

技術レポート

コンクリートの色いろその2 コンクリートが黒くなつた

前回は、コンクリートの表面が赤くなる現象について紹介しましたが、今回はコンクリートの表面が黒っぽくなってしまった代表例についてお話ししましょう。

最近、打ち放しコンクリートによる建築物が増加しています。落ち着いたグレーの色調ですがよく見るとはっきりと濃淡が区別できる場合があり、その差が大きい場合、クレームの対象となることがあります。

1. 締め固めに起因するもの

[症状]

黒色部分は、コンクリート構造物の表面部分にのみ発生し、コンクリート打設順序、方向が分かるほどはっきりと変色が認められます。

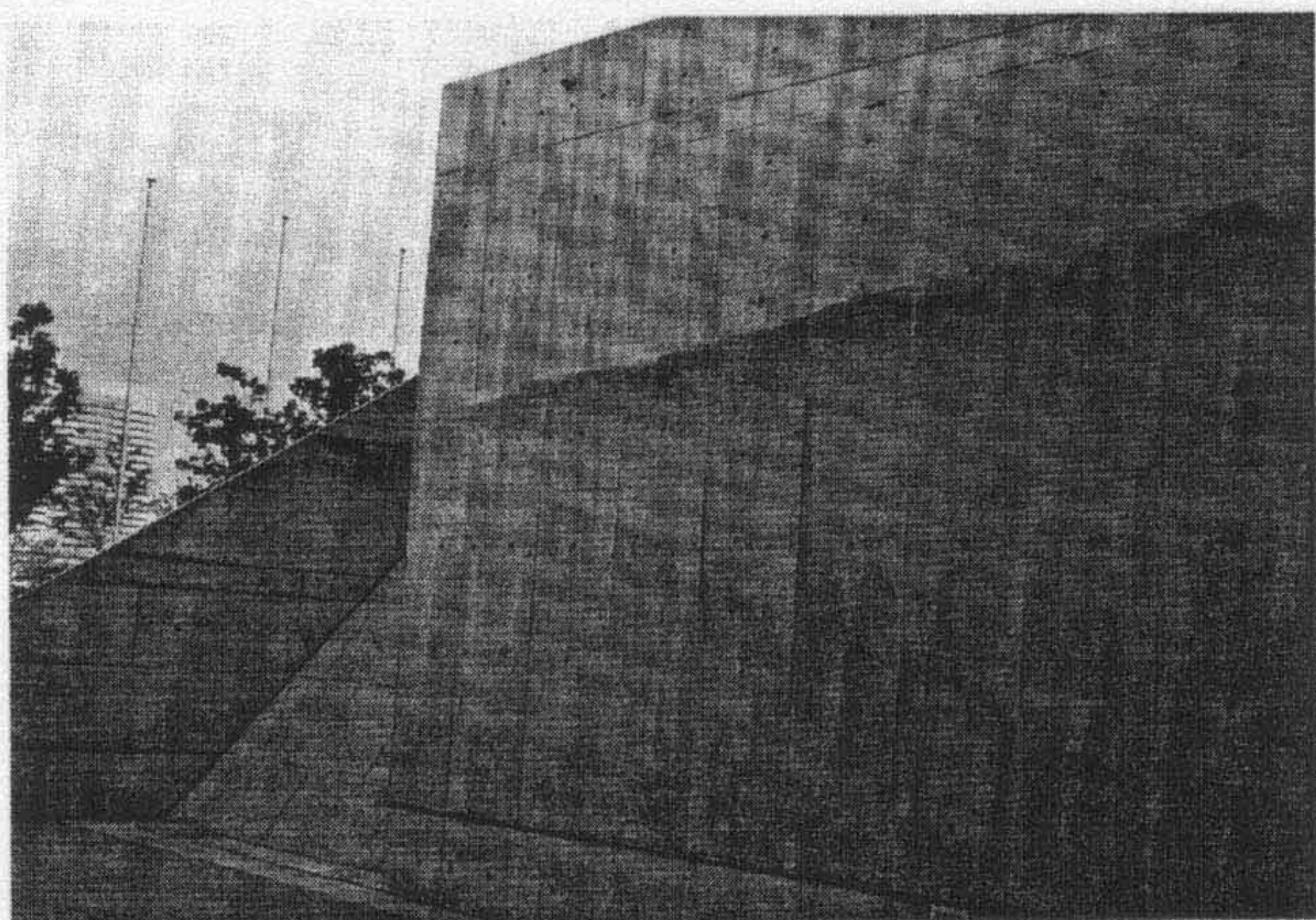


写真-1 表面変色現場

写真-1は代表的な変色現場例です。変色部分は打設の順序に応じてはっきりと色調が段階に分かれ、下に行くほど濃くなり、また境界部分の変色が著しいのが分かります。変色部分は写真-2に見られるように、拡大すると変色部分と正常部分がまだら状に混在しています。

