

コンクリートに生じる不具合とその対応

十河 茂幸

近未来コンクリート研究会 代表
一般社団法人コンクリートメンテナンス協会 顧問
工学博士 コンクリート診断士

話の内容

- コンクリートに生じる不具合のいろいろ
- 不具合の発生メカニズム
- 不具合を初期欠陥としないために
⇒ 設計者、生コン会社、施工者が
考えなければならないこと。

1. コンクリートに生じる不具合のいろいろ

- **材料に由来する不具合**
⇒ セメント、骨材などが要因となる
- **施工に由来する不具合**
⇒ 材料分離や施工手順が原因
- **設計に由来する不具合**
⇒ 強度を求めるとひび割れが発生

➤ 発生時期からみた不具合

- ✓ **型枠を外す前:**
豆板、未充填、表面気泡、砂筋、表面剥離、
コールドジョイント、沈下ひび割れ など
- ✓ **型枠を外した後:**
温度ひび割れ、乾燥収縮ひび割れ など
- ✓ **供用期間中:**
鉄筋腐食やASRによるひび割れ、剥落
凍害によりひび割れ など

不具合の事例



漏水



ひび割れ



かぶり不足



豆板

施工時に生じる不具合の事例



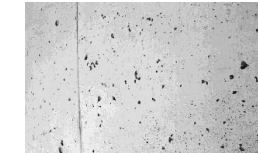
初期ひび割れ



豆板



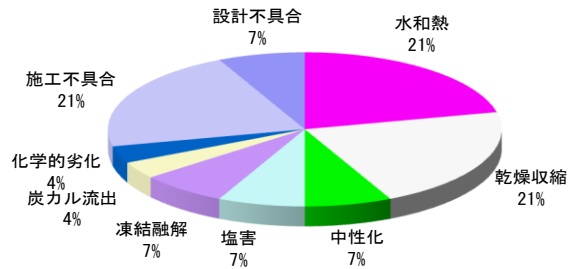
コールドジョイント



表面気泡

写真：日経BP社編「コンクリート名人養成講座」より引用

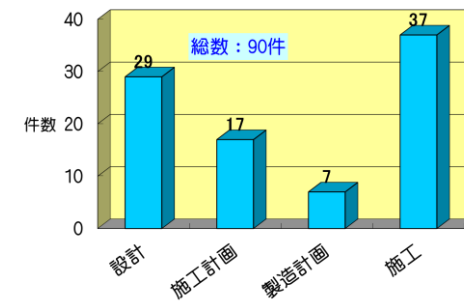
RC構造物の不具合の内訳



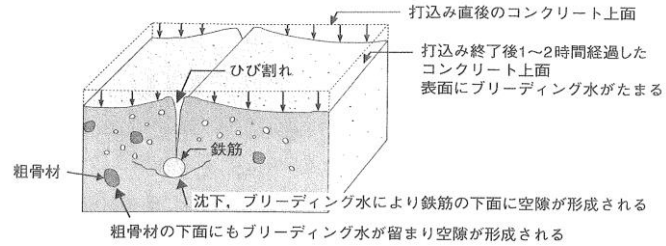
表面化している経年劣化は、初期欠陥が原因または誘因となるケースが多い。

土木構造物の不具合原因の分析

JCI施工基本問題委員会報告より



ブリーディングの伴う沈下ひび割れ



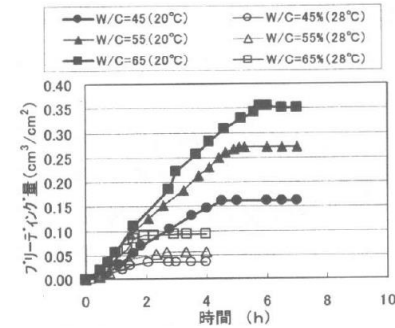
型枠際に発生する沈下ひび割れ



仕上げ面に生じた表面剥離の例



ブリーディングの発生状況の概念



ブリーディングは、数時間継続するため、打込みが終了後に沈下が発生する。

豆板

粗骨材が分離する打込み方法で生じる。



先行コンクリートが硬化していると、
振動締め固めをしても骨材は沈まない。

コールドジョイント



前層との時間を空けると発生する。
打ち重ね時間間隔を短くする計画が重要

コールドジョイントが一因とされた事故例

1999年 鉄道トンネル二次覆工コンクリートの崩落

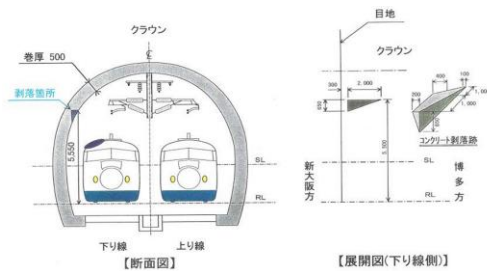
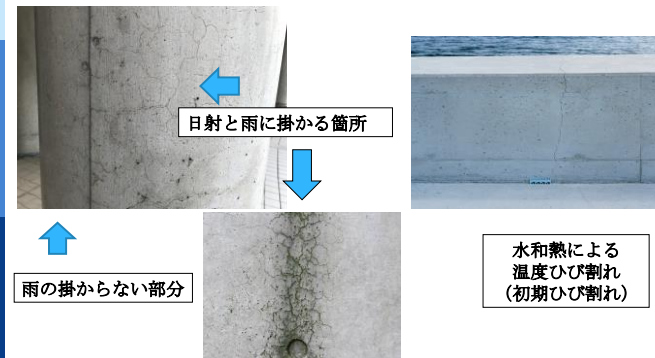


図-1 事故現場の断面図と剥落箇所の展開図(報告書から引用)

