

パネルディスカッション：
温度ひび割れの少ないコンクリートを目指して

話題提供

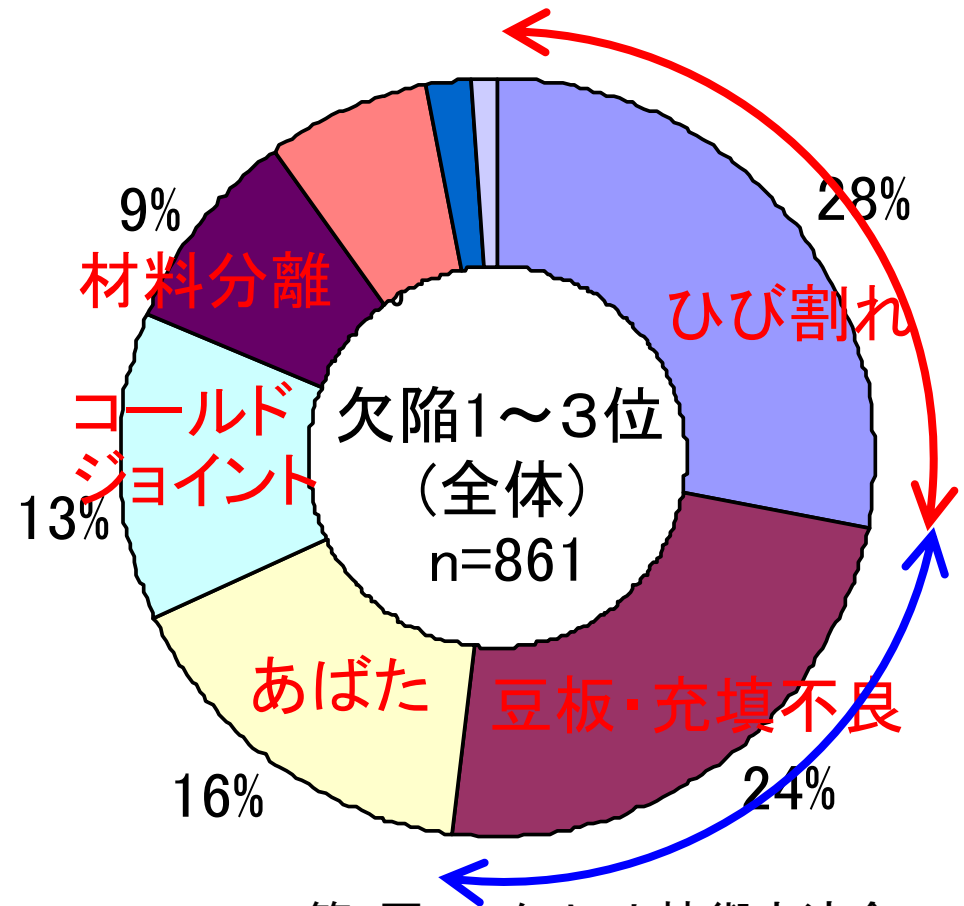
温度ひび割れ制御対策は、なんで、最近のコンクリート界のトレンドである、**i-Construction**や**低炭素化社会実現**の波に乗っていないのか？もっと、乗ってもいいのではないか？乗るようにするべきではないか。

土木構造物：現場で生じている不具合の実情

日本土木工業協会「コンクリート構造物の長寿命化に向けての課題と今後のあり方」(2004年4月)では、

○実際の工事現場で生じている不具合現象の1/4以上はひび割れであり、多くはいわゆる温度ひび割れ。

○温度ひび割れ防止のためにコンクリートの仕様や材料を変更する必要があった構造物は、一般構造物の約85%を占める。



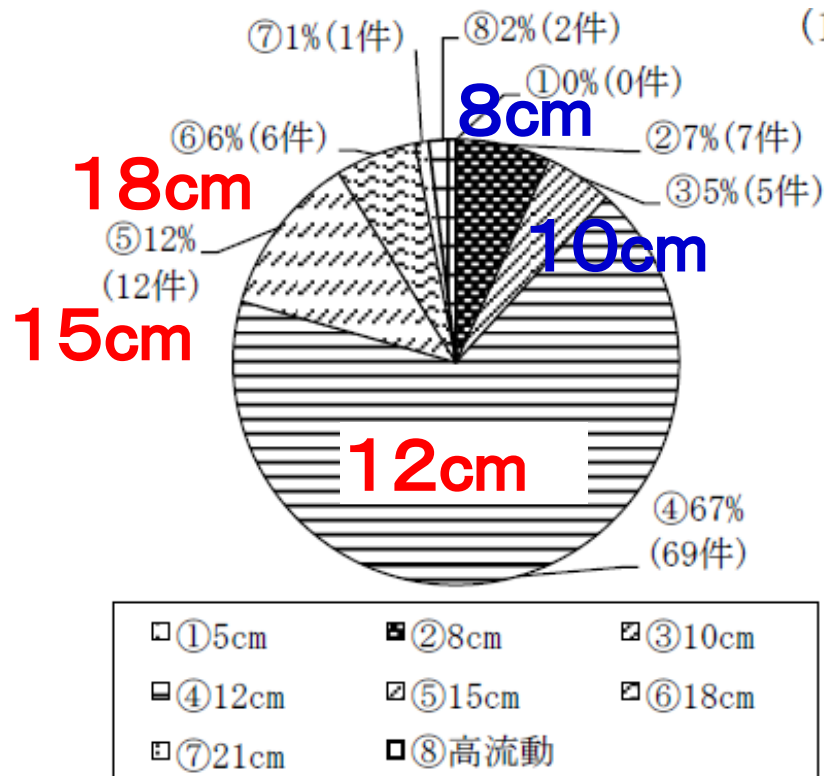
生産性向上検討協議会の議事としてリリース



コンクリート生産性向上検討協議会(第4回・平成29年3月17日)

