

V-161

30年以上経過した鉄筋コンクリート構造物の化学分析

首都高速道路公団 正会員 津田 誠
 首都高速道路公団 正会員 植木 博
 日本コンサルタント 江尻 茂章

1. はじめに

首都高速道路の鉄筋コンクリート構造物は、30年以上経過したものが増加すると共に排気ガス等にさらされている。本報告は、首都高速都心環状線と晴海通りが立体交差する万年橋と銀座公園橋の架替工事にあたり、30年以上経過したコンクリート中の $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 、 CaCO_3 および、シリカゲル等の各成分を化学分析によって求めたものである。調査位置等は過去の文献¹⁾を参照されたい。

2. 試験方法

(1) 試料の処理

採取したコンクリートコアの表面部、中心部を試料とした。この試料を粗砕し、粗骨材を除去したモルタルを微粉砕して分析試料とした。

(2) 化学分析

本分析で行なう化学分析の系統図を図1に示す。

3. 結果

(1) 水酸化カルシウム残存率

セメントの水和によって生成する水酸化カルシウムは炭酸化すると減少する。図2から一部（万年橋地下）を除き、水酸化カルシウム残存率は、内部で大きく、炭酸化を受けた表面で少なくなっている。内部では、未だ炭酸化が進んでいない領域と考えられる。

(2) 炭酸カルシウム生成率

水酸化カルシウムが、炭酸化するのに伴い、炭酸カルシウムは増加する。

図3より炭酸カルシウム生成率は内部で少なく、炭酸化が進んでいないが、表面部では炭酸化の影響で大きな値を示している。

(3) シリカゲル生成率

$\text{C}_3\text{S}(3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2)$ 、エーライト)と $\text{C}_2\text{S}(2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2)$ 、ビーライト)等のセメント鉱物が水和すると $\text{C-S-H}(\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O})$ の化合物)となる。この C-S-H が炭酸化すると化合物が分解してシリカゲル物(SiO_2)と炭酸カルシウムとなる。図4より分析されたシリカ(SiO_2)のうちのシリカゲル生成率は内部は低いのに、表面部で

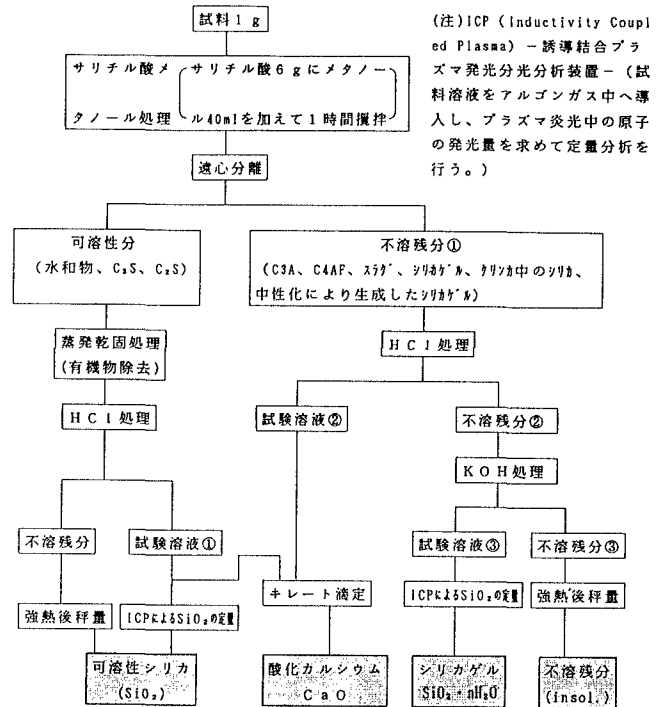


図1 化学分析の分析系統図

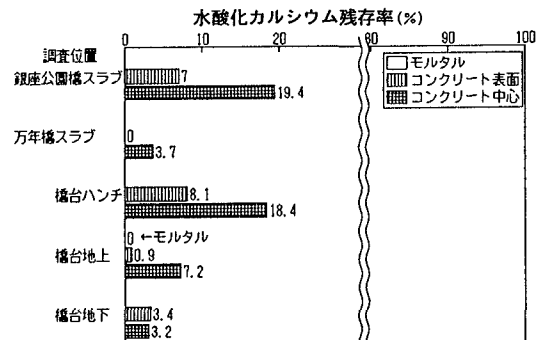


図2 調査位置と水酸化カルシウム残存率

は高くなっている。

（４）炭酸化したCS ($\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$) 率

C_3A ($3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ 、アルミネート相)、 C_4AF ($4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ 、フェライト相)を除いた C_3S と C_2S に相当するセメント化合物の水和物C-S-Hが炭酸化して生じたCSを求めて図5に示す。これによると内部のCSは少ないが表面部はCSが多い。