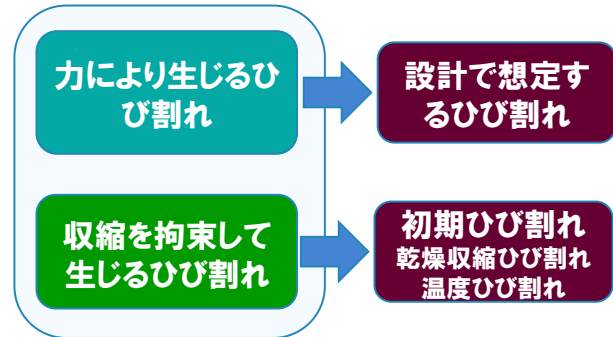
初期ひび割れと 乾湿繰り返しによるひび割れ



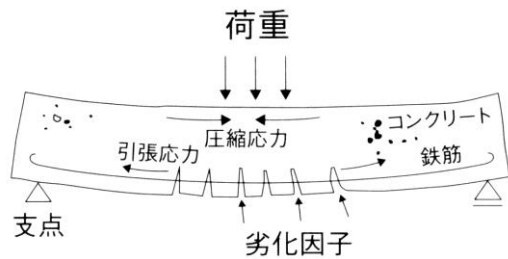
2. 不具合の発生メカニズム

- 初期ひび割れの発生メカニズム
 - 施工上の対策は計画段階で照査
 - 計画通りにならない場合の対応
- ⇒ 変化に対応できる現場力が重要

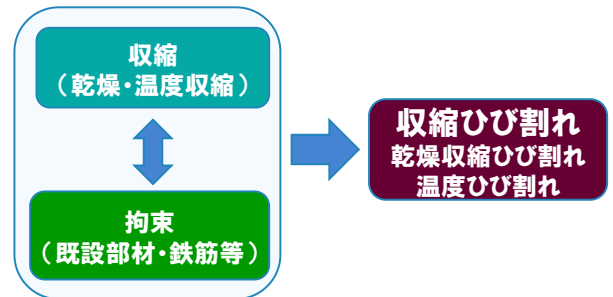
初期ひび割れの2つのパターン



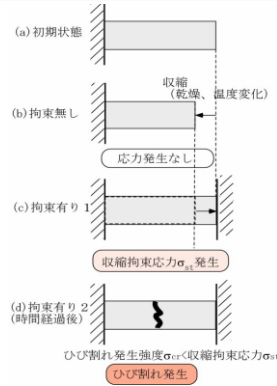
力によるひび割れの発生メカニズム



初期ひび割れは収縮が主要因

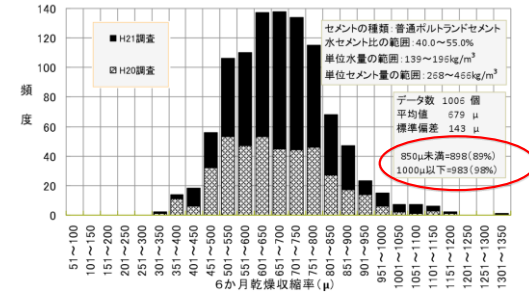


収縮を拘束されたひび割れの発生メカニズム



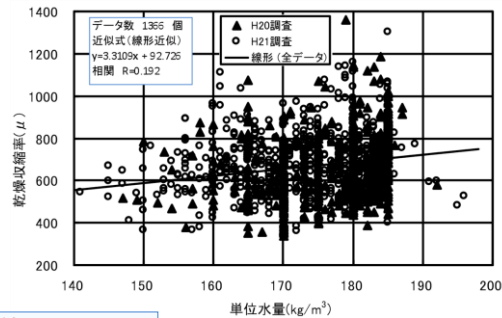
- コンクリートは収縮する。
セメントの硬化収縮
乾燥して収縮
水和発熱が放熱して収縮
- 既設物などが収縮を拘束
拘束されると引張応力発生
- 引張強度は極端に小さい
⇒ ひび割れ発生

乾燥収縮率の分布 (特異点排除)