- 報道発表
 - 資料1 コンクリート工の生産性向上に向けた検討事項
 - 資料2 前回までの主な議論
- 資料
 - 資料3 スランプ規定の見直し
 - 資料4 建設生産プロセス全体で最適化を図る技術・工法の導入
 - 資料5 建設現場におけるサプライチェーンマネジメントの導入
 - 資料6 土木学会からの提案に対する対応
 - 資料7 今後の予定

目標スランプの実態(設計8cmに対して)



・「施工承諾」として対応した場合には、
(102件) 契約上は発注時のスランプで問題なく
施工できたと捉えられる可能性がある。

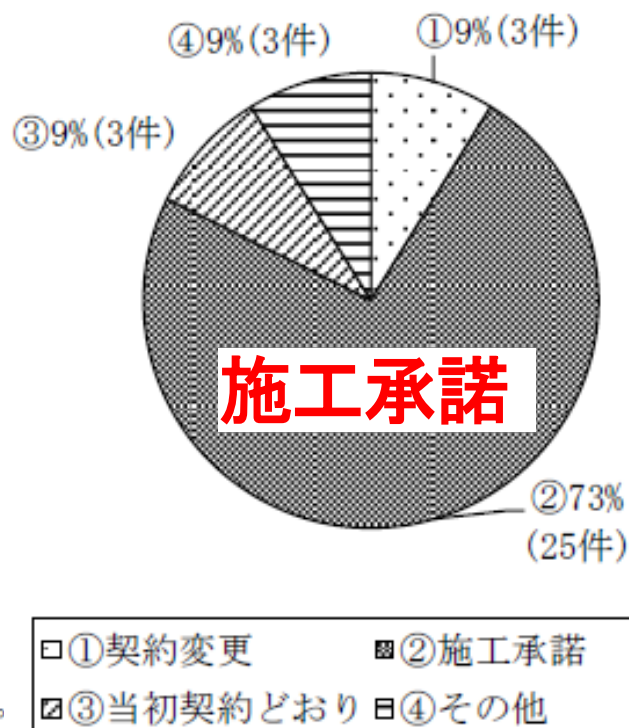


図-解 2-1 施工の際に変更した後の目標スランプ
(設計時の目標スランプ 8cm)

参考 図 1-6 スランプ変更の対応

生産性向上委員会の成果→発注(設計)時点で考慮

工事関係基準(ガイドライン、品質規定)の整備、見直し

<3ガイドライン>

○適用範囲の標準化(ガイドライン)

➤ 機械式定着工法、機械式継手、高流動コンクリート、プレキャストの大型構造物への適用拡大

○必要性能の標準化(ガイドライン)

➤ 鉄筋のプレハブル 挿入型鉄

現場打ち、プレキャストそれぞれにおいて、生産性向上技術を全国に普及

1. **機械式定着** 全てのせん断補強鉄筋に適用<設計・積算時>
2. **機械式継手** 積極的に採用<設計で積極的に採用>
3. **流動性の良いコンクリート** 発注時の標準スランプ12cm (12cm以上も必ず協議)
(高流動から変更)

