

技術講習会（第5回）

- コンクリートのひび割れ抑制対策 -
平成21年11月26日(木):周南市文化会館 大ホール

5 生コンに関する話題

JIS A 5308改訂、乾燥収縮

山口県生コンクリート工業組合 技術委員会 委員
周南生コンクリート協同組合 技術委員会 委員長
西村好夫

1

1. 生コンの商品化および需要量

- 1949年7月(昭和24年)工業標準化法制定
→ 日本工業規格: JISの誕生(60年前)
- 60年間の生コン生産量 → 100億 m^3
20年前 → 2億 m^3 / 年
近年 → 1億 m^3 / 年
- セメント生産高9,000万ト → 4,300万ト

2

2. 近年の生コン基準類改訂

2.1 はじめに

■ コンクリート標準示方書改訂:

2007年(平成19年)7月

・ 構造物への打込み最小スランプ値が明確に

練直後の目標スランプ → 選定責任: 製造側

$$11.5\text{cm} + \text{運搬ロス} 2.0\text{cm} = 13.5\text{cm}$$

荷卸箇所での目標スランプ → 選定責任: 施工側

(但し品質責任: 製造側)

$$7.0\text{cm} + \text{現場運搬ロス} 2.0\text{cm} + \text{許容差} 2.5\text{cm} = 11.5\text{cm}$$

打込箇所での最小スランプ → 選定責任: 施工側

$$\text{決定} = 7.0\text{cm}$$

3

■ コンクリートの乾燥収縮率の規定化

< 土木学会 >

コンクリート標準示方書(設計編)2007.7制定
「2008.3発刊」

12×10^{-4} 程度を想定

コンクリート標準示方書(施工編)2007.7制定
「2008.3発刊」

10×10^{-4} を超えないことを確認

4

その他の改定事項

- 再生骨材Hの追加規定
- スラッジ水の利用を促進(環境の配慮)
- コンクリートミキサ(JISA 8603)の適合確認
- 付着モルタルの適用範囲を拡大
- アンボンドキャッピング方法の見直し
- 塩化物含有量測定器の使用承諾に関する見直し
- JISA 5005(コンクリート用砕石及び砕砂)改正内との整合性

7

様式変更(レディーミクストコンクリート配合計画書)

- 日本工業規格A列4番(210mm×297mm)
平成21年9月20日から運用開始(6か月の猶予期間)

本配合の適用期間に加え「標準配合又は修正標準配合の別」を記入

水セメント比の目標値の上限

単位水量の目標値の上限

アルカリシリカ反応性による区分・試験方法

骨材の微粒分量の範囲(%)

スラッジ水使用時の目標スラッジ固形分率(%)

備考欄に骨材の質量配合割合、混和剤の使用量については、断りなしに変更する場合がある

8

図1 レディーミクストコンクリートの配合計画書

様式変更(レディーミクストコンクリート納入書)

- 日本工業規格A列5番(148mm×210mm)又はB列5番(182mm×256mm)

平成22年4月1日から運用開始(1年の猶予期間)

レディーミクストコンクリート納入書											
										No. _____	
										平成 ____ 年 ____ 月 ____ 日	
製造会社名・工場名 _____											
納入場所											
運搬車番号											
納入時刻		発着		時 分							
納入容積		積		m ³			累計		m ³		
呼び方		レディーミクストコンクリートの種類による記号		呼び強度		スラブ又はスラブフロー		粗骨材の最大寸法		セメントの種類による記号	
納入単位量を追記											
配合表											
セメント	混和材	水	細骨材①	細骨材②	細骨材③	粗骨材①	粗骨材②	粗骨材③	混和剤①	混和剤②	
水セメント比	%	水結合材比	%	細骨材率	%	スラグ/固形分率	%				
備考 配合の種類: <input type="checkbox"/> 標準配合 <input type="checkbox"/> 修正標準配合 <input type="checkbox"/> 計量読取記録から算出した単位量 <input type="checkbox"/> 計量印字記録から算出した単位量 <input type="checkbox"/> 計量印字記録から自動算出した単位量											
荷受職員認印		その他、配合の種類を備考欄に追記			出荷係認印						

