山口県視察

四国におけるコンクリート品質確保の取組みの方向性
～材料の課題を解決するために～

2017年8月25日

香川高等専門学校
林　和彦

なぜいま新設コンクリートか？

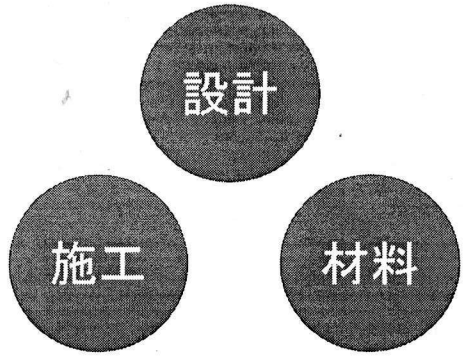
- 将来の維持管理負担を軽減するため
  - 劣化の連鎖を断ち切る
- 品質が中心になっていない現状
  - 密実なコンクリートを作ることが必ずしも評価されない
  - 強度、出来形、ひび割れ、程度
- 現状の受発注関係への疑問
  - ひび割れにまつわる対立構造
  - 現行のマニュアルは万全か
  - 時代・技術が設定した条件、環境は容易に変わりうる
- プレイヤー全員が活躍できる場を作る
  - 発注者-コンサル-建設-生コン-骨材　の縦割りを打破
- 地方が活躍する時代
  - 地産地消（持続性）の実現、人財の制約と育成

コンクリートの品質確保とは

狭義には
- 山口県の取組み（いわゆる山口方式）
- 東北地方整備局での復興道路建設
- 群馬県、その他地域での実施

広義には
- 各地での品質を高めるための、既存のルールに縛られない、創意工夫・改善の取組み
- 北陸でのASR対策
- 九州の設計施工指針
- 沖縄での塩害・ASR対策　等なんでも