分布域: 300~1200 μ、平均679 μ、標準偏差143 μ
(特異な配合、JIS A1129以外の方法を除外)

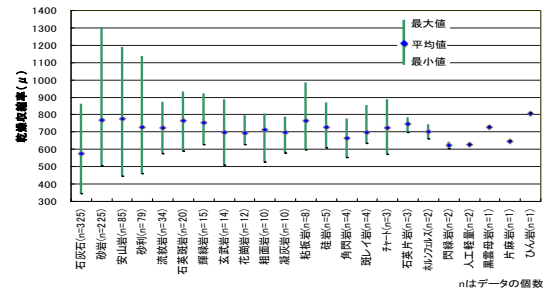
単位水量と乾燥収縮率



収縮は、Wだけでは決まらない

材料、配合を特定すると相関

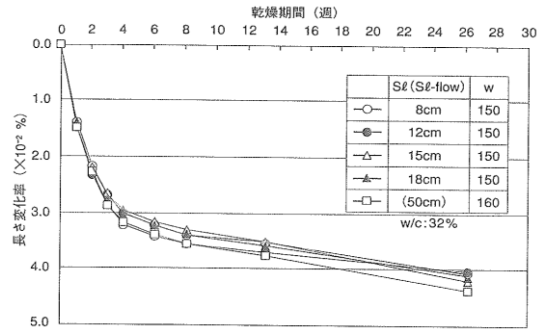
粗骨材の岩種と乾燥収縮率



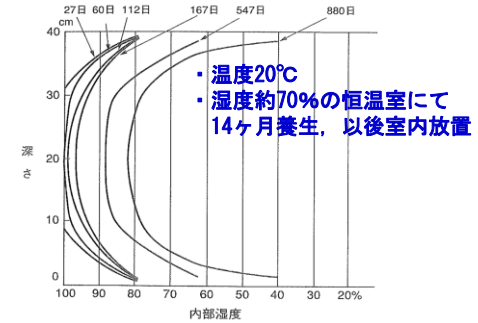
石灰石: 平均値は小
変動範囲は大きく、
他の岩種より収縮が
大きいものもある

岩種を固定しても
収縮は決まらない。

長さ変化の例（設計基準強度60N/mm²）



内部湿度分布の推移（厚さ40cm）

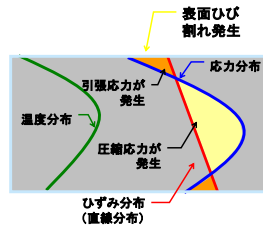


乾燥には時間が掛かる

温度ひび割れの発生パターン

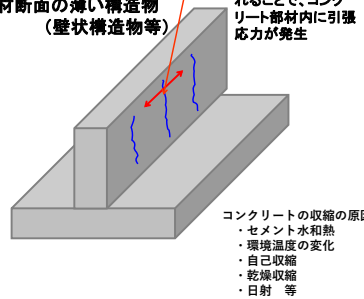
表面ひび割れ (内部拘束卓越)

部材断面の厚い構造物
(スラブ状構造物等)



貫通ひび割れ (外部拘束卓越)

部材断面の薄い構造物
(壁状構造物等)



