

はじめに

コンクリートは、耐久性に優れた材料として、土木、建築等に幅広く用いられています。その多くは健全ですが、中には劣化を生じているものも見られます。コンクリートの劣化は、列車等の荷重作用の影響が大きい疲労などによるものもありますが、その多くは、材料劣化によるものです。この材料劣化には、鉄筋腐食による劣化(図1)とコンクリート自体の劣化(図2)があり、いずれも潜伏期、進展期、加速期、劣化期の順に進行していきます。最初に生じる劣化現象が鉄筋腐食による劣化で、中性化、塩害等があり、コンクリート自体の劣化には凍害、化学的侵食とアルカリ骨材反応等があります。

中性化による鉄筋腐食

コンクリート中に用いられる鉄筋は、コンクリートがアルカリ性であることにより、鉄筋表面に不動態被膜が形成され防錆状態に保たれます。しかし、コンクリート中のセメント水和物が空気中の二酸化炭素と炭酸化反応を起こし、中性化することにより、不動態被膜が消失して鉄筋の腐食が促進され、鉄筋の断面欠損やコンクリートのひび割れを生じます。この劣化現象を中性化による鉄筋腐食といいます。劣化の指標は中性化深さと鉄筋腐食量であり、鉄筋かぶり(コンクリート表面から内部の鉄筋までの距離)から中性化深さを差し引いた中性化残りが10mm以下になると、鉄筋腐食が発生しやすくなります。

塩害による鉄筋腐食

鉄筋は、コンクリート中の塩化物イオンが多くなるにつれて、不動態被膜の一部が損傷して孔食を生じ、腐食が促進されます。これにより、鉄筋の断面欠損やコンクリートにひび割れを生じます。この劣化現象が塩害による鉄筋腐食です。劣化の指標は塩化物イオン濃度と鉄筋腐食量であり、コンクリート中の塩化物イオン濃度が $1.2\text{kg}/\text{m}^3$ 以上になると、鉄筋腐食が発生しやすくなると言われています。

凍害による劣化

コンクリート中には細孔が数多くあり、この中に空気や水分が入っています。寒冷地などでは、この水分が凍結して膨張して、コンクリート表面からスケーリング(コンクリート表面が薄片状に剥離・剥落する現象)や微細ひび割れが発生します。この劣化現象を凍害による劣化といいます。劣化の指標は凍害深さと鉄筋腐食量です。また、耐凍

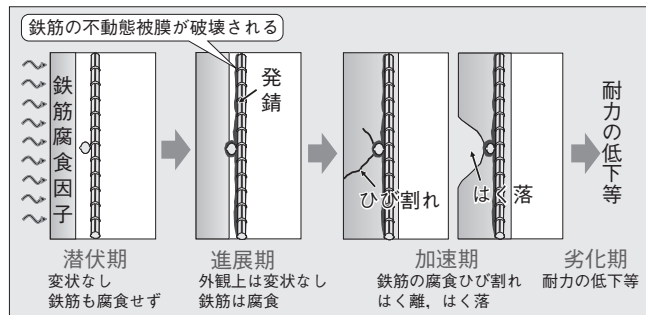


図1 鉄筋腐食による劣化の例

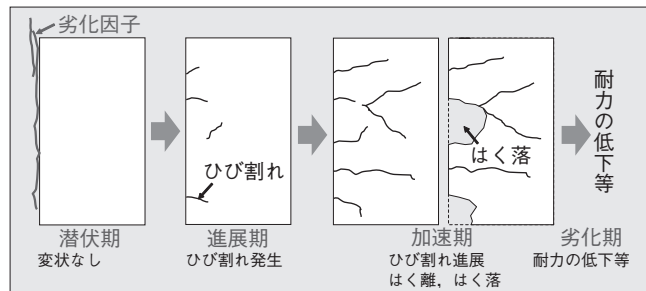


図2 コンクリート自体による劣化の例

害性には動弾性係数の低下が評価としてよく用いられます。

化学的侵食による劣化

コンクリート中のセメント硬化体は、主にカルシウム、珪素、アルミニウム等の水和物です。これらの物質は、酸性物質や硫酸イオン等と接触すると、分解したり、新たな化合物を生成して膨張したりします。これらの劣化現象を化学的侵食による劣化といい、鉄道ではトンネルの覆工コンクリート等によく見られます。劣化の指標は酸性物質や硫酸イオン等の浸透深さ、中性化深さと鉄筋腐食量です。

アルカリ骨材反応による劣化

コンクリートは、骨材(砂、砂利)とセメント硬化体からできています。骨材に含まれる反応性シリカ鉱物やマグネシウムを有する炭酸塩岩が、コンクリート中のアルカリ性水溶液と反応して、異常膨張やひび割れを発生させます。この劣化現象をアルカリ骨材反応による劣化といいます。劣化の指標はコンクリートの膨張量とこれに伴うひび割れの増加量です。コンクリート中の総アルカリ量が $2.7\text{kg}/\text{m}^3$ 程度以上である場合に、アルカリ骨材反応による劣化が生じやすくなります。また、アルカリ骨材反応の進行性は促進膨張試験により評価されます。

(材料技術研究部 コンクリート材料 飯島亨)