

コンクリート構造物はメンテナンスフリーであるべき

開47 十河 茂幸



1、はじめに

大学でコンクリート工学を学んだ折には、コンクリート構造物は永久構造物と勝手に想像していました。コンクリートに寿命があるとか、供用計画期間とかの概念がなかった時代でした。ローマ時代のコンクリート構造物は今なお残っていると感じたからです。そのため、ゼネコンの技術研究所に所属しても、耐久性の高いコンクリート構造物を如何にして造るかを考え、研究・開発をしていたと記憶しています。

維持管理の必要性を感じたのは、1999年6月に福岡トンネルの二次覆工の約200kgのコンクリートが剥落した時でした(図1、写真1)。

こうして21世紀は維持管理の時代を迎えることになりました。土木学会は、コンクリート標準示方書の維持管理編を2001年に制定し、日本コンクリート工学会(JCI)はコンクリート診断士の資格制度を同じ

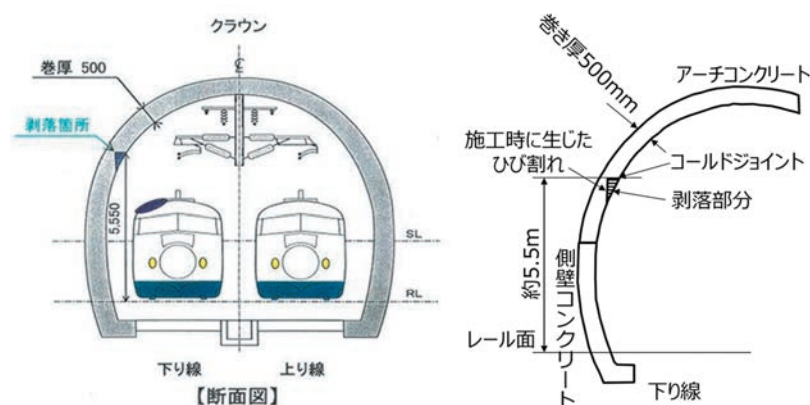


図1 事故現場の断面図と剥落箇所の展開図(報告書から引用)



写真1 福岡トンネルで落下した二次覆工コンクリート

く2001年に創設することになり、維持管理の重要性が唱えられるようになりました。

2012年に道路トンネルの笹子トンネルの事故は、記憶に新しいと思います。それを機に全国の橋梁などインフラの総点検が行われるようになり、現在も橋梁やトンネルの点検が5年ごとに行われ、人材と予算の不足する中で、インフラの延命化の対策が行われています。

そこで、本来あるべき姿として、メンテナンスフリーのコンクリート構造物を創ることを目指した経験と維持管理で延命化を図るための技術

について、この場をお借りして述べさせていただきます。

2、高耐久性のコンクリート構造物を造るには

建設会社の技術研究所では、施工時にひび割れを生じさせた現場の対応と、学会での施工者の代表としての意見を出すことが多く、研究・開発に時間を割けなかったことを記憶しています。それでも、耐久性の高いコンクリート構造物を創る技術が求められ、新しい技術開発に注力していました。当然ながら、壊して造り替えることは想定外ですから、永久構造物とすることを目標にしています。そのためには、丈夫で長持ちさせなければなりません。丈夫なコンクリート構造物とするためには、まず如何にして緻密な構造体とすることを考えなければなりません。緻密なコンクリートは、水セメント比が小さいことが必要で、そのためには化学混和剤が重要な役割を担うことになりますが、化学の知識が希薄な私にはできないため、化学混和剤会社の方の力を借りなければなりません。このように、自分一人では何も解決できないことを知り、さまざまな業種の方々と連携を取ることを覚



写真2 セメントの水和熱に伴うコンクリートの温度ひび割れ

えました。

緻密なコンクリートを造ろうとすると、必然的に高強度コンクリートとなり、それはセメントの水和熱に伴う温度ひび割れ（写真2）が生じやすくなります。かくして、初期に生じる温度ひび割れとの格闘が始まりました。