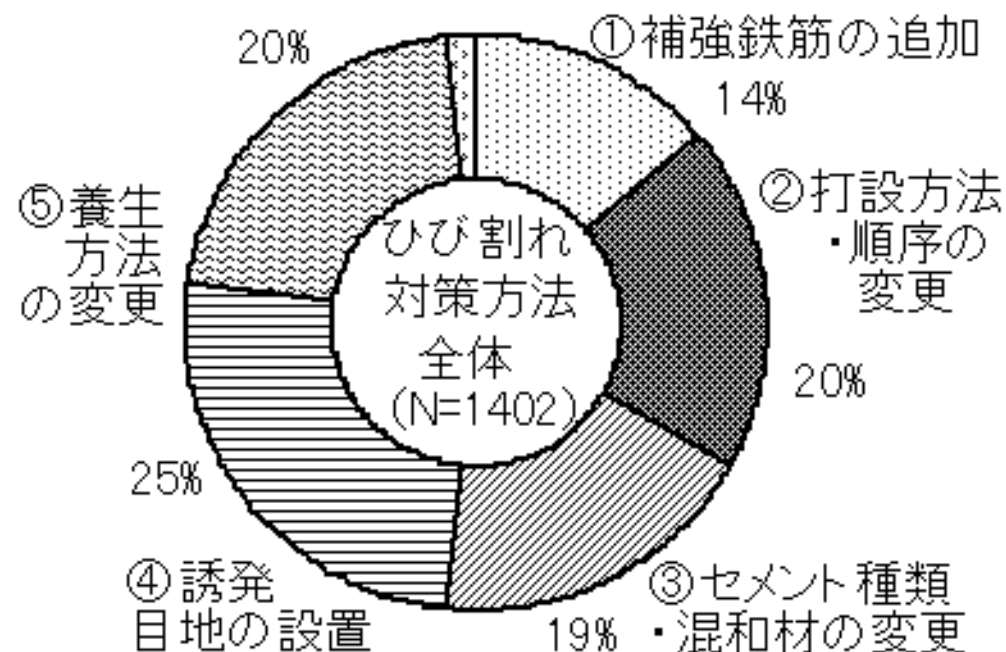
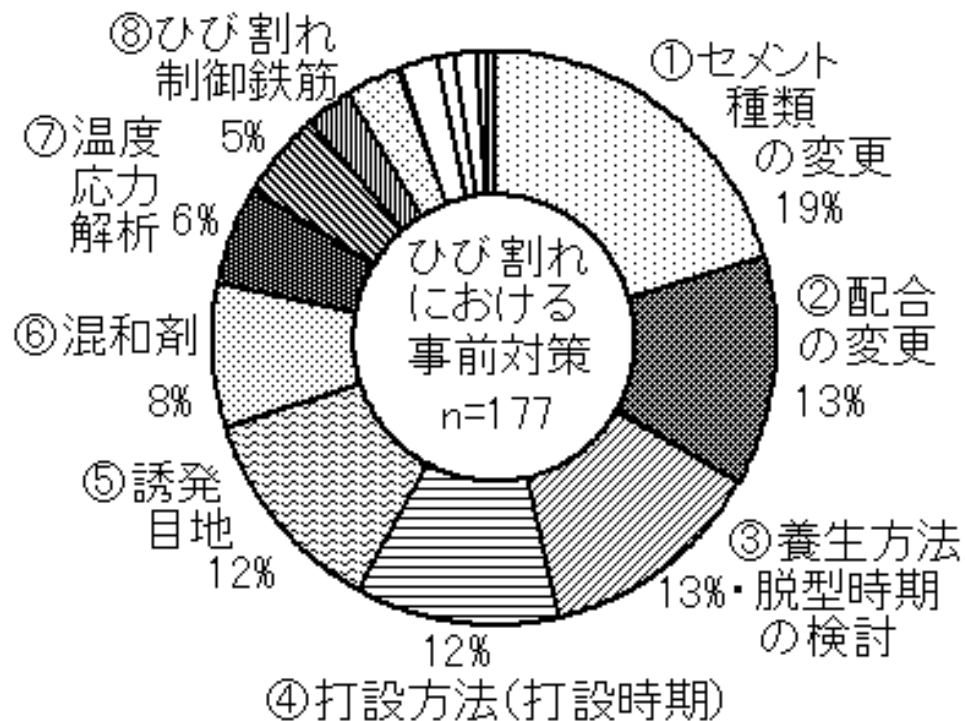
<共通の理由付け>

施工性・コストを比較したところ、コストは同等で施工性は向上する

ひび割れ対策の実態 (2004土工協調査)

事前対策検討

施工時対策検討



効果の程度は別としても様々な努力(主に施工者負担)をしている

国土交通省通達の運用(2002.3.29)では、

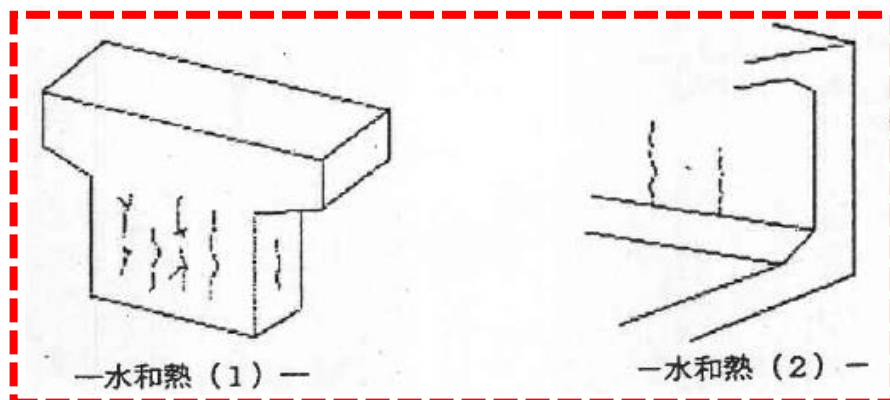
4-1 工事完成後の維持管理等の基礎資料とするためのひび割れ発生状況の調査の実施は以下によること。

- 1) 0. 2mm以上のひび割れ幅について、展開図を作成するものとし、展開図に対応する写真についても提出させること。

【判断規準】

補修の要否に関するひびわれ幅のについては、「コンクリートのひび割れ調査、補修、補強指針」に記載されている(表-1)。施工時に発生する初期欠陥の例については、「コンクリート標準示方書[維持管理編]」に示されている(図-1)。

実際の運用にあたっては、対象とする構造物や環境条件により、補修・補強の要否の判断規準は異なる。完成時に発生しているひびわれは、すべてが問題となるひびわれではない。例えば、ボックスカルバートなどに発生する水和熱によるひびわれ(図-1参照)に関しては、ボックスカルバートの形状から発生することを避けられないひびわれであるが、機能上何ら問題は無い。



← 形状から発生することが避けられないひび割れ がある!

