

第47回 PC技術講習会

特別講演

教科書を見直そう

九州工業大学
日比野 誠

教科書的なアルカリ骨材反応

1930年代 アメリカで異常なひび割れが発生

1940年 Stantonによって原因解明

アル骨の噂？

50年 「アル骨はアメリカだけ」
「骨材の産地は限定されている」

60年 「危ないのは碎石, 川砂利は大丈夫」

70年 アル骨反応は3つ ペシマム条件もある

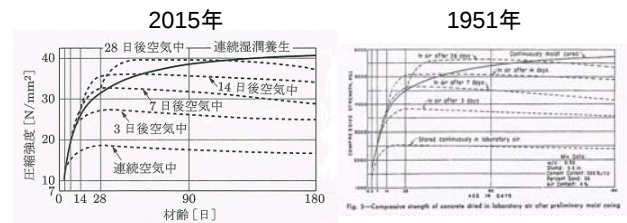
80年 建設省 総合プロジェクト

骨材の試験方法, 総量規制, 低アルカリ形セメント
混和材の使用

アルカリ骨材反応の現状

- ・ほとんどの岩種で発生する 輸入骨材
- ・鉄筋も破断する場合がある
- ・主要な膨張機構はアルカリシリカ反応
- ・塩害, 凍害との複合劣化
- ・遅延膨張性も判明
- ・低アルカリ形セメントは生産されていない

定番のグラフ



70年前のアメリカのデータは,
現在の日本のコンクリートを表しているか？

示方書の根拠？



示方書と技術者

示方書を作る技術者

示方書に従う技術者

示方書を使う技術者

根拠と守備範囲

コンクリートの教育や示方書の改訂作業で気付いた疑問について個人的に調べてみました。

教科書・参考書

2000年以降



1990年代



歴代の示方書



昭和30年代の文献



土木図書館デジタルアーカイブス

コンクリート標準示方書 昭和6～42年版
昭和24年制定 無筋コンクリート編

戦前土木名著100書

吉田徳次郎

コンクリート及鉄筋コンクリート施工法
昭和17年



コンクリート及鉄筋コンクリート施工法

S17版



内部振動機
コンクリートポンプ

S31版



AEコンクリート
レディーミクストコンクリート

本日の疑問

なぜスランプは8cmだったのか？

従来から土木用のコンクリートはスランプ8cmが
標準とされてきたが、その根拠はなんだったのか

スランプの標準値

国土交通省 通知 平成29年4月21日

現場打ちの鉄筋コンクリート構造物におけるスランプ
値の設定等について

現場打ちの鉄筋コンクリート構造物の施工にあたっては、「流動性を高めた現場打ちコンクリートの活用に関するガイドライン」を基本とし、構造物の種類、部材の種類と大きさ、鋼材の配筋条件、コンクリートの運搬、打込み、締固め等の作業条件を適切に考慮し、スランプ値を設定するものとする。ただし、一般的な鉄筋コンクリート構造物においては、スランプ値は12cmとすることを標準とし、特記仕様書に明記する。

スランプ8cmの疑問

流動性を高めた現場打ちコンクリートの活用に関する
ガイドライン 2017年 まえがき

一般的な構造物では、**昭和42年版の土木学会コンクリート標準示方書**で目安として示された**スランプ5～12.5cmの平均値**であるスランプ8cmのコンクリートの使用が一般的になり、いつしか**土木構造物用のコンクリートはスランプ8cmとする考え方が定着した**。

でも、スランプ8cmは**上限値**として運用されてきた

スランプ8cmの疑問

CL126 施工性能指針 2007年 序文

コンクリートの施工性能を保证するためにスランプの標準値が具体的に記述されたのは、**昭和49年版のコンクリート標準示方書**からである。

中 略

一般の場合において**5～12cmの平均値**が、契約等において「**土木用コンクリートはスランプ8cmが標準**」ということとして扱われるようになってきた。

スランプは徐々に8cmになったのか？

スランプは3インチ

小柳先生曰く

スランプは8cmじゃなく、**3インチ(7.5cm)**なんだよ。
その昔、スランプ3インチ以上はコンクリートに非ず、
と言われていたからね。ハハハハハ！

百万遍の居酒屋にて

やっぱり、8cmは上限値なのか、
でも、実際には12cmも使用されている。

示方書におけるスランプの標準

S24版 鉄筋コンクリート

2編 施工 第4章 配合 31条 ウオーカビリティー

振動締固めをしない場合、各種構造物にたいするスランプは表-9の値を大体の標準とする。**振動機を用いる場合は、一般に表-9の値より小さいスランプを用いなければならない。**

