

# コンクリート分野の 生産性向上

～できたこと・まだ  
できていないこと～

土木研究所  
先端材料資源  
研究センター

渡辺 博志

## コンクリート分野の生産性に関する状況

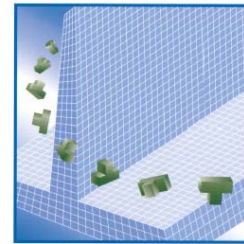
- 1984年時点と比較して、 $100\text{m}^3$ あたりの打設量に要する作業員数が横ばい
  - トンネル工事と比べて生産性の停滞が認められる
- 土工とコンクリート工で直轄工事の工事量の約40%
  - 土工-22%、コンクリート工-16%（人工から算定）
- 土工とコンクリート工がトップランナー施策

# 実は18年前にも...

## ■平成11年11月土木構造物設計ガイドライン

- 建設省大臣官房・土木研究所
- 資材価格の相対的低下と労務費の上昇
- 労働者の高齢化，若年労働者不足
- 熟練工／技能工の不足
- 設計の標準化，施工の自動化
- 材料ミニマムからの脱却

土木構造物設計ガイドライン  
土木構造物設計マニュアル(案)  
[土工構造物・橋梁編]  
土木構造物設計マニュアル(案)に係わる設計・施工の手引き(案)  
[ボックスカルバート・擁壁編]



監修 建設大臣官房技術調査室  
建設省土木研究所

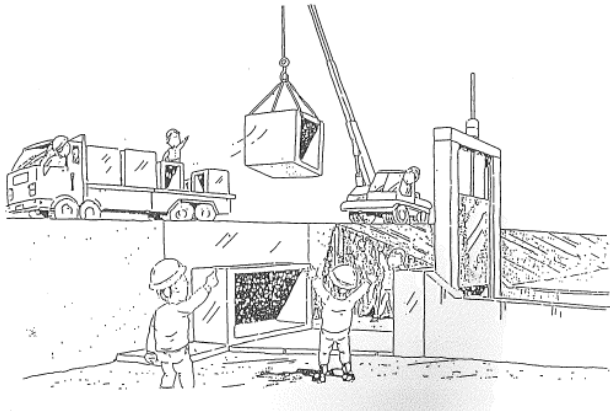
社団法人 全日本建設技術協会

## H11土木構造物設計ガイドラインの内容

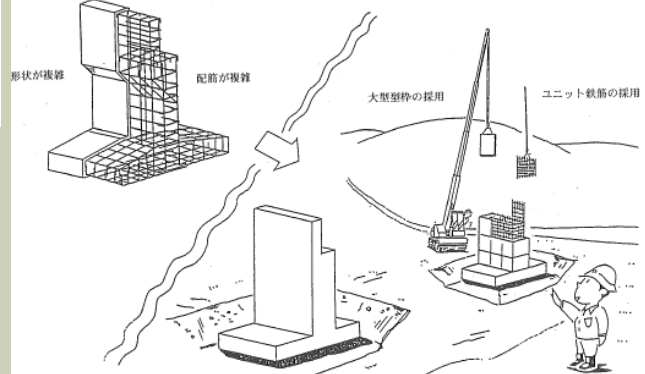
- 構造物形状の単純化
  - たとえばフーチング上面テーパの廃止
  - 壁／柱形状の単純化
  - 主桁
- 使用材料主要部材の標準化，規格化
  - 柱寸法標準化
  - 形鋼使用種類数の制約
  - 配筋仕様の標準化
  - ユニット鉄筋
- プレキャスト化
  - 橋梁だけではなく擁壁／ボックスカルバートへ

# イメージ例

構造物のプレキャスト化(樋門・樋管・大型排水路等)



構造物形状の単純化(下部構造物)