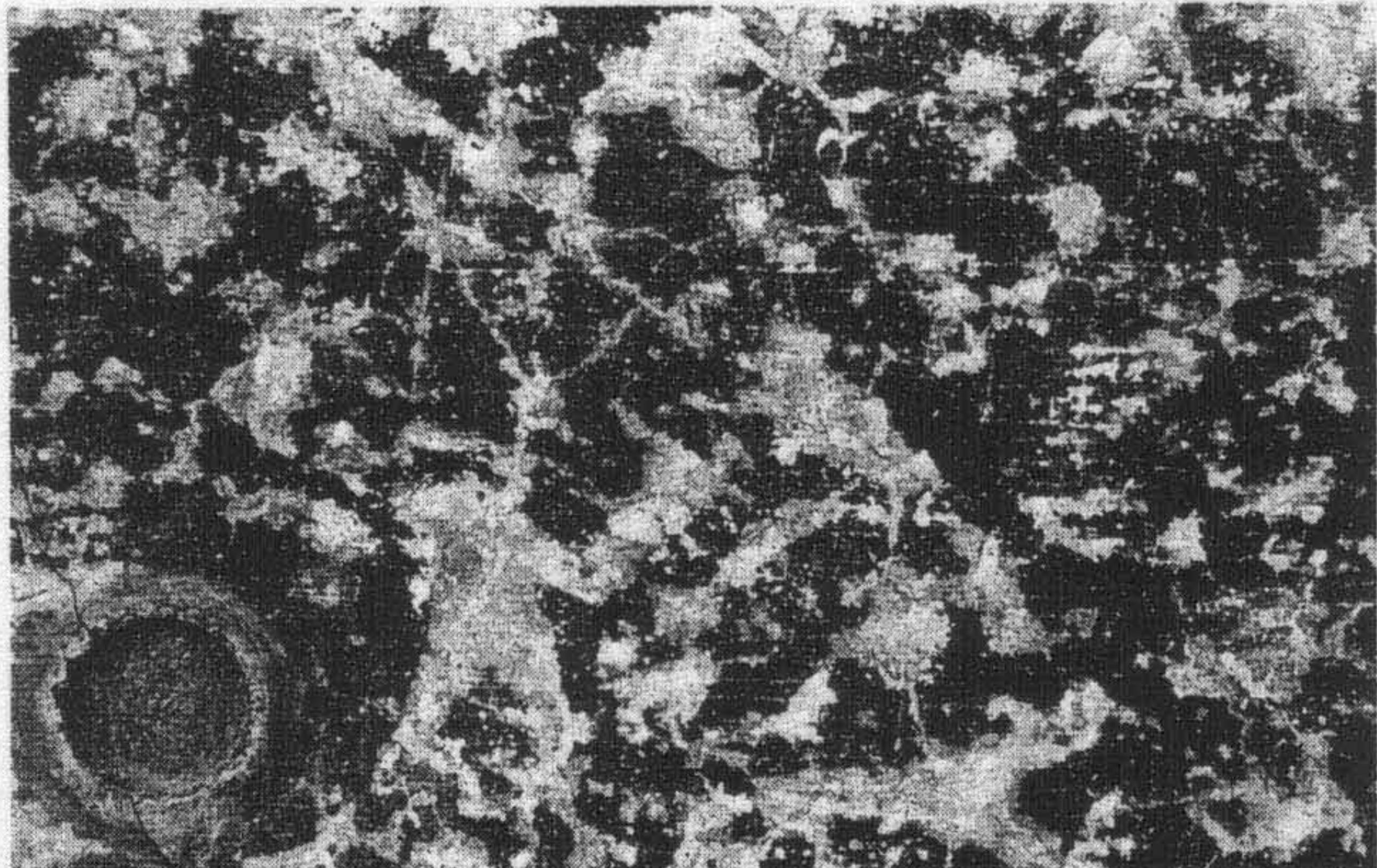