3、施工時に生じる不具合を対策する

コンクリート工事にはひび割れは付き物だと考える人もいます。それだけ、施工時に生じるひび割れが多かったと記憶しています。建設会社の技術研究所に配属されてすぐに、

現場からひび割れ対策の依頼がきました。当初のひび割れの発生原因は乾燥収縮が原因とされることが多く、ひび割れが生じて問題ないことを施主に説明することが仕事とされてきました。施工直後にコンクリートが乾燥するとは考えにくく、別の原因と考えて温度ひび割れの研究をはじめました。施工後に間を置かず生じたひび割れの原因が乾燥収縮のほうではありません。緻密なコンクリートは短時間で乾燥することがないからです。

セメントの水和熱はセメントの種類と単位セメント量に依存します。単位セメント量が多いと、水和熱は大きくなり、部材の断面厚さが大きいとコンクリート内部は高温になります。これが放熱するときの温度収縮が既設の部材に拘束されてひび割れが入ります。それを温度ひび割れと呼びます。つまり、緻密なコンクリートを造ろうとすると単位セメント量が多くなり、温度ひび割れは生じやすくなります。

温度ひび割れ対策としては、水和発熱の小さいセメントの利用があります。重要構造物では、低発熱性のセメントの使用が望ましく、そのための開発も進められました。明石海

峡大橋（写真3）で使用された低発熱性セメントは、現在の脱炭素化のセメントにつながる技術でもありません。しかし、現場プラントで製造できる場合を除くと、低発熱性セメントの使用は困難です。生コン工場では、通常よく使われるセメントしか保管できていません。セメントに消費期限があり、しばらく使わないと破棄するのに費用が掛かるためです。現在、開発が進んでいる脱炭素化を目的としたコンクリートも生コン工場のすべてが使えるようにすることが必要です。

温度ひび割れの課題は、使用セメントの問題だけでなく、配合面や施工上の課題でもあります。コンク

写真3 明石海峡大橋の1Aアンカレイジ
（低発熱性のセメントを活用したマスコンクリート構造物）

リートの材料面では骨材の品質、化学混和剤の性能、施工面では、施工計画のほか、養生方法にも言及しなければなりません。また、予測解析の研究もしました。

なお、初期に生じるひび割れは、劣化をさせる可能性があることから、補修を強いられます。適切な補修をすれば、初期欠陥とならないからです。

4、維持管理で延命化を図るには

形あるものは壊れると言われるように、永久構造物のつもりで建設されても維持管理は必要と考えておくべきです。定期点検の結果で健全であれば経過観察で済むからです。初期欠陥があれば当然、点検の結果が悪く、補修が必要となります。このような行為が構造物の維持管理となります。

ところが、膨大なインフラを建設した結果、点検、診断、補修により延命化するための人材が不足し、それらのために予算も足りません。それゆえ、簡単な点検しか行わないと正確な予防的な措置ができないことになります。現状置かれる我が国のインフラはこのような状況です。そこで、国や高速道路会社のような

な技術者がいて、重要なインフラを抱えている場合とは異なり、小規模のインフラを管理している市町村の橋梁をターゲットの点検要領を作り、簡易な点検と簡易な補修で延命化を図ることを考え、活動しています。予防保全が目的で、塩害を生じそうな橋梁の点検を行う方法を提案しました（写真4）。この方法では塩害を受ける時期が予測できます。また、予測した結果で早期に簡易な補修で延命化が図れます。



写真4 予防保全を目的とした小規模コンクリート橋梁の点検要領(案)
(コンクリートメンテナンス協会のHPより)

5、おわりに

これまでの経験をもとに概説しましたが、50年以上の経験はとも紙面の都合上語りつくせません。なお、建設会社の技術研究所生活37年間、大学の教授生活6年間の後、近未来のコンクリートの研究を7年間とコンクリートに関わってきましたが、



写真5 100年以上の雄姿を残す本庄水源地堰堤
(旧海軍が1918年に建設した呉市に所在する重力式ダム)

いまだに研究の過程にあります。

最後に、呉市で生まれ、子どもころに遊んでいた水源地が、いまだに健在な姿を残し、きちっとした建設をしたコンクリート構造物（写真5）が維持管理をしないでも長寿命を保有することを示してくれた写真を示し、話を閉じたいと思います。

この記事が、読者の皆さまの参考となり、これから研究や開発を行う皆さまの参考となれば幸いです。

（近未来コンクリート研究会 代表
前 広島工業大学 工学部教授
元 大林組技術研究所）