## その後の技術開発によるさらなる向上

- 鉄筋加工組み立ての効率化
  - 機械式鉄筋定着工法に関するガイドライン
  - 現場打ちコンクリート構造物に適用する機械式鉄筋継手工法ガイドライン
- コンクリート打ち込みの効率化
  - 流動性を高めたコンクリートの活用に関するガイドライン
- (検討中) プレキャスト製品の有効活用に資する技術
  - プレキャスト製品の接合部に適用する機械式鉄筋継手工法について

# コンクリート工の状況の変化

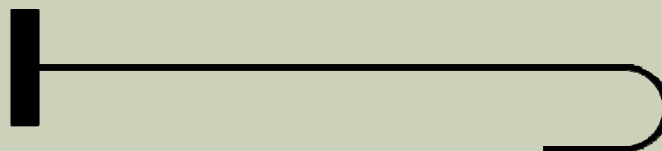
- 現場打ち施工の状況の変化
  - コンクリートの打設（土木用コンクリートのスランプの問題）
    - 上限要求
    - 現着生コンクリートの単位水量測定
    - 非破壊（微破壊）試験の検査への導入
    - 混和剤の開発／普及
    - 耐震設計の高度化に伴う配筋量増加
  - 施工に適したスランプの選定が生産性向上に資するのでは？



鉄筋が輻輳している例

# 機械式鉄筋定着工法

- 機械式定着：支圧を主体とした機構によって鉄筋をコンクリートに定着する方法
- 定着具：機械式定着において、鉄筋に作用する引張力をコンクリートに伝達するために鉄筋端部に設けられる板、またはこぶ状のもの
- 定着体：定着される鉄筋端部（定着具やフック含む）と、その周囲の定着性能に寄与するコンクリート



定着具

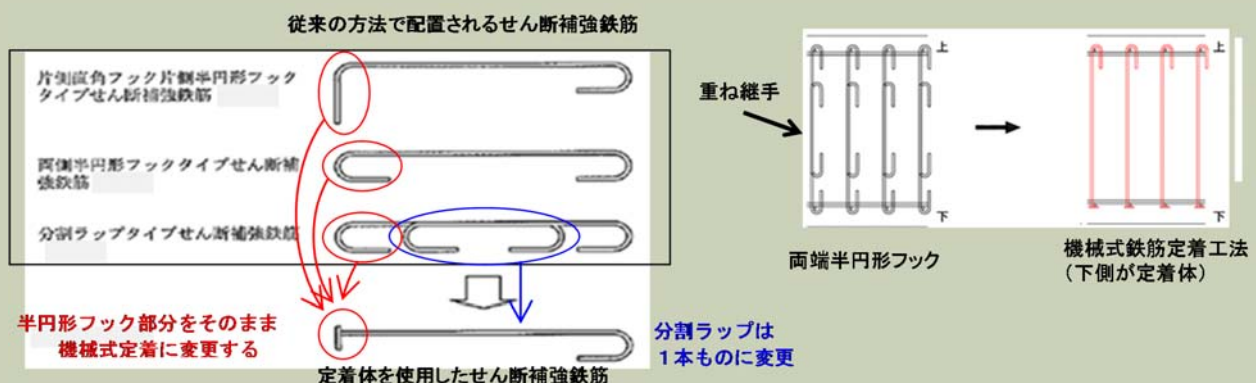
片側に定着具を設けた例

# 定着具の例

- **ねじふし嵌合定着具**：ねじふし鉄筋に定着金物を嵌合し有機グラウトや無機グラウトを充填した定着具
- **摩擦圧接接合定着具**：異形鉄筋と定着板、または定着板取付用ねじを摩擦圧接接合により接合した定着具
- **フラッシュ溶接定着具**：異形鉄筋と定着板をフラッシュ溶接により一体化した定着具
- **鉄筋端部拡径定着具**：異形鉄筋端部を熱間加工などにより拡径して形成した定着具