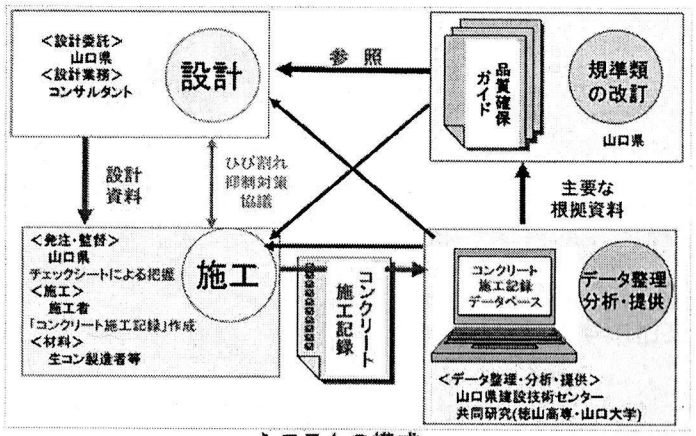
品質・耐久性確保の3本の柱



- 全てを行う必要は無し。決まった方法はない
- 各地域でできることからやっている
- 四国で足りないところ、強化すべき所は何かを考える

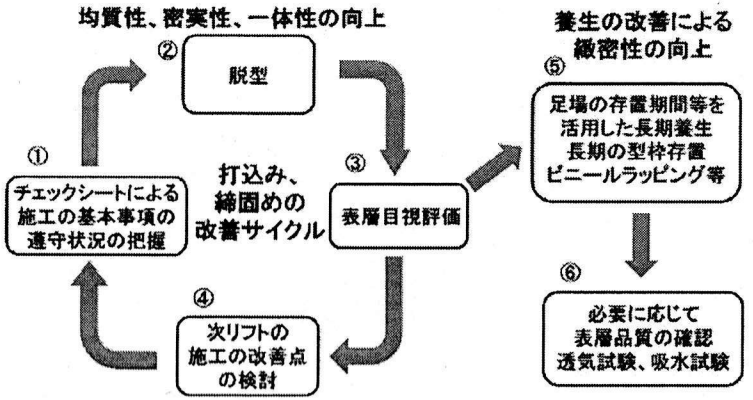
資料-4

山口県の品質確保システム



システムの構成

東北地整の品質確保システム

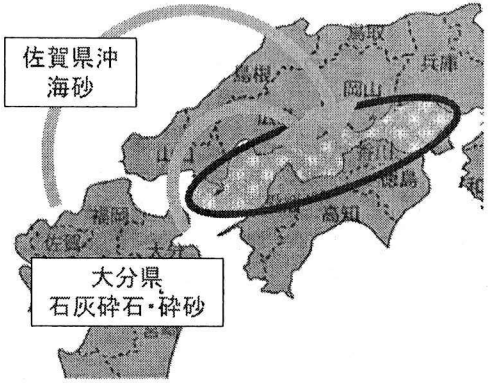


出典：土木学会229委員会報告書，2017

四国の骨材供給の現状

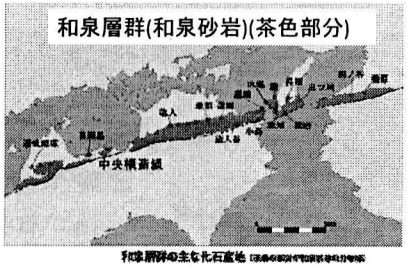
四国の規模

面積5%	人口・経済3%	生コン4%



- 1934年　瀬戸内海国立公園指定
- 瀬戸内海側河川砂利：1970年全面採取禁止
- 瀬戸内海海砂：1978年徳島、2005年香川、2006年愛媛で採取禁止
- 海砂代替として、四国内砕石・砕砂の利用の検討（FA添加）
- 一部、九州から海砂、石灰砕石・砕砂の海上運搬（香川で各30%）。
- 高知から他県への石灰石の移動は無し。
- 高知は海砂が利用可能だが、将来は抑制か？

四国の骨材性状

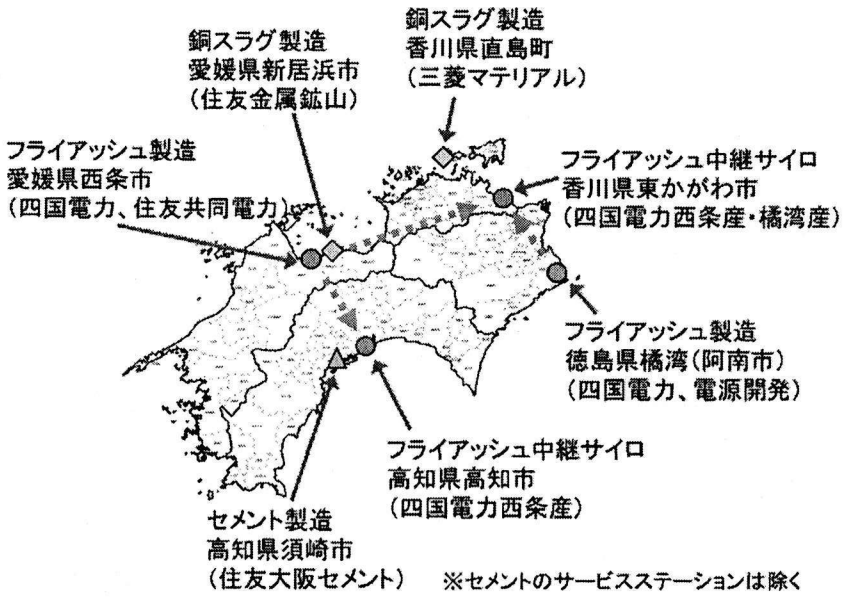


- 四国山地、讃岐山脈を形成する和泉砂岩(中央構造線)は、形状、収縮等に劣る。単位水量・ブリーディング大。
- 一部の生コンでは品質向上を狙って、九州の石灰砕石・砕砂、海砂を海上輸送で利用。
- 四国内では、生コンプラント毎に骨材が異なり、生コンの性質が違う。
  →コンクリート構造物の品質のばらつき

図の出典　http://www.museum.tokushima-ec.ed.jp/bb/chigaku/fossils/Izumi.html

四国内の産業副産物の発生

- フライアッシュ(石炭火力発電所):
  - 四国電力(愛媛県西条市→Ⅰ Ⅱ Ⅳ種、徳島県橘湾→Ⅱ Ⅳ種)
  - 住友共同電力(愛媛県西条市)→Ⅱ種 加熱改質CfFA
    - Ⅰ種(分級FA)→セメント置換、トンネル吹付け用の需要増
    - Ⅱ種→セメント置換、骨材置換
    - Ⅳ種→骨材置換
- 銅スラグ(銅精錬所):
  - 三菱マテリアル(香川県直島)
  - 住友金属鉱山(愛媛県新居浜市)
- 製鉄所(高炉):四国内になし
  - 四国外から高炉セメントを運搬するグリーン購入法の意味
  - セメント生産は高知(住友大阪)のみ



