

解説 次なる発想の源

100年コンクリートへ向けて 長寿命コンクリート(LLクリート)の開発

いしだ こうたろう
石田 孝太郎

ゼニス羽田(株)
技術開発部部长



1 はじめに

我が国は、高度経済成長とともに膨大な社会インフラ施設を作り、その構造物の多くはコンクリートにより構築されている。

これら社会インフラは、下水道をはじめ我々の日常生活に欠かすことのできないものが多く、耐用年数や使用環境による劣化等に対して適切な維持管理や更新を行わなければならないが、保有している膨大なインフラの量に対して、人材・施設・財政を確保することは困難になっているのが現状で、年々その深刻度を増している。

コンクリートは信頼性の高い素材で、通常環境下で使用している限り設定した耐用年数を超えても直ちに使用不能になるものではなく、事実50年を超えて現役で稼働している構造物が数多くあるが、一方で塩害、中性化等により50年の耐用年数を待たずに劣化しているものもある。

国土交通省でインフラ長寿命化計画(行動計画)が平成26年5月に策定され、維持管理や更新においてライフサイクルコストを考えた中長期的な取り組みの方向性が示された。

少子高齢化社会を迎えた今、今までとは異なった発想を取り入れながら、既設、新設の構造物に限らず耐用年数50年で更新するのではなく、100年を超えてもなお使い続けることのできる長寿命化構造物を可能にする技術開発が必要であり、これは喫緊の課題でもある。

2 LLコンクリートの開発

2.1 コンクリートの劣化と

LLクリートの特長

コンクリート構造物が劣化する要因には、中性化、塩害、凍害、硫化水素などによる化学的侵食および変状があるが、いずれの場合も構造物にひび割れ、鉄筋の腐食やコンクリート表面の剥落などの変化が外観に現れる。

LLクリートは、これらの劣化要因の塩害および化学的侵食の硫酸に対して、結合材の普通ポルトランドセメントの70%以上を高炉スラグ微粉末に置換して抵抗性を持たせ、さらに膨張材を添加することでひび割れ抵抗を向上させたものである。

また、緻密なコンクリートのため水密性が高く長期強度も向上している他に低炭素、二次製品向けの強度設計を可

能にした特長も持っている。

付加した性能の違いにより、LLクリートType-S(耐塩害性)とLLクリートType-A(耐硫酸性)の二種類がある。

2.2 耐塩害性LLクリートType-S

コンクリート構造物を塩害で劣化させる原因は、海岸線付近における海水の影響や山間部等の寒冷地での路面凍結防止剤(塩化カルシウム等)の散布が代表的である。

一般的な塩害対策としては「鉄筋かぶりを増す」や「エポキシ樹脂塗装鉄筋の使用」等になるが、何れの方法を採用しても工事費が高くなり、それが常識であると考えられている。

しかし、LLクリートType-Sはコンクリートの配合で十分な塩害対策を可能にしているため、特別な対策費用を必要とせず、経済的に塩害対策を実施することができる。

用途はコンクリート構造物すべてに使用可能で、海洋構造物はもとよりボックスカルバート、擁壁、道路製品等のあらゆるコンクリート製品に耐塩害性を付加することができる。

緻密に製造されたLLクリートType-Sは、普通コンクリートと比較して1/4以下の拡散係数を示し、塩化物イオンの



写真-1 浸漬によるコンクリート中の塩化物イオンの見掛けの拡散係数試験 (JSCE-G572-2007)

浸透を抑制することを確認している（写真-1）。

また、耐用年数をコンクリート標準示方書により計算すると、塩害対策が必要な環境において普通コンクリートの2倍以上の耐用年数があるとの結果を得ている（表-1）。

2.3 耐硫酸性LLクリートType-A

コンクリートの硫酸による劣化現象は、コンクリート中のカルシウム（水酸化カルシウム）が硫酸と反応して二水石膏が生成され、カルシウムアルミネートとの反応により膨張性のエトリンガイトになり、膨潤し粉化することを繰り返して、劣化していく。

またその一方で、劣化の原因とされる二水石膏を水に溶けにくくするため粉化を抑制しコンクリート表面に緻密な二水石膏を生成させ、硫酸からコンクリートを隔離する鎧として逆利用したものが、LLクリートType-Aである。

主な使用環境は、硫化水素が発生

する下水道用マンホールや污水处理施設、火山性の土壌や温泉水などを考えている。

LLクリートtype-Aは、日本下水道事業団「下水道コンクリート構造物の腐食抑制技術および防食技術マニュアル」耐酸性品質基準を満足している。写真-2に5%硫酸溶液に判定基準の2倍である56日間浸漬したLLクリートType-Aと普通コンクリートの状況を示す。

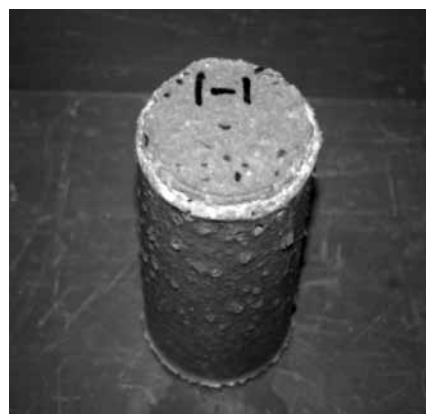
2.4 CO₂の削減効果

LLクリートに使用する高炉スラグ微粉末は、溶鉱炉で銑鉄を生産する際に生成される副産物で、普通ポルトランドセメントのような焼成工程が無いのでエネルギー節約ができ、脱炭酸や燃料に起因する二酸化炭素の発生も非常に少ない。

LLクリートは、普通ポルトランドセメントを高炉スラグ微粉末へ70%以上置

表-1 コンクリート標準示方書により耐用年数を計算比較

設定	LLクリートType-S	普通コンクリート	現場打ちコンクリート
かぶり	32	32	42
設計基準強度	40	40	25
配筋	D16@125	D16@125	D16@200
耐用年数 海から250 m	100年以上	47年	19年
耐用年数 海から100 m	45年	21年	11年



LLクリートType-A



普通コンクリート

写真-2 浸漬状況写真