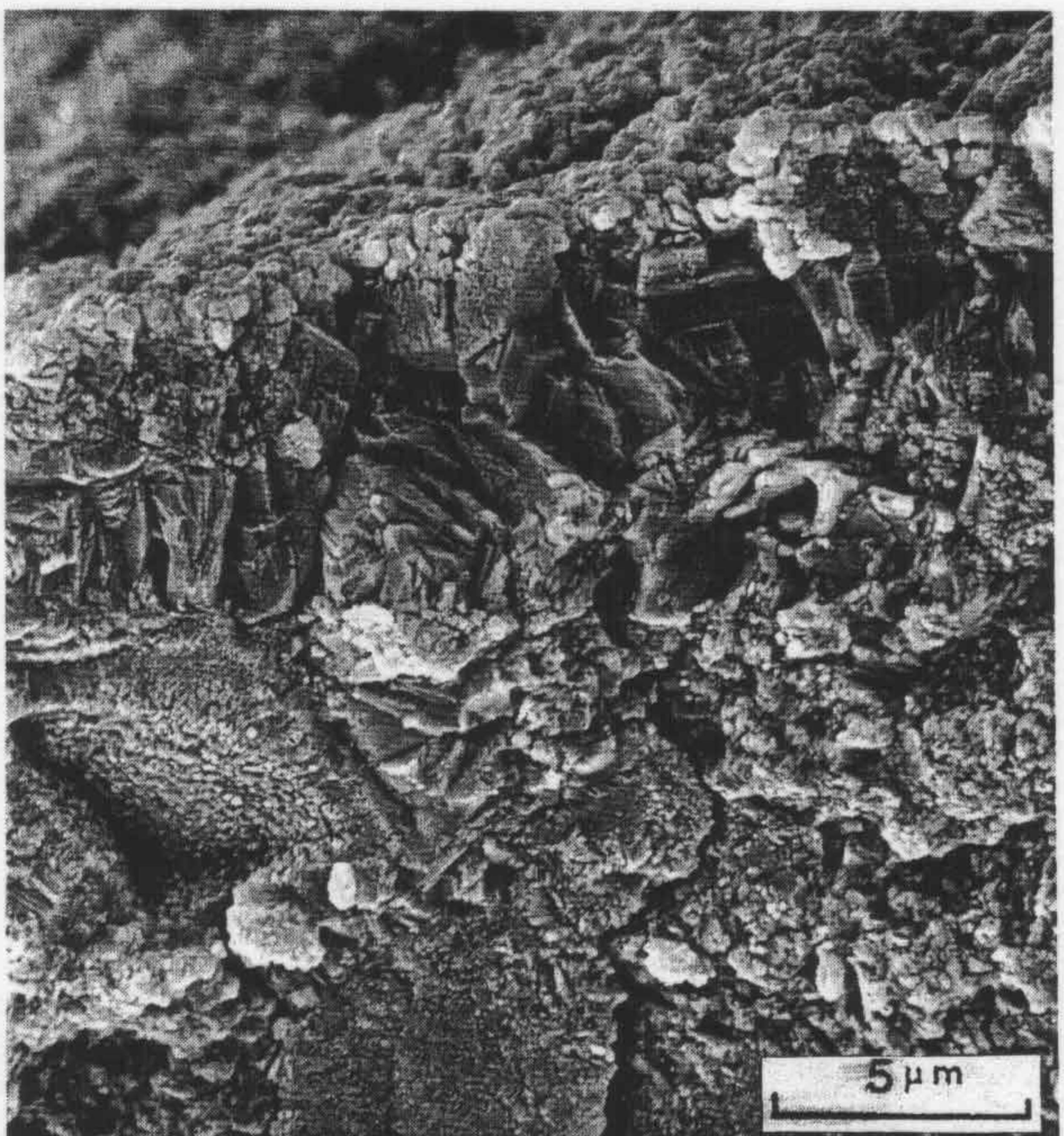