国土交通省通達の運用(2002.3.29)では、

「土木コンクリート構造物の品質確保について(国官技第61号 平成13年3月29日付け 大臣官房技術調査課長通達)」において、水セメント比を規定したところではありますが、コンクリート構造物に生じた不具合について、施工業者を対象に実施したアンケート結果を分析したところ、不具合の原因として、水和熱に起因するもの、コンクリートの充填不良、乾燥収縮、鉄筋のかぶり不足に起因するものが多いことが確認されました。これらの不具合の発生を防止し、コンクリート構造物の耐久性を向上させるために、コンクリート工事において下記の方策を実施することにしたので通知致します。

3. 温度変化や乾燥収縮などにより生じるひび割れを防止するため、ひびわれを集中させる目的で、必要に応じてあらかじめ定められた場所にひび割れ誘発目地を設けること。

ひび割れ誘発目地は、構造物の強度および機能を害さないように、その構造および位置を定めること。

あらかじめ
誘発目地
を設ける
方策がある

ひび割れの発生自体は認知されたことのように見えるが、
＜善良な施工の評価は、ひび割れの有無で評価するのが実態＞
→技術提案型の応札では、「善良さ」を競わせている……

2005年度会計検査院報告(改善の処置を講じた事例)

開削トンネル等の築造工事に使用するコンクリートの仕様を経済的なものとするよう改善させたもの

ア 開削トンネルのコンクリートに使用するセメントの種類について

前記の6鉄道事業者のうち横浜市ほか2鉄道事業者(注3)では、開削トンネルに使用するコンクリートについて、高炉セメントB種のコンクリートよりも高価(1m³ 当たり100円高価)な普通ポルトランドセメント(注4)のコンクリートを使用することとしていた。また、中之島高速鉄道株式会社では更に高価(1m³ 当たり1,700円程度高価)な低発熱ポルトランドセメント(注5)のコンクリートを使用することとしていた。

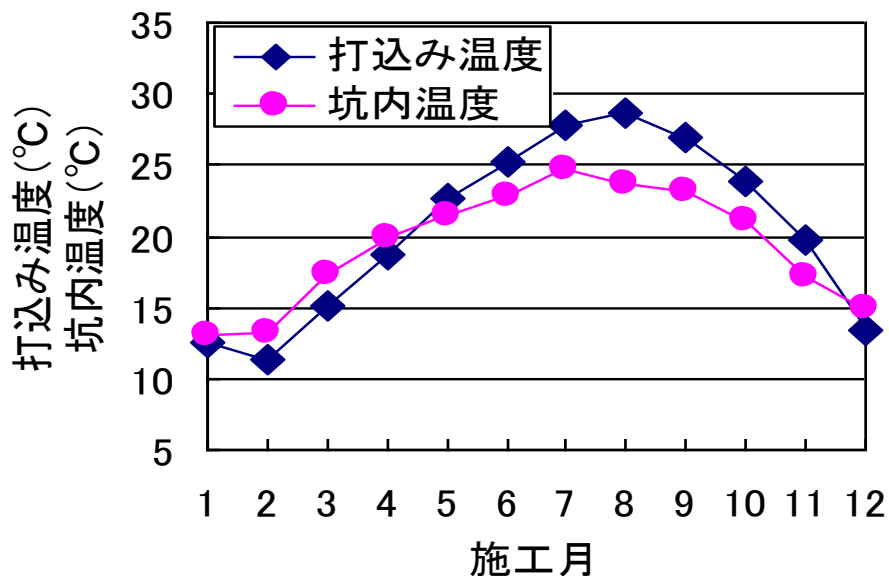
このように、開削トンネルのコンクリートに使用するセメントの種類について、普通ポルトランドセメント及び低発熱ポルトランドセメントを使用することとして設計していたことについて、上記の4鉄道事業者は、主として次のような理由によるとしていた。

[3] 低発熱ポルトランドセメントは、普通ポルトランドセメント及び高炉セメントB種に比較してコンクリートのひび割れがより生じにくいこと

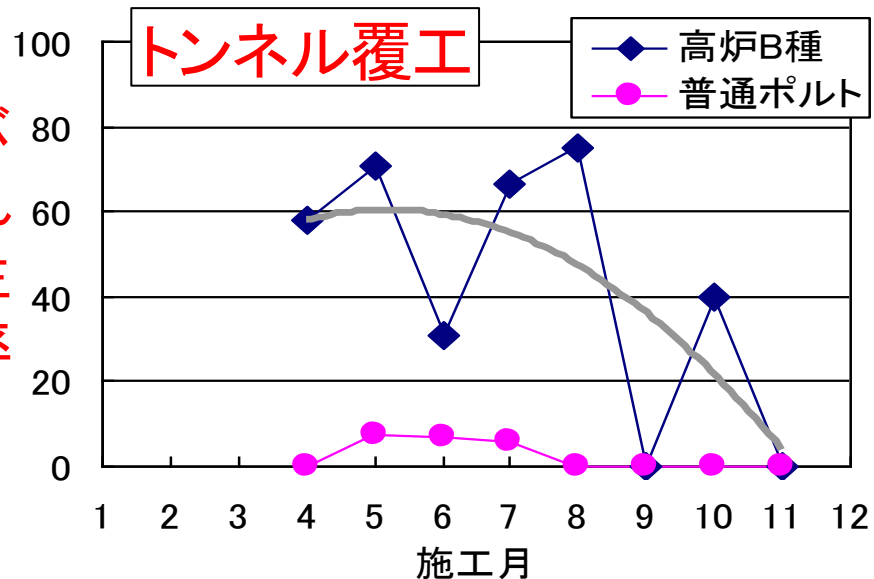
しかし、以下のことなどから、普通ポルトランドセメント及び低発熱ポルトランドセメントに代えて高炉セメントB種を使用することとしても支障はないと認められた。

[4] 他の鉄道事業者等においても、現に、開削トンネルのコンクリートには高炉セメントB種を積極的に使用し、有害なひび割れもなく高品質のコンクリート構造物を築造していること