# コンクリート工の生産性技術の視点

- **現場打ち施工**
  - **鉄筋加工組立て**
    - 端部曲げ加工（フック）を施した鉄筋の組立て困難
    - 特に耐震設計上、塑性ヒンジをもうける区間ではフック端部の寸法が異なる
    - 中間帯鉄筋で、どうしても組立てできない場合は重ね継手



# 機械式鉄筋定着工法普及の経緯 (土木学会コンクリート標準示方書、他)

- 鉄筋端部フックによる定着は、既に土木学会から1931年に示方書にて規定化
- その後、鉄筋の主流は丸鋼から異形鉄筋
- 1967年の土木学会標準示方書では、機械式定着体による定着も条文に記述された
  - 性能検証方法が定められていなかった
- 2007年に土木学会から指針。試験方法明示。
- 建設技術審査証明制度の定着、審査証明を受けた工法複数。

# 機械式鉄筋定着工法の適用にあたっての 検討事項

- 適用対象となる鉄筋の機能について明確にしたうえで、工法および適用部位の判断。
  - せん断補強鉄筋 ⇒ 強度に対する要求
  - 横拘束筋 ⇒ 強度に加え、じん性に対する要求も
- 有効に機能するように配置計画を立てるとともに、確実な定着効果が得られるように施工管理
  - 柱や壁部材で軸方向鉄筋を断面周長方向に囲むせん断補強鉄筋に対しては、機械式鉄筋定着工法を使用しない
  - 定着板付近にコンクリートが確実に充填されるように、施工を行う
- 原則として建設技術審査証明により性能が確認されているもの

## 流動性を高めたコンクリート／背景

- 従来より、一般的な土木用鉄筋コンクリート構造物のスラブは8cmを標準
  - ダム、舗装、トンネル覆工コンクリート等特殊な事例は別途。
- 鉄筋が次第に高密度化
- 化学混和剤の発達により単位水量を増加させることなくスラブの調整が可能に
- 施工性向上のためには、コンクリートの流動性を高め、スラブ8cmから変更したいが、. . .
  - 品質への悪影響の心配
  - 変わることへの不安
  - 変えると大変なことが起きてしまうのでは???

## 理由がはっきりしない規定を変えることの難しさ（スラブの例）

- コンクリートのスラブ？ 過去の経緯は. . . .
- 1949年土木学会コンクリート標準示方書（鉄筋コンクリート）スラブの標準

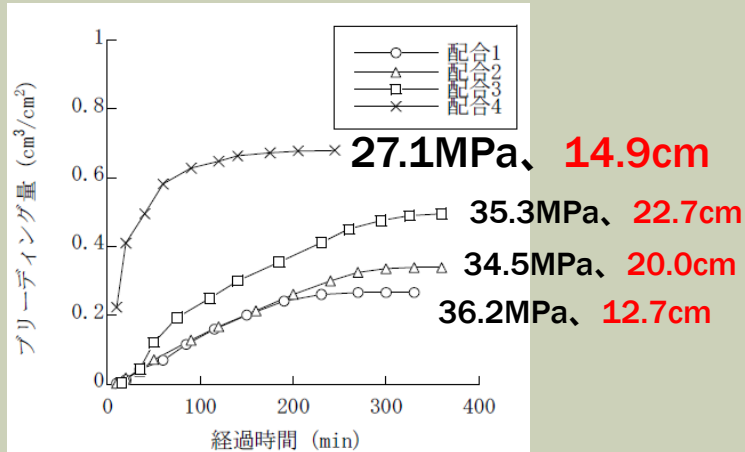
| 構造物の種類               | スラブ (cm) |
|----------------------|----------|
| 鉄筋コンクリートの基礎          | 5 ~ 12.5 |
| 無筋コンクリートの基礎、ケーソン、地下壁 | 2.5 ~ 10 |
| 版、ハリ、壁、建物の柱          | 7.5 ~ 15 |
| 道路                   | 5 ~ 7.5  |