表-9 スランプ

構造物の種類	スランプ (cm)
版、はり、壁、柱	7.5～15
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

【解 説】 無筋解説 27条 参照

示方書におけるスランプの標準

S24版 無筋コンクリート

第4章 配合 27条 ウオーカビリティー 【解説】

振動機を用いる場合は、振動機を用いない場合より、一般に、かた練りのコンクリートを用いなければならない。表-9に示すスランプは振動機を用いない場合にたいするものであるから**振動機を用いるときには、コンクリートのスランプは一般に8cm以下とし表-9の値から3～5cmを引いた値とするのがよい。**

振動機の使用がスランプの上限値に影響している

振動締固めの採否

S17版 吉田本 第8章

§ 169 振動締固めに関する注意事項

(1) 振動締固めの採否

鉄筋が錯綜している場合などにおいて、コンクリートが鉄筋の間および型枠の隅々によく行き渡るために、相当軟練りのコンクリートが必要である時に振動締固めを行うのは誤りである。斯くの如き場合は、振動締固めにより、**非常に材料の分離を起す恐れがある。**一般に、**スランプが7.5cmを超過するコンクリートにおいて、振動締固めを採用しないのである。**

振動締固めの採否

S31版 吉田本 第9章 § 246 振動締固めの採否

鉄筋がこんでいるとき、近寄り難いところ等で、コンクリートが鉄筋の間および型枠の隅々によく行き渡らせるために相当やわ練りコンクリートの使用が必要である場合に、振動締固めをするのはよくない。それは、ひどく材料の分離をおこすおそれがあるからである。一般に、スランプが10cm以上のコンクリートは、振動締固めしない。

打込み・締固め時の材料分離を防止するために軟練りコンクリートの振動締固めを禁止している。

スランプ12.5～20cm

締固め方法とスランプの推移

示方書 鉄筋コンクリート編 **スランプの標準**

	振動締固め	部 材	スランプ(cm)
S24	なし	版, はり, 壁, 柱	7.5～15
S31	なし	版, はり, 壁, 柱	7.5～15
S42	あり	一般の場合	5～12.5
S49	あり	一般の場合	5～12
S61	あり	一般の場合	5～12

スランプ10cm以上でも振動締固めが可能？

締固め方法とスランプの推移

示方書 無筋コンクリート編 **スランプの最大値**

	振動締固め	部 材	スランプ(cm)
S24	なし	基礎, ケーソン, 地下壁	2.5～10
S24	あり	基礎, ケーソン, 地下壁	8以下
S31	あり	かなりマッシュ 基礎, 橋脚, 厚い壁	7.5以下
S42	あり	かなりマッシュ 基礎, 橋脚, 厚い壁	8以下
S49	あり	無筋コンクリート	2.5～8

S49版は、無筋・鉄筋併号

スランプは、標準値 or 最大値？

	無筋コンクリート		鉄筋コンクリート	
	振動締固め	スランプ	振動締固め	スランプ
S31	あり	8以下	なし	7.5～15
S42	あり	7.5以下	あり	5～12.5

- ・振動締固めによる材料分離を懸念するのであれば、振動締固めを採用する場合、スランプは最大値を規定？
- ・S42には、スランプ10cm以上でも材料分離が低減したか？

AE コンクリート？

締固め方法とスランプの推移

示方書 鉄筋コンクリート編 **スランプの標準**

	振動締固め	部 材	スランプ(cm)
S24	なし	版, はり, 壁, 柱	7.5～15
S31	なし	版, はり, 壁, 柱	7.5～15
S42	あり	一般の場合	5～12.5
S49	あり	一般の場合	5～12
S61	あり	一般の場合	5～12

