によるひび割れの深さは、鉄筋位置より深く、かつ鉄筋が測定位置の近くにある場合、過小評価することが報告されている。本調査結果も誤差 10mm 以上であった 3 箇所についてはひび割れ深さが鉄筋位置より深くなっており、鉄筋の影響を受けたと判断している。

図-4 に電磁波レーダ法と電磁誘導法による鉄筋かぶりの測定値の比較を示す。電磁波レーダ法の測定値は、鉄筋かぶりに関係なく実測値とほぼ同等の値を示した。電磁誘導法の測定値は鉄筋かぶりが 50mm 以下では電磁波レーダ法と同等の高い精度を示したが、50mm 以上では鉄筋かぶりが大きくなるに従って、測定精度が劣る傾向が見られた。また、図中の赤枠の範囲は、電磁誘導法による旧放水路（干満帯）の測定結果であり、測定値が実測値よりも大きくなっている。この箇所の塩化物イオンの分布は、外部塩化物の供給により、コンクリートの表面から 100mm 程度まで塩化物イオンが浸入しており、鉄筋かぶり 28mm での塩化物イオン量が $5.76(\text{kg}/\text{m}^3)$ となり、鋼材の発生腐食限界である $1.2(\text{kg}/\text{m}^3)$ の約 5 倍まで達していた。この結果を受けて実施したはつり調査では、鉄筋が腐食グレード（(財)国土開発技術センター指針）の中で最も状態の悪いグレードⅣとなり、著しく腐食していた。このことから、鉄筋腐食が想定される箇所や塩化物イオン量の高いコンクリートの鉄筋かぶりの測定では、鉄筋かぶりが 50mm 以下であっても電磁誘導法では過大評価する可能性がある。

4. まとめ

本調査で得られた結果は以下の通りである。

- ①1940 年～1950 年代に建設された構造物は、外気に長く曝されているにも関わらず、中性化の影響をほとんど受けていなかった。
- ②コンクリート中の塩化物イオンは、環境条件に大きく左右される。
- ③超音波法によるひび割れ深さは、鉄筋かぶりより深い場合、鉄筋の影響で誤差を生じやすい。
- ④電磁誘導法はかぶり厚さが 50mm 以上になると実測値よりも低い値を示し、鉄筋が腐食している場合、誤差を生じる可能性がある。
- ⑤電磁波レーダ法による鉄筋かぶりは 50mm 以上でも実測値と同等の高い精度を示した。

<参考文献>

- 1) 魚本健人：コンクリート構造物の検査・診断 - 非破壊検査ガイドブック
- 2) 日本コンクリート工学協会：コンクリート診断技術01 [基礎編]
- 3) 平田隆祥，魚本健人：超音波によるコンクリートのひび割れ深さ測定精度の向上，超音波法によるコンクリートのひび割れ深さ測定精度の向上，Vol.22，No.1，2000

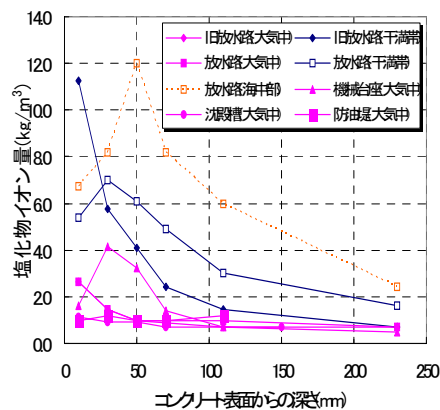


図-2 塩化物イオン量の分布

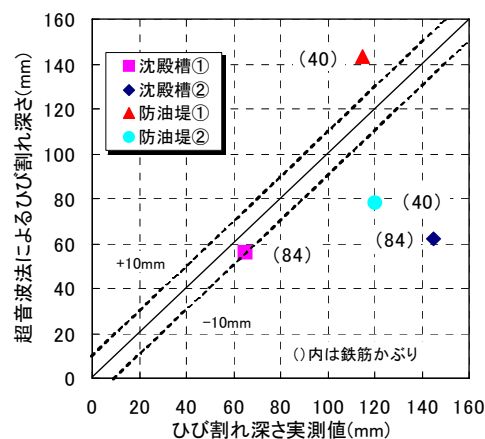


図-3 ひび割れ深さの測定値と実測値の関係

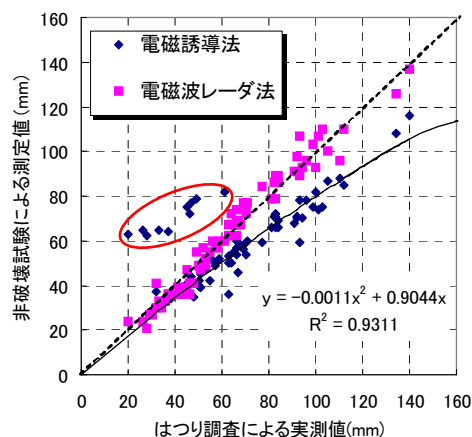


図-4 鉄筋かぶりの測定値と実測値の比較