善良な施工を行っても発生するのが温度ひび割れ(3)



ひび割れ発生確率(%)



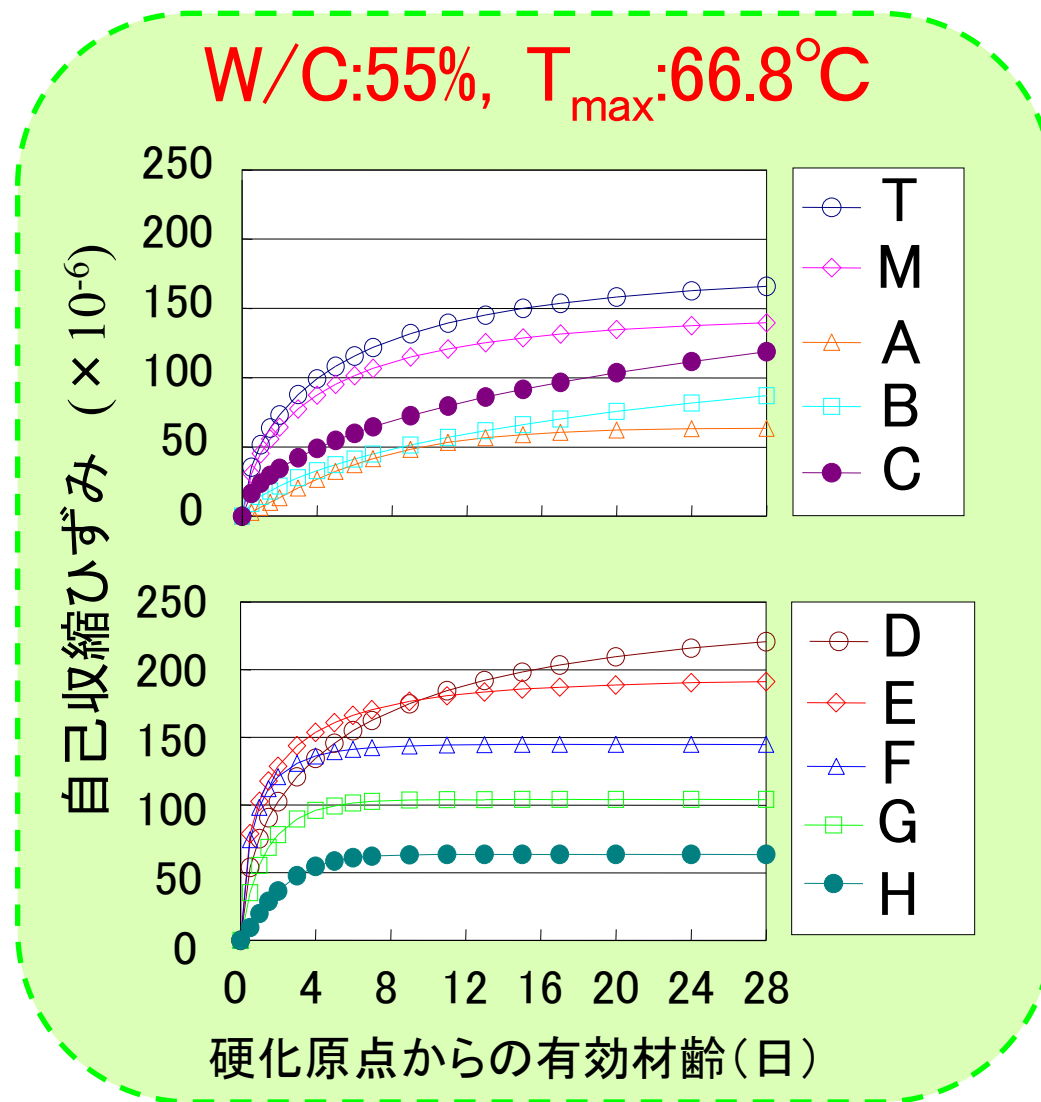
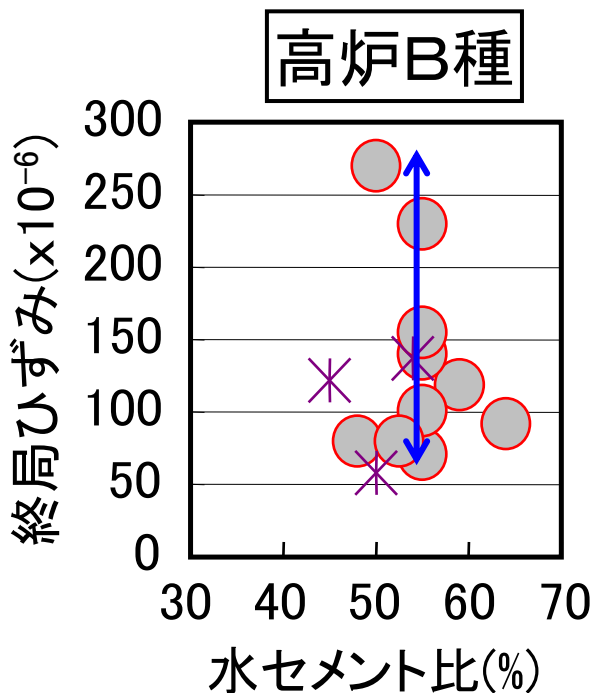
コンクリート自体の収縮量が違っているとひび割れの発生確率は大きく変わる