納入書に単位量を追記

標準配合
修正標準配合
計量読取記録から算出した単位量
計量印字記録から算出した単位量
計量印字記録から自動算出した単位量

図2 レディーミクストコンクリート納入書

9

2.3 コンクリートの乾燥収縮率

2.3.1 乾燥収縮の取扱い根拠

- 土木学会:コンクリート標準示方書

12×10^{-4} は当面の対策値、 10×10^{-4} を超えないことが基本

■ 建築学会: JASS5

これまで施工された鉄筋コンクリート造構造物の知見より
 $3 \sim 4 \times 10^{-4}$ を超えるとひび割れが発生

↓
拘束された実構造物の乾燥収縮率
拘束されない実験室での乾燥収縮率 = $0.5 \sim 0.75$

↓
実験室での乾燥収縮率は $6 \sim 8 \times 10^{-4}$ (1976年)

↓
単位水量規制 $185 \text{ kg} / \text{m}^3$ 以下 (1975年、1986年)

↓
単位水量が支配的要因の指摘: 国交省 (2003年)
 $\pm 15 \text{ kg} / \text{m}^3$ 以上: 是正調整、 $\pm 20 \text{ kg} / \text{m}^3$ 超えると返品

↓
耐久性向上・品質管理や検査規定の充実化、ヤング係数
計算値の80%以上、乾燥収縮率 8×10^{-4} 、等の規定化

11

2.3.2 乾燥収縮の抑制対策

- 単位水量はできるだけ少なくする。
- **セメント**: アルミン酸三カルシウム (C3A) 量が多いほど、粉末度が細かいほど、三酸化硫黄 (SO₃) が少ないほど収縮量は大きくなる。(中庸熱、低熱、耐硫酸塩、フライアッシュセメントは収縮量が小さい)
- **混和材**: 膨張材、収縮低減材を使用する。
- **骨材**: 吸水率の大きい骨材やヤング係数の小さい骨材は使用しない。
- 石灰石粗骨材は、収縮低減に効果があるとされる。(軟質砂岩、粘板岩は収縮が大きいとされる)

12

2.3.3 乾燥収縮試験方法

JISA1129 - 1、2、3

「モルタル及びコンクリートの長さ変化試験方法」

JISA1129 - 1 第1部 : コンパレータ方法
JISA1129 - 2 第2部 : コンタクトゲージ方法
JISA1129 - 3 第3部 : ダイヤルゲージ方法

13

試験条件(実績より)

供試体寸法 : $100 \times 100 \times 400 \text{mm}$

供試体個数 : 同一条件の試験は3個

基長 : その1・2は200mm以上、その3は400mm

測長及び質量測定環境 : 温度 20 ± 1

養生 : コンクリート打設後7日間 20 ± 2 の水中養生

基長の測定と保存 : 材齢7日で基長測定、温度 20 ± 2 、相対湿度 60 ± 5 の室内で

保存

長さ変化率測定 : 1週、2週、3週、4週、6週、8週、
10週、13週、17週、21週、**26週**

基長

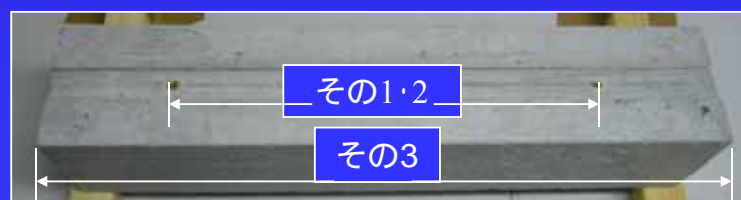


図3 乾燥収縮試験の基長

14

その1 コンパレータ方法(JISA 1129 - 1)