四国のフライアッシュの使用目的

- 主としてフレッシュ性状の改善
  - 細骨材補充混和材:いわゆる細骨材置換(外割)。
  - 海砂に代わり、砕砂と組み合わせて、ブリーディング抑制、施工性能改善の目的で使用したい。
  - セメントの10%程度の少量添加
  - W/Bの読み替えができず、低強度(18,21,24)領域では製造コストが厳しい
- ASR、塩害、温度抑制対策として
  - 利用件数は多くないが、発注者側の要求事項であり、使用は問題にならない。

FAを扱う生コン工場の数

↓JIS化の多くは、細骨材置換(外割)

県	工場数	JIS化(定常利用)		含JIS外(出荷可能)	
		工場数	割合(%)	工場数	割合(%)
香川	28	2	7	5	18
徳島	37	11	30	12	32
愛媛	55	7	13	21	38
高知	44	6	14	11	25
合計	164	26	16	49	30

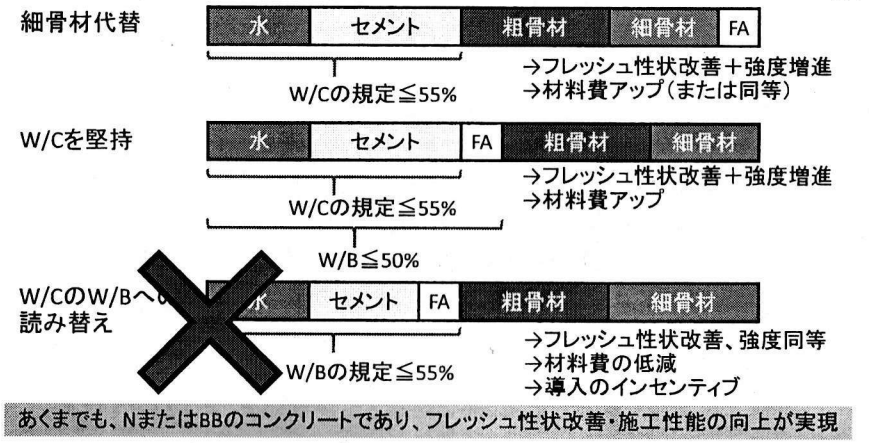
- 2017年3月時点。執筆者のヒアリングによる。
- 火力発電所に近い愛媛と徳島は地の利(運搬費低)がある。

全国のフライアッシュの生コン利用の約30%が四国
→四国は健闘している

FAのセメントとしての読み替え

- フレッシュ性状改善のための、30kg/m³程度のFA添加
- FAはポゾラン反応により硬化するため、実際には結合材(B)として寄与
- 運送費を含めたⅠ・Ⅱ種FAの単価：　骨材<FA<セメント

※FA=C×10%の場合



あくまでも、NまたはBBのコンクリートであり、フレッシュ性状改善・施工性能の向上が実現

現在四国で動いていること

- 四国地整（新猪ノ鼻トンネル：香川-徳島間）のトンネル工事で、覆工コンクリートに対して、産官学コンクリートの品質確保の取り組みを実施中
  - 四国内の水平展開へ向けて課題の抽出
- 材料面の不安の解消
  - 砕石砕砂を有効利用する方策の模索
  - フライアッシュ(FA)添加で施工性能を改善（ブリーディング低減）
  - 銅スラグ(Cus)＋FAの使用で収縮の改善
  - FA・CuSを扱うための製造技術・施工技術
    →施工状況把握チェックシート＆目視評価を活用したい
- 生コン製造者と施工者の対話を開始
  - 縦割りから、協働へ（お互いにリクエストをする→品質のため）
  - 香川県中讃地域の建設業組合でスタート（2017/8/10）

四国（高知・香川）の方向性

- 山口方式をそのままコピーする必要はない（必ずしも全てを行う必要はない）
- 山口方式、東北方式、他地域の良いところを採り入れれば良い（敷居は高くない）
- 四国で特に課題になっている「材料」や、設計の改善が必要と判断するためには、まず、丁寧な施工を行い、何に課題があるのかを明確にする必要がある。施工状況把握チェックシートは非常に有効で、さらにデータを蓄積して分析すると客観的に評価できるだろう。