鉄筋コンクリートでスランプ8cmが「上限値」の根拠は？

水密コンクリートのスランプ

S17版 吉田本
第15章 水密コンクリート, 防水工及び防湿工
§ 328 概説

コンクリート又は鉄筋コンクリートを防湿, 防水的ならしめることは, 地下室, 水槽などの場合に必要であるばかりでなく, 構造物を耐久のならしめるため, 衛生的ならしめるため, 及びコンクリート面に生じる凝花(エフロレッセンス)を防ぐため, 等にも必要である。

水に直接接触するコンクリートだけでなく, 密実で耐久性のあるコンクリート全般

水密コンクリートのスランプ

S17版 吉田本
第15章 水密コンクリート、防水工及び防湿工
§ 329 水密コンクリートの施工

水密コンクリートを作る方法を一言で言えば、前章に於いて述べた、コンクリートの施工法を厳守することに帰する。

(7)流動性はスランプ12cm以下が適当である。振動締固めを行う場合は、スランプを10cm以下とすることが絶対に必要である。

水密コンクリートのスランプ

(1)振動締固めの採否
一般に、スランプが7.5cmを超過するコンクリートにおいて、振動締固めを採用しないのである。

水密コンクリートを作る方法を一言で言えば、前章に於いて述べた、コンクリートの施工法を厳守することに帰する。

(7)流動性はスランプ12cm以下が適当である。振動締固めを行う場合は、スランプを10cm以下とすることが絶対に必要である。

本当は、7.5cm以下のつもり

水密コンクリートのスランプ

S17版 吉田本
第15章 水密コンクリート、防水工及び防湿工
§ 329 水密コンクリートの施工

(7)流動性はスランプ12cm以下が適当である。振動締固めを行う場合は、スランプを10cm (7.5cm) 以下とすることが絶対に必要である。

突き固めであればスランプ12cmまでOK

振動締固め時のスランプに対して厳しい見解

水密コンクリートの施工

S17版 吉田本 § 329 水密コンクリートの施工

- (3) なるべく密度の大きいコンクリート
- (4) 富配合を用いる
S31版;富配合のAEコンクリート
S49版示方書;良質な減水剤またはAE剤
- (5) 断面が薄い場合W/C 53%以下, 厚い62%以下
S49版 示方書;W/C 55%以下
- (7) スランプは12cm以下, 振動締固め;10cm以下
- (9) 材料分離を最小, 適当な締固め, 豆板, 空隙, レイタンスのない均等質のコンクリート

水密コンクリートのスランプ

鉄筋コンクリート、水密コンクリートのスランプ

	振動締固め なし	振動締固め あり
S24	10cm 以下	7.5cm 以下
S31	12.5cm 以下	7.5cm 以下
	振動締固め あり	振動締固め なし
S42	8cm 以下	いくぶん大きい
S49	8cm 以下	いくぶん大きい
S61	—	—

水密コンクリートに対する認識

S17版 吉田本

コンクリート又は鉄筋コンクリートが、海水、酸、アルカリ、氷雪等の為に腐蝕される主な原因の1つは、コンクリートの水密性の不足に基因する場合が多い。水密性の大きいコンクリートは、一般にこれらの影響に対して好成績を示している。

S61版 示方書 施工編 18章 水密コンクリート

水密性を要するコンクリート構造物とは透水、透湿により、構造物の安全性、耐久性、機能性、維持管理、外観などに影響を受ける構造物で各種貯蔵施設、地下構造物、水理構造物、貯水槽、プール、上下水道施設、トンネルなどがあげられる。

今は混和剤があるから

混和剤がない時代、スランブが小さなコンクリートは、単位水量が少なく、密実で耐久性が大きい。

今は混和剤があるから、WとW/Cが適切なら、
混和剤でスランブを大きくしても耐久性は確保できている。

でも、スランブの上限値(8cm)が、打込み・締固め時の材料分離を防止するために規定されていたのならば、混和剤が使用されたコンクリートの材料分離も確認しなければならないのかもしれない。

50cm以下の間隔で、5～15秒間