（５）シリカゲル生成率と CaCO_3 生成率との関係

シリカゲル生成率と CaCO_3 生成率の間には正の相関があり、両者の関係はほぼ直線である。両者の関係を直線と見なして求めた相関式を図6に示す。

4. まとめ

水酸化カルシウム残存率、炭酸カルシウム生成率、シリカゲル生成率及び炭酸化した $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ 率の分析結果よりコンクリート表面は炭酸化しているが内部までは進んでいない。シリカゲル生成率と炭酸カルシウム生成率とにはかなりの相関がみられた。既往の文献²⁾では物理・化学的にデーター類が既知の材料を使ったモルタルによるセメント硬化体の炭酸化について調査を行い、「セメント硬化体の炭酸化はセメントの水和により生成された水酸化カルシウムの炭酸化だけでなく、C-S-Hの炭酸化が水酸化カルシウムの炭酸化と同時に進行しているものと考えられる」と報告しているが、30年以上経過したコンクリート試料の調査でも同様な傾向がみられた。

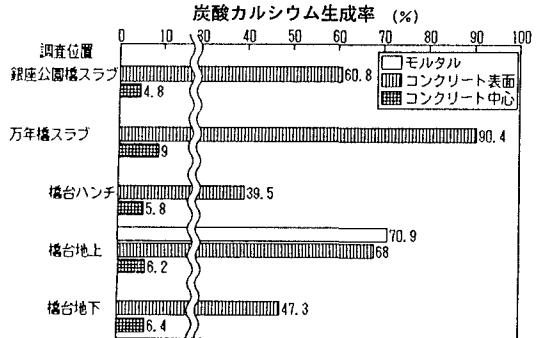


図3 調査位置と炭酸カルシウム生成率

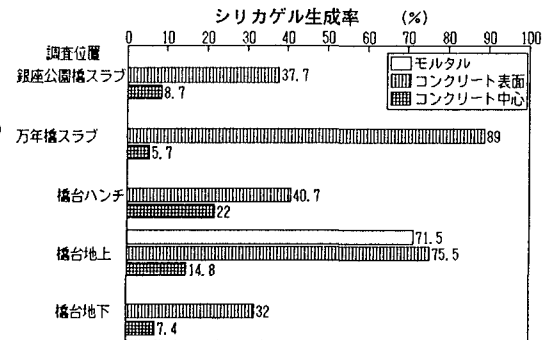


図4 調査位置とシリカゲル生成率

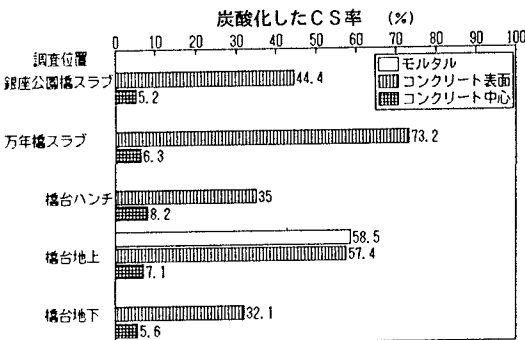


図5 調査位置と炭酸化したCS率

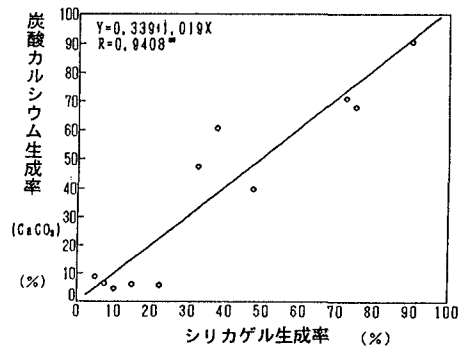


図6 シリカゲルと炭酸カルシウム生成率との関係

〔参考文献〕

- 1) 津田 誠、他 30年以上排気ガスに接したコンクリートの特性試験、土木学会第50回年次講演会概要集（平成7年9月）
- 2) 山崎 之典、他 コンクリート橋脚の炭酸化と組織変化、コンクリートの炭酸化に関するシンポジウム論文集（平成5年4月）