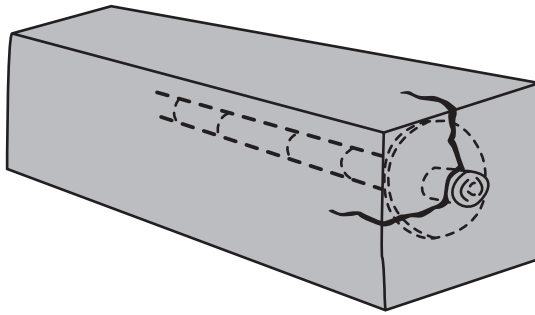


膨張材の ひび割れ抑制効果



拘束されたモルタルの乾燥収縮ひび割れ

セメント・コンクリートの乾燥収縮ひび割れに対する各種膨張材の効果をもルタルで実験したことがあります。

手軽に実験できるように $4 \times 4 \times 16\text{cm}$ のモルタル供試体の中に拘束鉄筋棒を埋め込み、湿度の低い部屋に置いて乾燥収縮ひび割れの発生材齢を調べました。膨張材は試験電気炉で、①石灰・石膏系、②石灰・アルミナ・石膏系、③石灰・シリカ系、④石灰・鉄系など、各種試作したものを使いました。図に見られるように、ひび割れはとんでもない所に入り驚きましたが、膨張材の種類の違いによりひび割れ発生材齢も異なり、少しは膨張材の効果に差があることが判明しました。

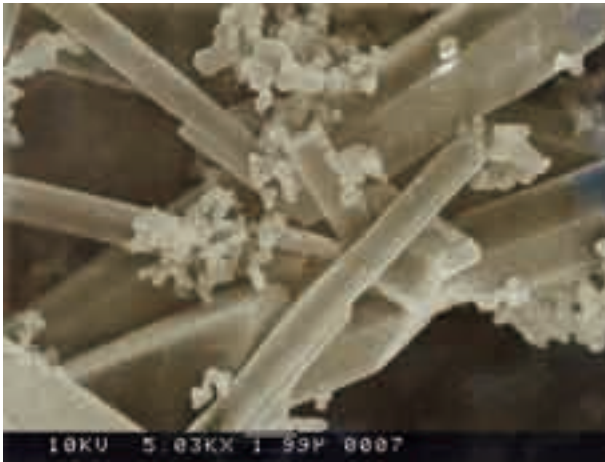
しかし、拘束条件が厳しすぎたのか長期材令では全ての供試体にひび割れが入り、改めて拘束条件の重要性を認識させられました。

実際のコンクリート構造物も、部材厚さが 1m を超え、水和熱により

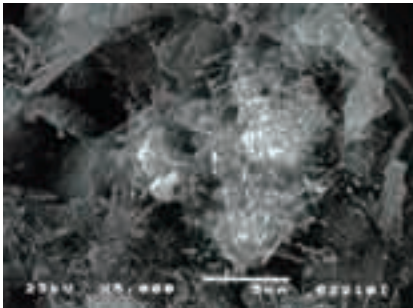
コンクリート+ 1

コンクリート内外の温度差が大きく生じる場合は内部拘束によってもひび割れが入りますが、一般的には外部からの拘束によりひび割れは発生します。

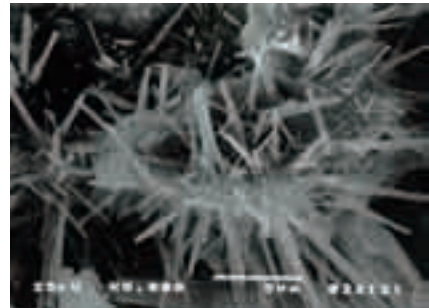
膨張材は、①セメント、水とともに水和し、エトリンガイト ($3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{CaSO}_4 \cdot 32\text{H}_2\text{O}$) (写真参照) を生成して膨張するカルシウム・サルフォ・アルミネート鉱物を含むもの、及び②水酸化カルシウム ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) を生成して膨張する石灰を含むもの、大きく分けること



エトリンガイトの
SEM 写真



普通ポルトランドセメントの水和物
(材齢 1 日)



普通ポルトランドセメント+膨張材
CSA の水和物 (材齢 1 日)

膨張材のひび割れ抑制効果

が出来ます。実際の商品は水和速度をコントロールするために、石膏やシリカとともに焼成されており、さらにカルシウム・サルフォ・アルミネートと石灰の共存系も開発されています。品質は、JIS A 6202 に規定されています。

膨張材の研究はヨーロッパで開始されました。その後アメリカでは膨張セメントとして一部使用されましたが、量的に伸びることはありませんでした。現在では、日本が品質の安定した膨張材の生産体制を確立し、世界へ輸出しています。また、中国では膨張率の低い各種膨張材が造られ、相当量使用されているようです。

日本で膨張材が大量に使用されている分野に、コンクリート製品のヒューム管とボックスカルバートがあります。膨張材をコンクリート 1m^3 あたり 30～60kg 使用し、蒸気養生によりコンクリートを鉄筋の拘束状態で数 100×10^{-6} 膨張させるケミカルプレストレス工法が有効に使われており、荷重を受けた際の初ひび割れ強度の向上及びひび割れ発生後のひび割れ幅の低減に大きな効果を発揮しています。

現場打設のコンクリートの場合は、どのように膨張材が使われているのでしょうか。

一般のコンクリート構造物で、建築の大きな床あるいは土木の長い壁は、事前に対策をしなければ、ほとんどひび割れが発生します。特に長さが 10m を超える壁には数 m 間隔にひび割れが発生し、そのひび割れ幅も 0.2mm を超えるものが多くなります。

壁厚が 40cm 以上になれば熱ひび割れも考慮する必要があり、水和熱抑制剤を入れた膨張材も販売されています。

コンクリート構造物の拘束条件（地盤、基礎、柱、梁、他）及びコンクリートの断面変化状態を十分に検討した後、膨張材をコンクリート 1m^3 あたり 20～30kg 使い、ひび割れの無い壁や床が完成した時は、うれしくてコンクリートを撫でてやりたくなるものです。