技術提案
では、

施工上、**〇〇の工夫を行うこと**で、ひび割れの発生がない
としなければならない

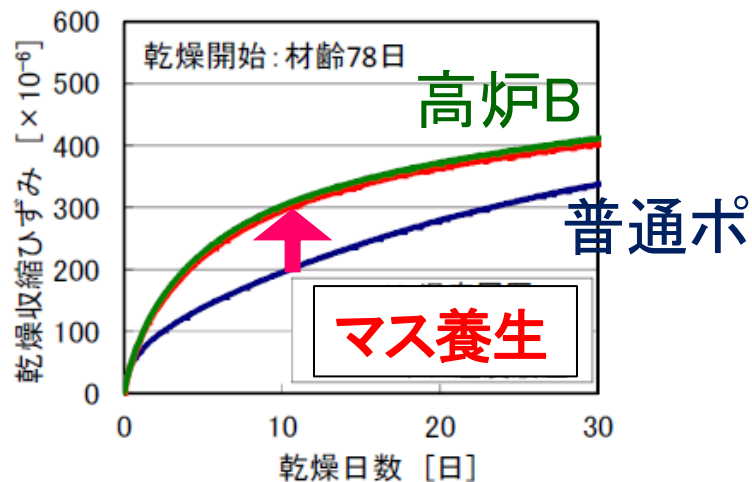
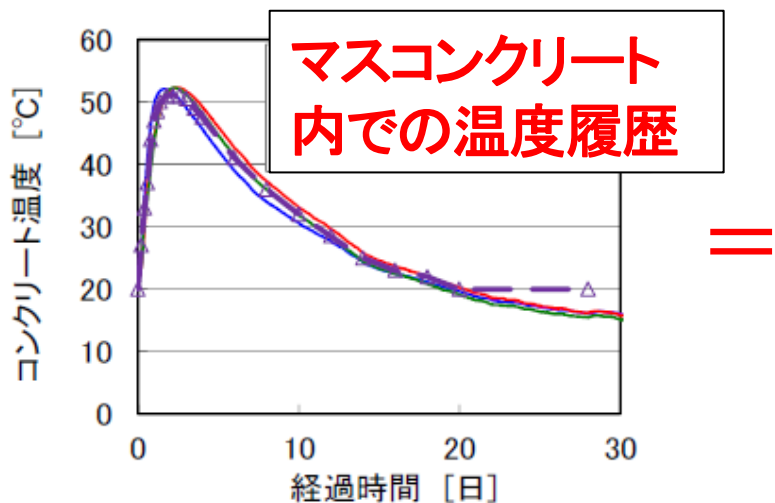
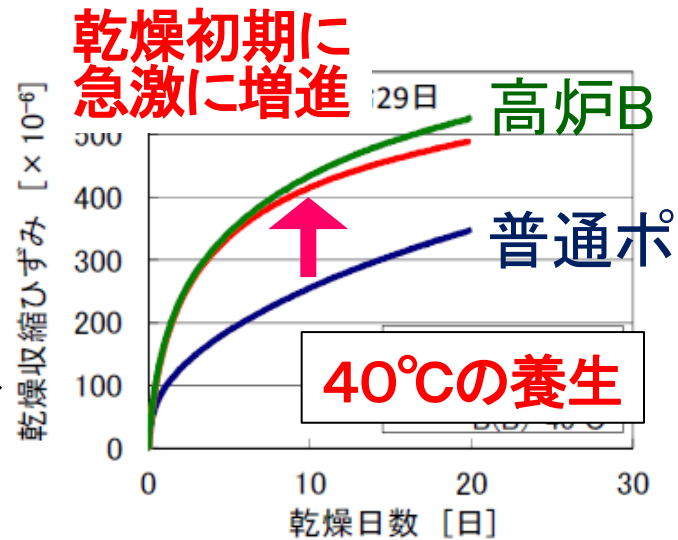
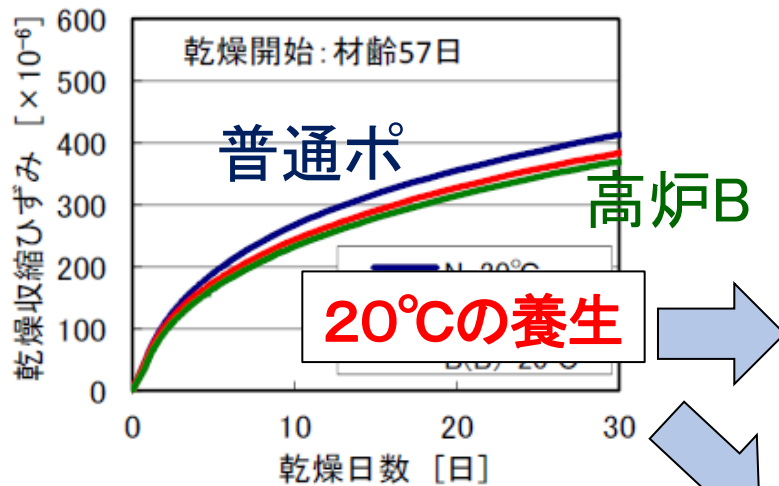
高炉B種コンの自己収縮(マス構造物の実測を反映)