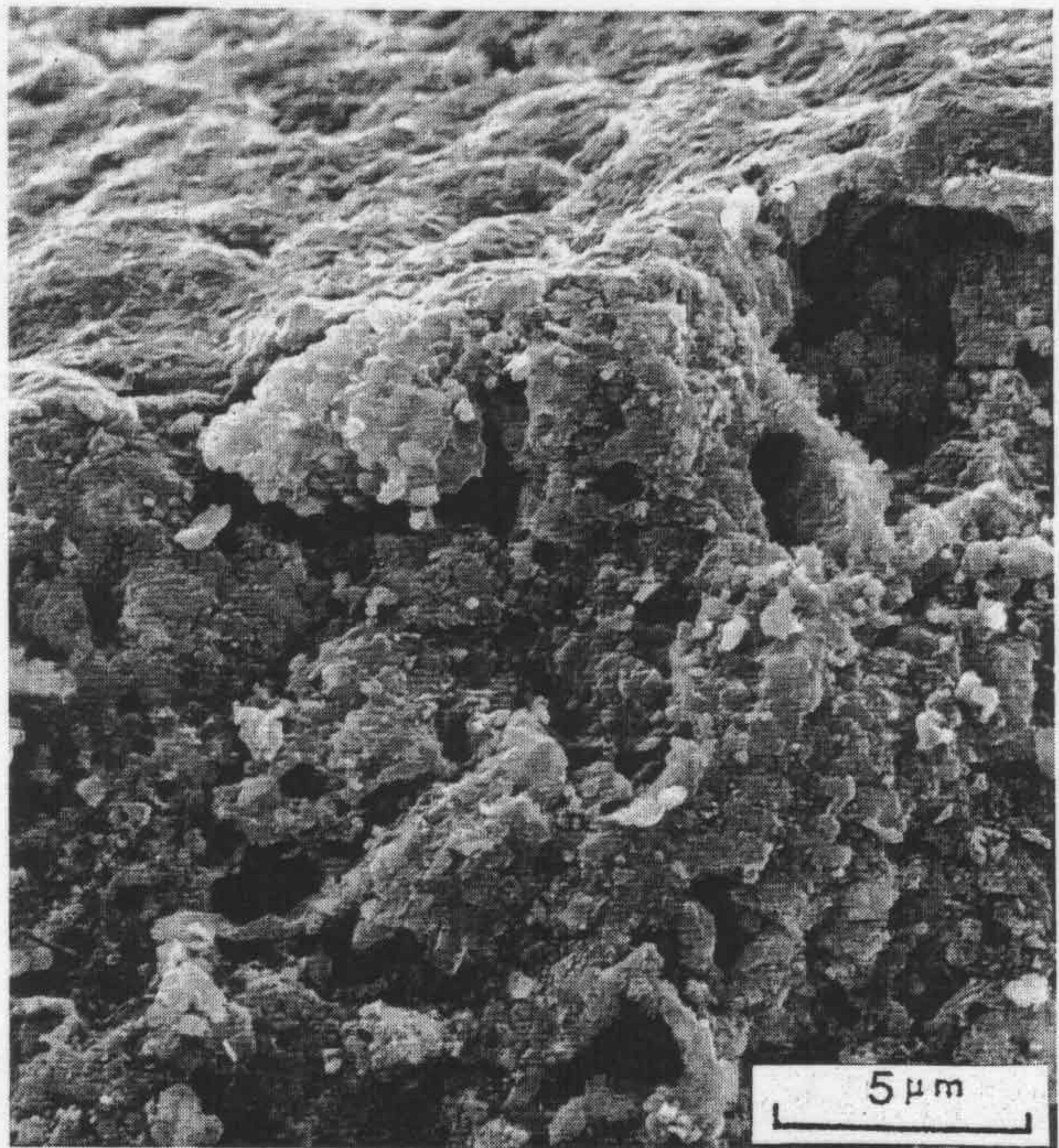
写真-2 変色部分拡大

[原因]

