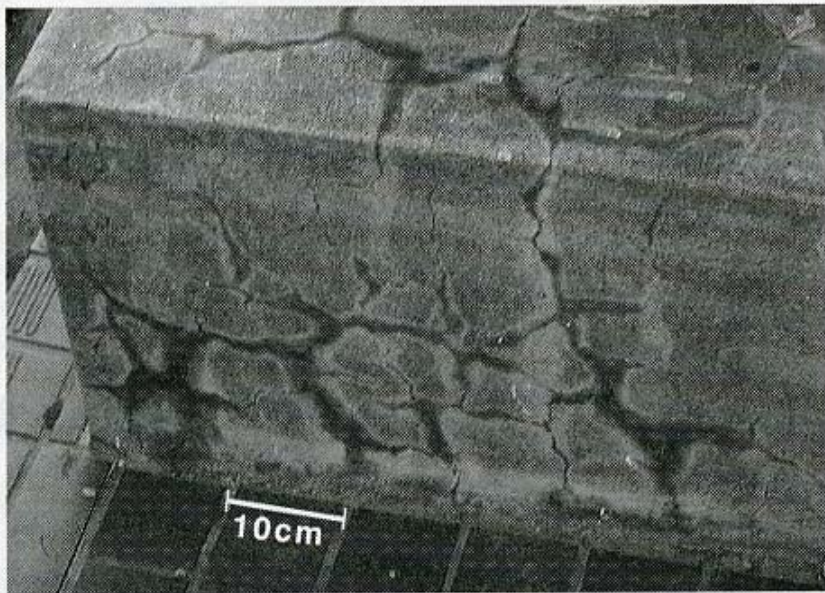


10. コンクリートの耐久性(2)

(3) アルカリ骨材反応

- ・コンクリートは $\text{pH}=13$ 程度の強いアルカリ性を示すので、鉄筋が腐食しない。
- ・しかし、アルカリ性であることが問題となる現象がある。→ **アルカリ骨材反応**
- ・コンクリート中の細孔溶液に含まれるアルカリ金属イオン(例: Na^+ , K^+ など)と骨材中の反応性鉱物(**ケイ酸塩鉱物**)が化学反応を起こす。→ **アルカリシリカ反応(ASR)**
- ・アルカリ骨材反応が起きると、骨材の周囲に、反応生成物(ゲル)が生じる。
- ・このゲルは、水を吸収し、次第に膨張する。
- ・この膨張圧のため、コンクリートにはひび割れが生じ、さらに水の供給が進んで、膨張圧が増加する悪循環に陥る。



アルカリ骨材反応によるひび割れ

- ・アルカリ骨材反応によるひび割れは、**マップ状**、あるいは**亀甲状**と言われる特徴的な形態となる。
- ・コンクリートの膨張により、鋼材が破断する場合もある。

【防止対策】

- ・水セメント比を小さくし、堅硬で密実なコンクリートとする。→ この場合は、×。
- ・アルカリ金属イオンは多くはセメントから供給されるので、セメント量を増やすと反応を助長するので、注意。

- ・アルカリ骨材反応は、
 - ①骨材中の反応性珪物の存在
 - ②アルカリ金属イオンの存在
 - ③ゲルを膨張させる水の存在の3条件によって発生するので、これらの内の1つでも取り除けば、発生を防止できる。
- ・反応性珪物を含む骨材を使用しない。
 - 化学法、モルタルバー法がJISに規定。これらの試験で無害と判定された骨材を使用する。
- ・コンクリート中のアルカリ金属イオンの総量を規制する。→ 低アルカリセメントの使用、高炉スラグ微粉末やフライアッシュの添加によるセメント量の低下。
- ・コンクリート表面をコーティングして、水分の浸入を防ぐ。



アルカリ骨材反応によるひび割れ(2)

11. コンクリートの施工

(1) 原則

- ・所定の強度や耐久性を有するコンクリートを経済的に施工する。→ 入念な締固めと十分な養生。
- ・設計図通りのコンクリート構造物を完成させる。
- ・工期や工費の節減を図る。