終局ひずみ量と
収縮速度の違う
高炉コンクリート
が存在する



高炉B種コンの乾燥収縮に関する新知見

封緘状態で
一定期間
養生後
(自己収縮
が終わる
までの)
乾燥収縮
ひずみ量



コンクリート品質向上のトレンド→温度ひび割れは？

施工上の〇〇の工夫を競わせる

(手段が拡張) 混和材(剤)・補強材・・・
打込み・・・締固め・・・養生・・・

(目的が拡張) ひび割れだけでなく、
見掛けの美しさ や、
耐久性・・・に含まれる全て

施工の努力を行えば、
不具合が全てなくなるか？

↓〈Yes〉

(提案書の上では)なくなる

逆説的に・・・

不具合があるのは、施工の
努力が足りないからだ・・・

スランプ
についても
かつて
同じであった

2007年制定 標準示方書

構造条件と施工
条件によって
施工に必要な
スランプを決定

技術提案

どんな工夫も
施工者の負担

i-Construction による働きかけ

スランプは
施工者が決める
それが必要なこと
なら、設計変更

新しい概念の高炉B種コンクリートの開発

高炉セメント
の問題点

一方で、

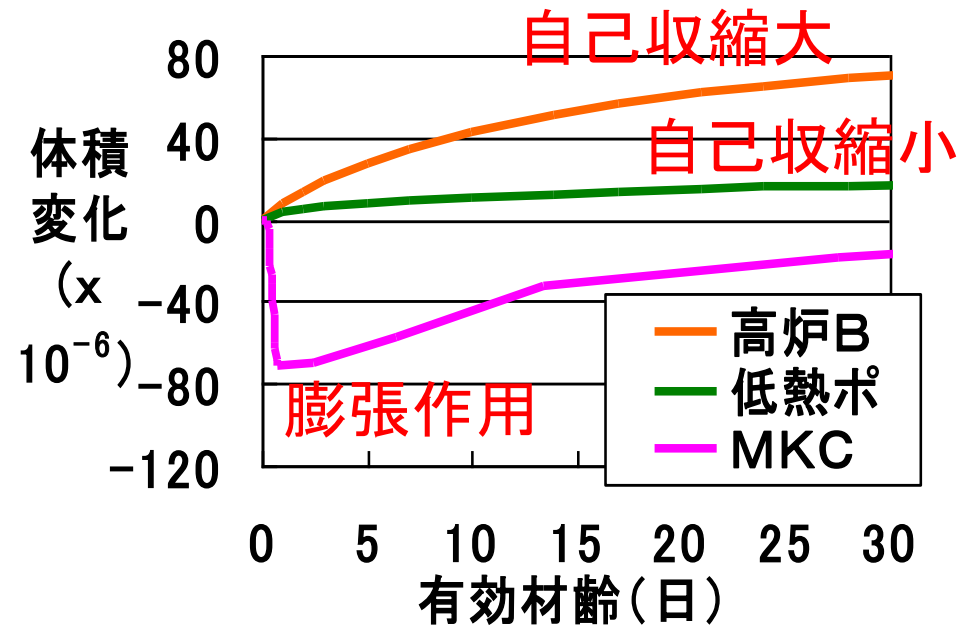
高炉セメント
の利点

発熱と
収縮が
小さい
高炉B種
(JIS適合
品の要求)

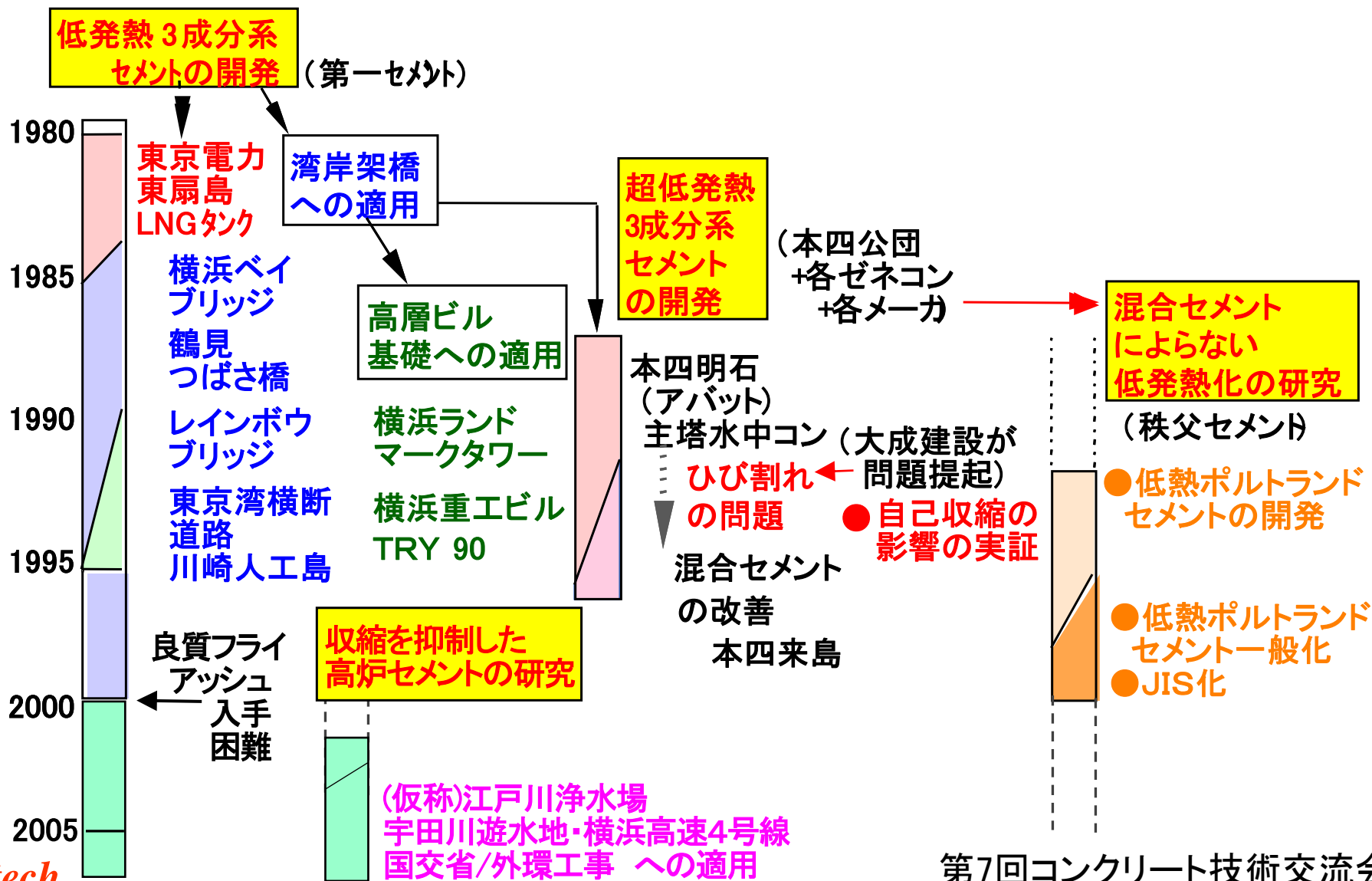
一般に、十分な養生が必要(努力が必要)
発熱量が普通ポルトより大きい「場合がある」
自己収縮が非常に大きくなる「場合がある」