打ち放しコンクリートの表面に見られるこのような変色は、ほとんどの場合下部に集中しており、打ち込みの時間差に関係し、型枠の表面形状には無関係であることがわかります。もっと詳細に観察すると、下に行くほど黒く、また黒変部の境界付近がより黒っぽいことが観察されます。



写真－3 黒色部分破断面SEM写真



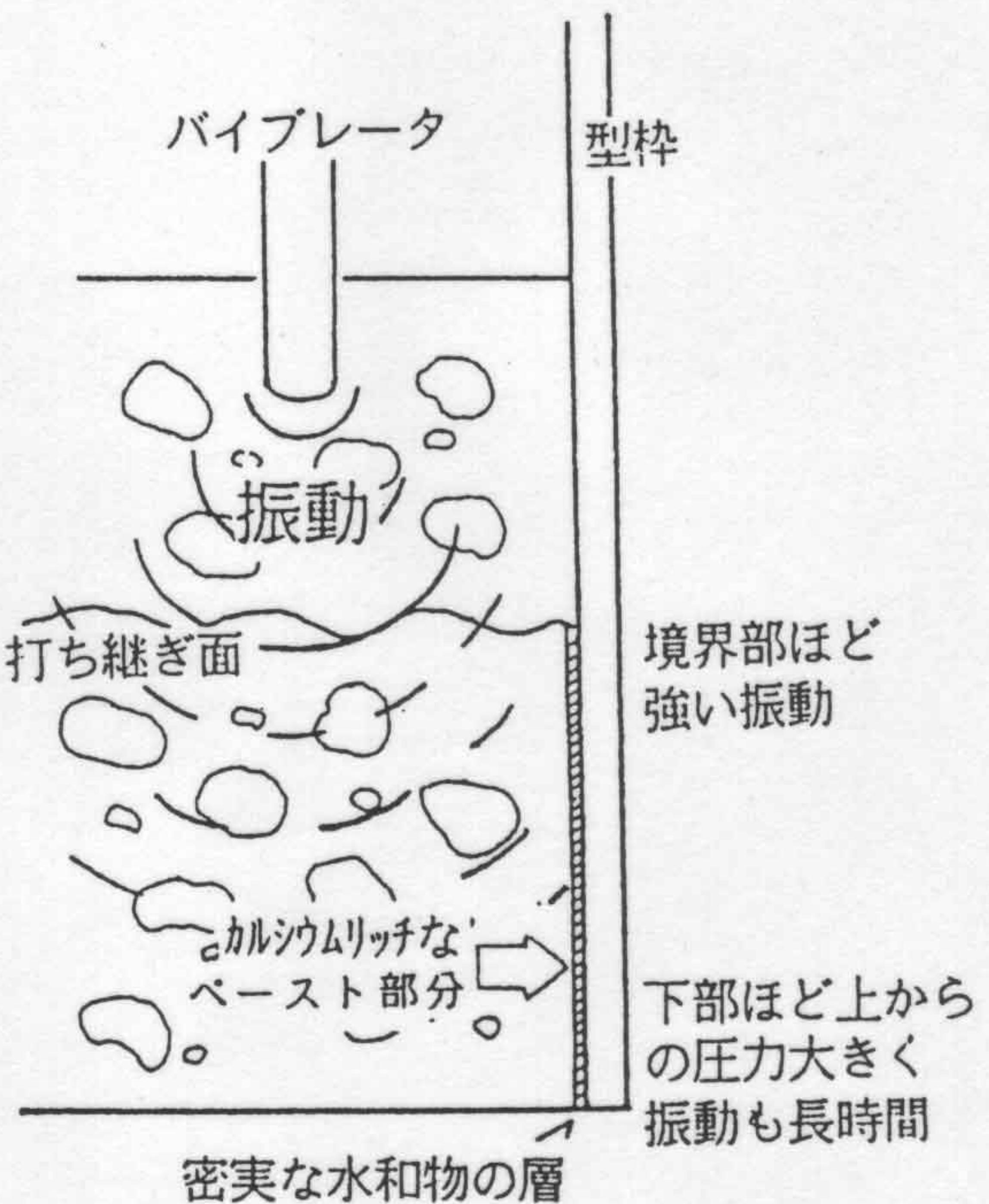
写真－4 正常部分破断面SEM写真

写真－3 および写真－4 は黒色変色部分と正常部分の表面付近コンクリート破断面のSEM（走査型電子顕微鏡）観察結果です。写真－3 は表面部分に板状の水酸化カルシウム（セメント水和物）が重なり合った密実な層が認められるのに対して、正常部分（写真－4）には存在