ただし、振動機を用いる場合は上表より小さい値とする

1974年標準示方書では、一般に5~12cm。8cmはその平均？

# コンクリート品質の理解や品質検査手法

- 品質に対する理解の深まり
  - 材料分離が防止重要。
- 非破壊・微破壊による出来上がりコンクリート品質検査の定着
- 現着コンクリートの単位水量検査の定着
- こうした技術の進歩により不安解消できたことが根拠の一つ



## 軽微な表面性状を気にしすぎても...

- 供試体
  - 高さ約1mの壁状、スページング有り／無しを比較
- 着眼点
  - 促進環境 (CO<sub>2</sub> 濃度 5%) に8wおいた後の中性化深さ
  - 塩水 (NaCl 濃度 10%) に6箇月浸せきした後の塩化物イオン侵入深さ

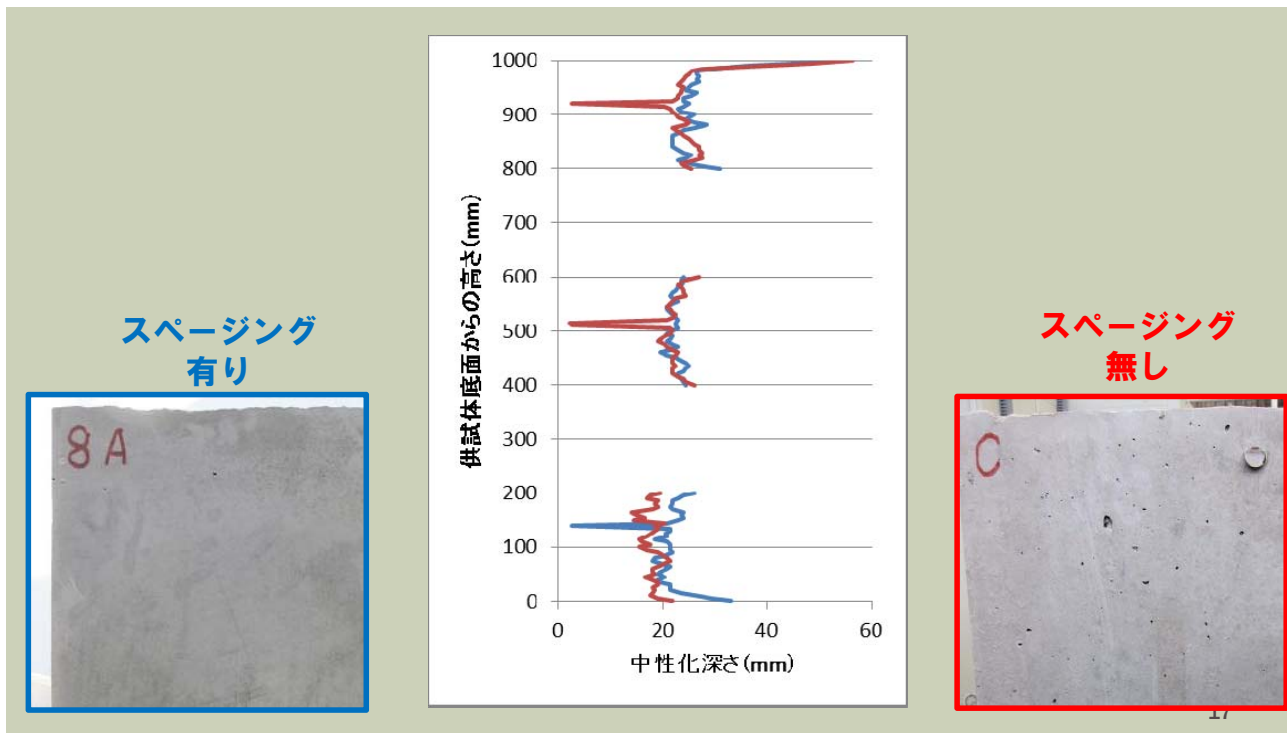


約0.3m

美観は明らかに改善

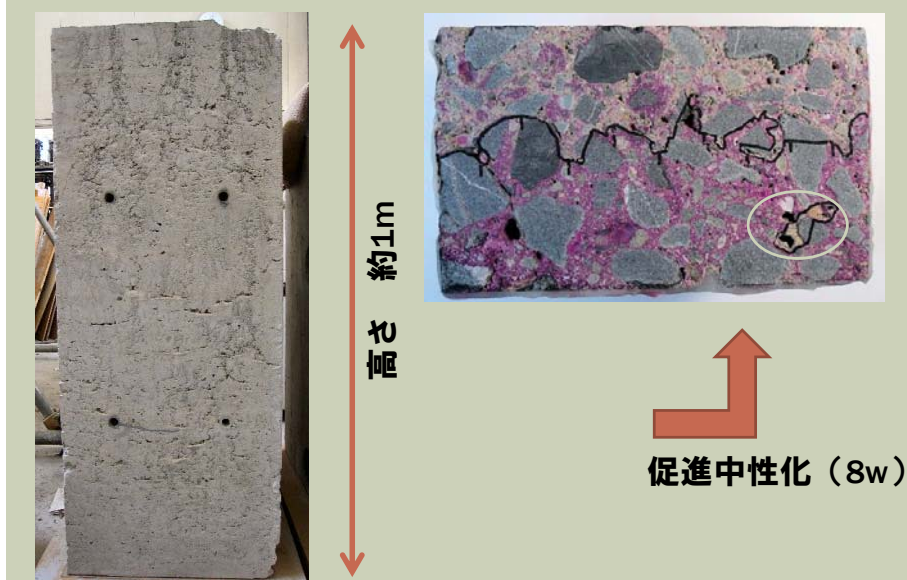


# 促進中性化深さ (W/C=65%, 8W)



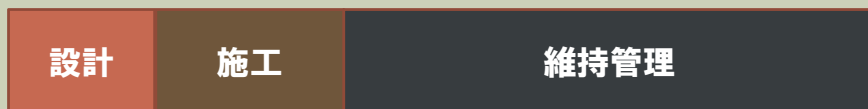
## ただし

- 脱水機能をもった型枠は、明らかに効果有り
- 著しい水みち（表面の荒れ）は品質低下

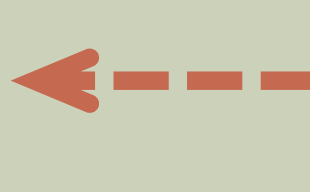