CO₂削減に寄与(グリーン調達法に適合)
耐久性向上(塩害orアルカリ骨材反応対策)
価格が安い

低熱ポルト
の効果まで
及ばないが
安価で、
使いやすい



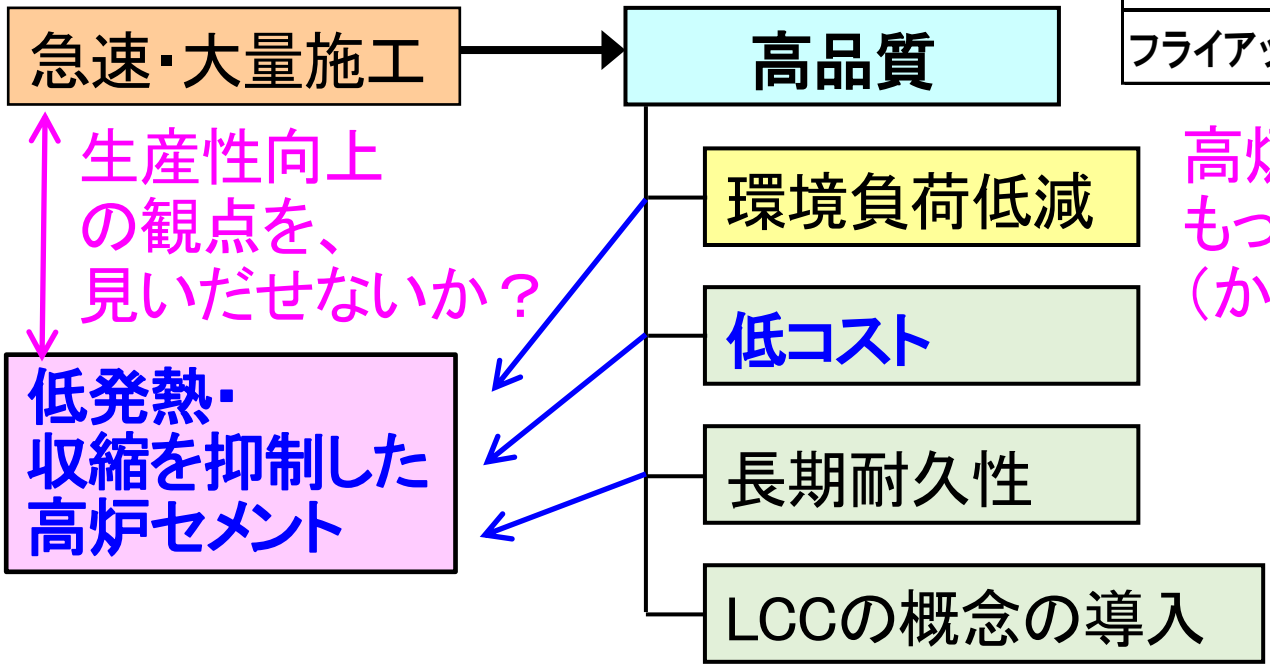
マスコンクリートに使用するセメントの開発実績



マスコン用セメントの付加的効能→本来的効能

低酸素化の観点で、相当実用的なのではないか？
 (×ボリュームの効果:たとえば、
 ○○○m³以上のマスコンには、
 低発熱混合Cを使うこと、)

結合材の種類	第一セメント			本四明石3P	
	MKC	FMKC #20	FMKC #30	水中	気中
普通ポルト	45	36	31.5		
中庸熱ポルト				22.5	30
高炉スラグ微粉末	55	44	38.5	45	70
フライアッシュ		20	30	32.5	



高炉B種にこだわらなければ
 もっと負荷を小さくできる
 (かつて、そうだった...)

ヨーロッパの
 セメントも
 基本混合

おしまい

言いすぎたことが
あったら、
ごめんなさい。。