しません。

この厚い水和物の層が、コンクリートの表面をコーティングするため、いつまでも黒っぽい濡れ膚様を呈するものと思われます。また、その表面はかなり平滑であるために、光の乱反射が少くなり、より黒っぽく見せるのです。

どうしてこのような密実な水和組織が生じるのでしょうか。その原因としては、コンクリート締め固め時のバイブレータの影響と上からの重量によるものと考えられます。図－1に示すように、コンクリートの打設を進めるに従って、バイブレータの震動が下に伝わり、型枠とコンクリートのすき間にペースト部分がしみ出し、黒変の原因となる水和物の層を作るものと考えられます。また、打設が進むにつれ下部は、上からのコンクリートの重量を受けるようになり、その重量でペースト部分がしぶり出されることも、下部ほど黒変が著しい理由のひとつと思われます。



図－1 黒色変色発生モデル図

[対策]

こういった水和物の厚い層による黒色変色は、いつも起きるわけではなく、ある限られた条件においてのみ発生するようです。

打放しコンクリート面におけるこのような異変と同様に、コンクリート二次製品にも色ムラが生じる場合があり、この場合には冬期にそして、雨天時に脱型した製品の表面に色むらが生じやすいということが経験的に知られています。

今回の例の場合も同様に、材料分離を生じやすい温度条件下において、物理的振動圧力により、型枠とコンクリートの間に浸出したカルシウムリッチなペースト部分が急激に乾燥することなく、じっくりと水和物の層を形成される温度、湿度といった条件が重なり、表面に黒変として表われたものと考えられます。

こういった現象を防ぐためには、バイブレータによる締め固め時に、先に打設した下層まで激しい振動が伝わらないようにする。特に水和の遅れる低温時には注意が必要です。

こういった色むらを生じたコンクリートは物理的には問題ないものの、美観上クレームの対象となるようです。生じた色むらを消すには表面の水酸化カルシウムの層を炭酸化させて白っぽくさせなくてはなりません。それには、放置して炭酸化を待つか、若干表面を荒らす、もしくはバーナー等で熱して炭酸化を促進させれば、ある程度目立たなくすることが可能です。