外部拘束温度ひび割れの発生メカニズム



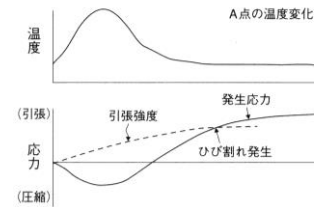
壁の温度変化をベースマツトが拘束

温度上昇時は圧縮応力が発生

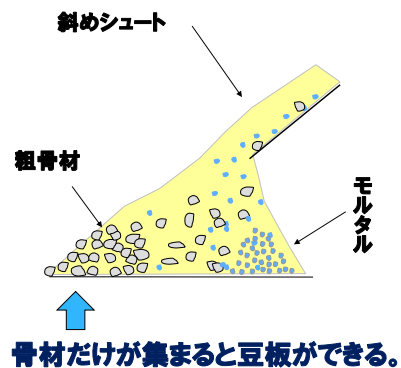
温度低下時に引張応力が発生

引張応力が引張強度を超えると、

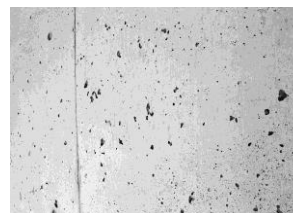
ひび割れが発生。



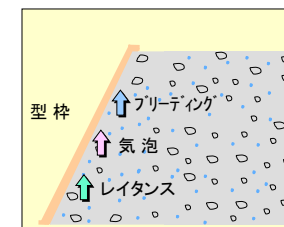
流動に伴う材料分離のメカニズム



斜面で発生しやすい表面気泡



➤ 一度に打ち上げるとでき易い



良い気泡(微細な気泡)と悪い気泡(大きな気泡)を区別する。

➤ 斜面の型枠際にでき易い

3. 不具合を初期欠陥としないために

- 設計段階で初期ひび割れを考慮
- 施工計画段階で不具合対策を計画
- 生コンクリートの品質管理を実行
- しっかりとした施工管理を実行

過密配筋の例

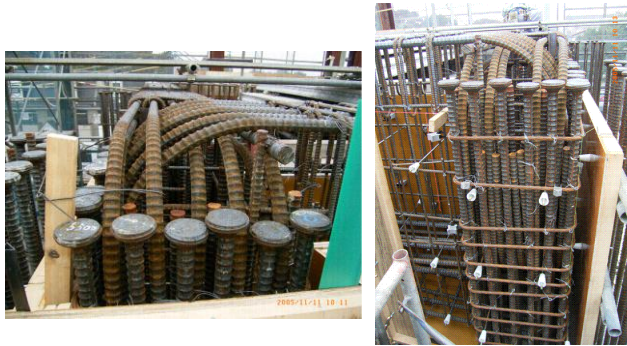


流動性の良いコンクリートで施工できるか？

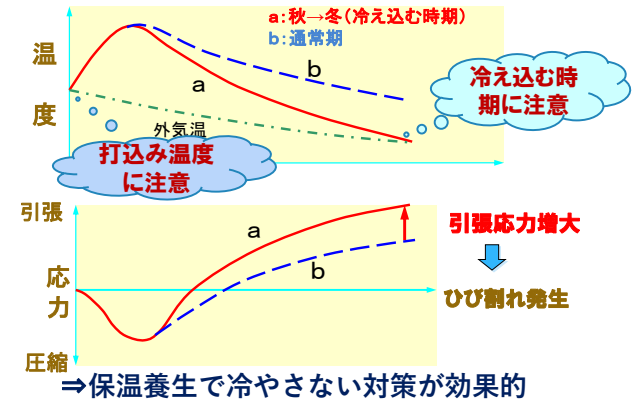


設計段階の戻すべきだが、設計・施工分離発注が課題

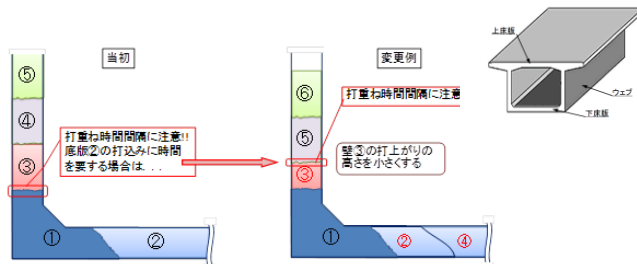
部材の交差部の配筋例



施工時期もリスクになる事例



上部工に生じやすい不具合対策



日本コンクリート工学会編: 打込み・締固め要領、
コンクリート基本技術調査委員会報告書 より

まとめ

- 不具合は完全に防止できない。
⇒ 不具合を初期欠陥にしないことが重要
- 初期欠陥と劣化の関連を理解
⇒ 劣化の原因は、設計上の問題が多い。
- 再劣化を生じさせない対応を
⇒ 劣化原因を考慮して対応する。