# より高所から生産性向上を捉えると

- 設計→施工→維持・更新



ライフサイクル全般を総合すれば  
維持管理負担の軽減が  
もっとも効果的では???



耐久性に優れた構造物を作ることが基本  
維持管理面での工夫に対する期待

# 例えば補修対策に目を転じると

- 第3期中期研究プロジェクトで構造物の補修技術の研究実施
  - 補修工に対する要求性能の整理や施工管理の要点を提示
  - しかし、課題は山積
- 例えば、多種多様の補修材料
  - 材料の性能評価試験法の確立はまだ不十分
- 多種多様の工種
  - はつりや素地調整の要求レベルの提示に至らず
  - 旧断面の状態把握と対策の適合性の判断は？
- 体系化と補修設計のレベル向上が必要
  - 補修工法の効果の見きわめや限界が提示できず
- ひいては、補修なのか、作り替えなのか、の判断
  - 維持管理の生産性向上に直結するはず

# コンクリート構造物 ならではの点検の課題

- ひび割れに対する見きわめは？
  - 画像認識技術の向上を受け止める必要
  - いまだに、問題とならないひび割れと、深刻なひび割れの区別は曖昧
  - 構造物の種類や、置かれる環境条件、構造物に求められる性能、信頼性によっても違うはず
  - こうした曖昧さを解消しないと、新たに開発された技術が受け止められない。
  - これも、点検診断の生産性向上に深く関わるどころ

**ご静聴有り難うございました。**