2、型枠表面の形状によるもの

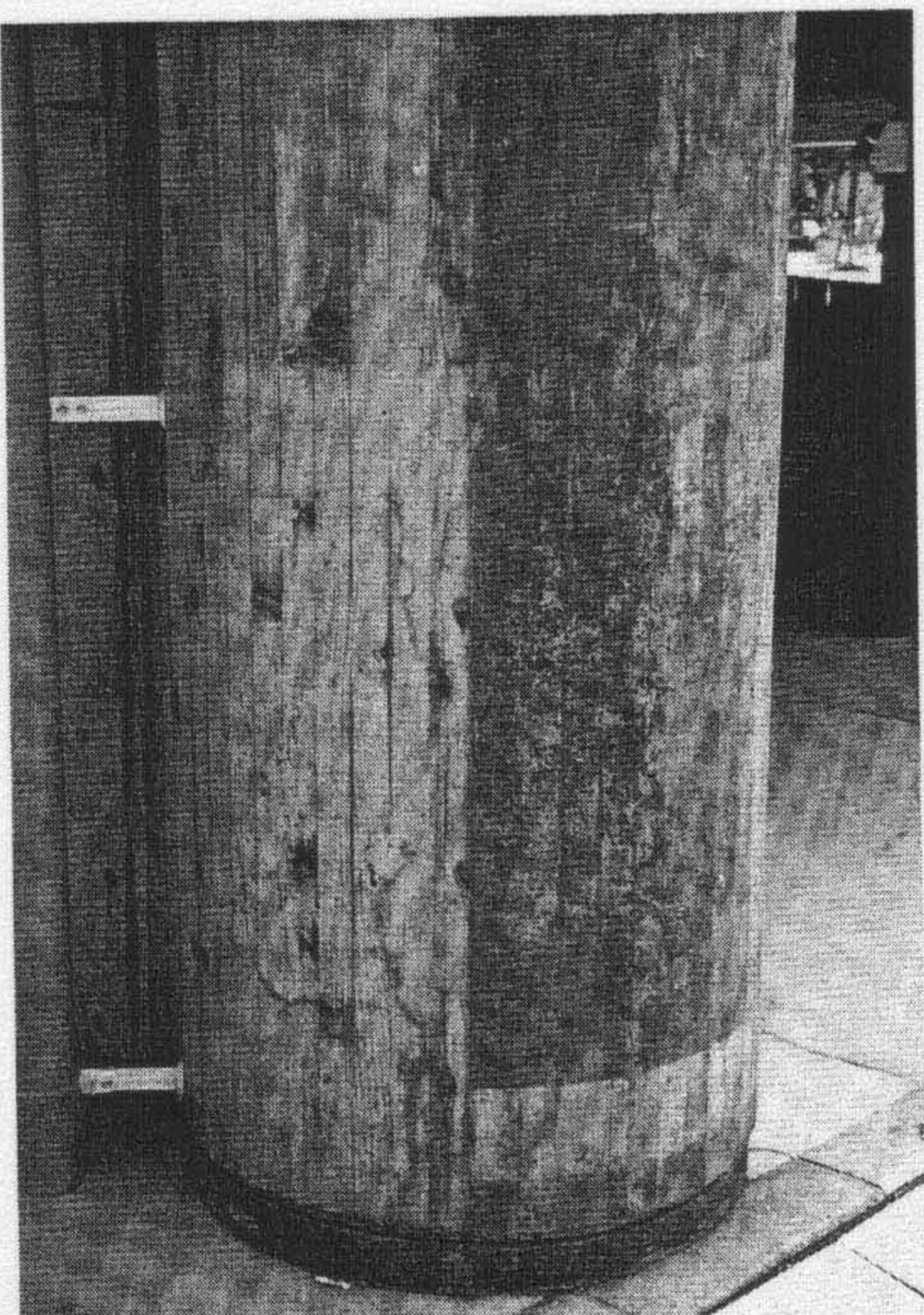


写真-5 型枠に起因する変色例

[症状]

前記の締め固めによる場合と違って、この場合は型枠の境界に添って明瞭な変色が認められます。

写真-5に見られるように、変色は型枠の形に添って生じます。

[原因]

このような変色が生じる原因としては、

- 1) 型枠が新しくその表面がなめらかで吸水しにくいためコンクリートの表面に密実かつ平滑な水和物の層を形成する場合。
- 2) 型枠に塗布した剥離剤による場合。
- 3) 型枠からしみ出した有機物による場合等が考えられます。

[対策]

新しい型枠（特に樹脂塗布型枠）を用いる場合は、表面をわずかに荒らすもしくはモルタル等を薄く塗り付ける方法が有効です。

また剥離剤の過剰塗布も、変色の原因となるので好ましくありません。

3、その他

フライアッシュセメントもしくは、混和材としてフライアッシュを用いたコンクリートのうち、未燃カーボンを多く含むフライアッシュを使用すると、カーボンがコンクリートの表面に浮き出し、黒色の斑点状の色むらを作る場合があります。

また、骨材中に硫化鉄が多量に含まれた場合、コンクリート表面で硫化鉄が酸化し、2価の酸化鉄（黒錆）の微粒子となりコンクリート全体が黒変する場合もあります。

4、まとめ

コンクリートの表面が黒く変色する原因としては、表面に密実な水和物の層が形成されるために起きるもののが一般的な様です。

このような密実な層が生じる要因としては

- ①過度の締め固め
- ②気温、湿度の影響
- ③型枠表面の形状

等の条件が複雑に関わりあって生じるものと考えられます。