(2) コンクリートの施工の一連の流れ



- ・原則： コンクリートは一度、施工してしまうと、これを取り壊して補修することは非常に困難で、多額の費用を要する。各段階において最善を尽くして、入念な仕事を行うこと。
- ・練混ぜ： 練りあがったコンクリートはできるだけ素早く型枠内に打ち込むことが原則。練りあがり後、スランプは次第に低下してくる。スランプ値の低下を「スランプロス」という。スランプロスが懸念される場合は、遅延剤の使用などを考えること。
- ・運搬： 実用的には、生コン車（アジテータでゆっくり攪拌しながら運搬）。現場ではコンクリート・ポンプの使用が中心。ダムなどではバケットを使用する。

- ・打込み： 1.5mを超えて落下させない(分離防止)。「**コールドジョイント**」の防止のため、コンクリートを打ち重ねる際には、下の層まで振動機を差し込んで再度振動を与えて打ち込む。打重ね時間が、大きく開く場合は、打継ぎ処理を行い、コールドジョイントを防止する。
- ・締固め： 型枠の隅々、鉄筋の下側などに、完全にコンクリートを行きわたらせる。エントラップトエアーや大規模な空隙を除去する。ジャンカや豆板を防止する。行きわたりが懸念される部位にはエア抜きを設けるなど、対処する。**棒状の内部振動機(バイブレータ)**のほか、型枠振動機も利用できる。
- ・表面仕上げ： コテで入念に仕上げる。ブリージングが終了した際に、再度、**タンピング**によって**沈下ひび割れ**を解消しておく。
- ・養生： 打込みが終了したコンクリートは、一定期間、所定の温度と十分な湿度を与えておく。コンクリート表面が凝固したら、直ちにビニールシートや布等でコンクリートを覆い、適宜、散水して常に湿潤状態を保つ。材齢初期における養生は特に重要である。

(3) 特殊な条件で施工するコンクリート

【**寒中コンクリートの施工**】

- ・真冬に施工するコンクリート(日平均気温が4℃以下となる際に施工するコンクリート)。
- ・フレッシュコンクリートは低温になると水和反応が遅くなる(いつまで経っても硬化しない)。また、-0.5℃で凍結する。もし硬化の途中で凍結する(初期凍害)と、品質が劣化して、所定の性能を発揮できない。初期凍害は絶対に防止する。

○対策：

- ・**促進形の混和剤**を用いて、セメントの凝固を速める。
- ・**早強セメント**など、硬化の早いセメントを使用する。
- ・凍害に強いAEコンクリートとする。

- ・使用する材料(水、骨材)を加熱して、コンクリートの練りあがり温度を上げる。
- ・養生時の温度は、**材齢初期に5℃を下回らない**ようにする。具体的には、必要に応じて、コンクリートを発泡スチロールで囲って周囲と断熱させる**保温養生**や、さらに積極的にストーブやヒーター、電熱線で周囲の温度を上げる**給熱養生**とする。

【暑中コンクリートの施工】

- ・夏季に施工するコンクリート(日平均気温が25℃以上となる際に施工するコンクリート)。
- ・フレッシュコンクリートは高温になると水和反応が速くなる(すぐに硬化してしまう)。
- ・スランプロスが大きくなり、ワーカビリティが低下する。
- ・充填不良やコールドジョイントが発生しやすくなる。
- ・温度ひび割れも発生しやすくなる。

○対策:

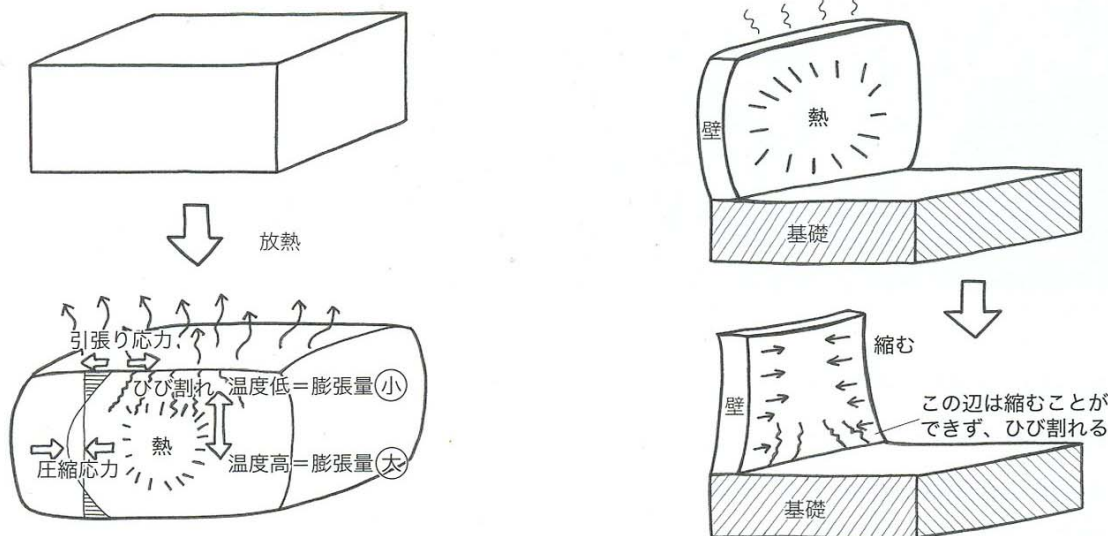
- ・**遅延形の混和剤**を用いて、セメントの凝固を遅らせ、スランプロスをできるだけ小さくする。
- ・水和熱の小さい**中庸熱セメント**、**低熱セメント**などを使用する。
- ・凍害に強いAEコンクリートとする。
- ・使用する材料(水、骨材)を冷却して、コンクリートの練りあがり温度を下げる(氷の使用、液体窒素による骨材の冷却)。
- ・コンクリートの打込み箇所には日覆いを設けたり、散水したりして、型枠や鉄筋の温度を下げる。
- ・日中の打込みを避け、可能であれば深夜や早朝に打込む。

【マスコンクリートの施工】

- ・構造物の寸法が大きく、セメントの水和に伴う、コンクリート温度の上昇と下降により、コンクリートにひび割れの発生が懸念される場合は「マスコンクリート」の温度ひび割れ対策を行う。
- ・**内部拘束**による温度ひび割れ：
セメントの水和により、コンクリート温度が上昇するが、コンクリートは表面から次第に冷却されていく。表面は収縮し、内部は膨張する。このため、コンクリート表面に引張応力が生じて、コンクリートがひび割れる。大きなコンクリートの塊（マスコンクリート）で生じる。
- ・**外部拘束**による温度ひび割れ：
セメントの水和により、コンクリート温度が上昇し、その後、次第に冷却されて収縮するが、自由な収縮が基礎や周囲の構造物によって妨げられると引張応力が生じて、ひび割れる。

○対策

- ・コンクリートの練りあがり温度を下げる各種の方策。



- ・セメント量を下げる。
- ・低熱セメントの使用。
- ・プレクーリング、パイプクーリング
- ・断熱材の使用
- ・ひび割れ誘発目地の使用、など。

演習問題

期末試験に関する注意： 電卓を持参すること。Closed book testとする。

- (1) コンクリートの長所と短所をそれぞれ3つ挙げなさい。
- (2) ポルトランドセメントの原材料を3つ挙げなさい。
- (3) ポルトランドセメントを構成している4つの主要化合物を記号で示せ。
- (4) C_3A の水和反応の特徴を述べよ。
- (5) セメントの急速な水和熱の発生を抑制するにはどうすればよいか。
- (6) フレッシュコンクリートのワーカビリティとは何か。
- (7) 細骨材率 s/a とは何か。
- (8) s/a が大きくなるとフレッシュコンクリートのワーカビリティはどのように変化するか。
- (9) フレッシュコンクリートの材料分離について説明せよ。
- (10) 沈下ひび割れ発生メカニズムを説明せよ。
- (11) 高さ200mm、幅150mmの断面の無筋のコンクリートはりをスパン90cmで単純支持し、3等分点載荷した(= せん断スパン30cm、等モーメント区間30cmの2点載荷)。荷重 $P=30\text{ kN}$ で曲げ破壊したときのコンクリートの曲げ強度を求めよ。
- (12) コンクリートの圧縮強度、引張強度、曲げ強度の求め方を説明せよ。
- (13) 直径100mm、高さ200mmのコンクリート円柱体を高さ方向に圧縮したとき、荷重 $P=240\text{ kN}$ で圧縮破壊した。コンクリートの圧縮強度を求めよ。
- (14) コンクリートの凍結融解抵抗性を上げるための方策を説明せよ。
- (15) 暑中コンクリート施工時の対策を説明せよ。