図4 コンパレータ法

15

その2 コンタクトゲージ方法(JISA 1129 - 2) ホイットモア:測定器

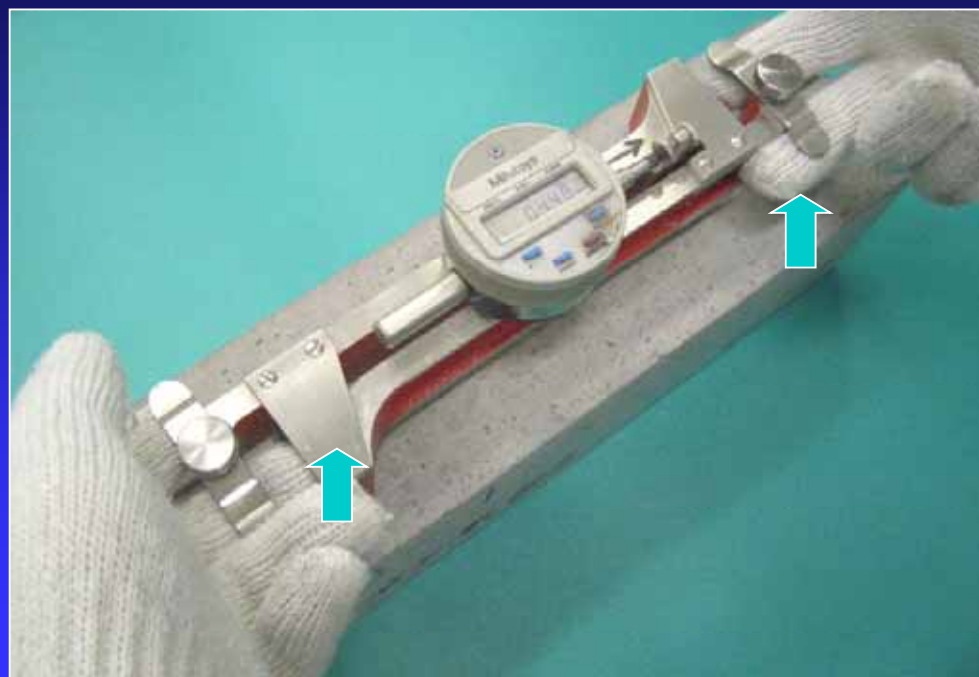


図5 コンタクトゲージ法(ホイットモア)

16

その3 ダイヤルゲージ方法



図6 ダイヤルゲージ法

2.3.4 乾燥収縮とヤング係数の関係

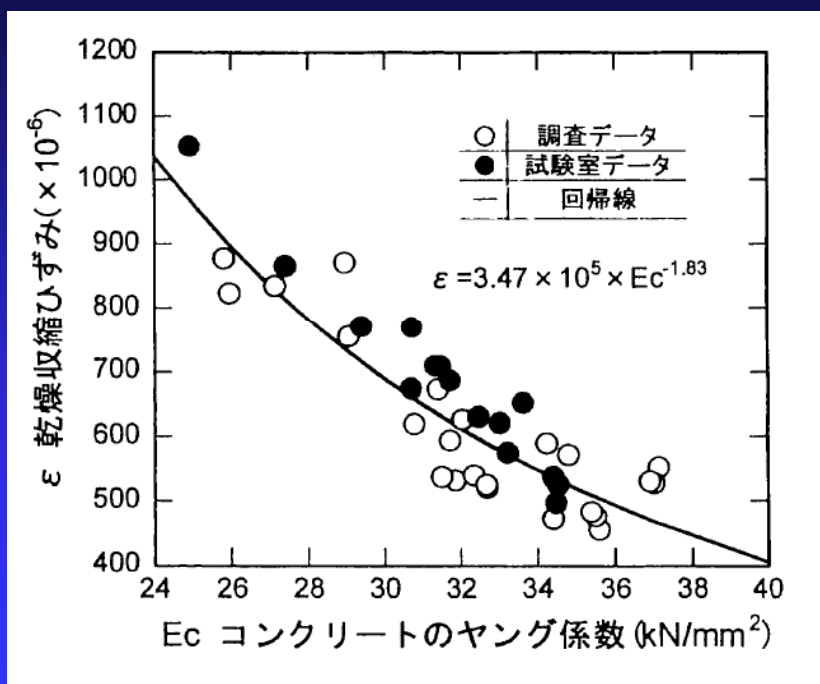


図7 乾燥収縮とヤング係数の関係

圧縮強度とヤング係数の関係

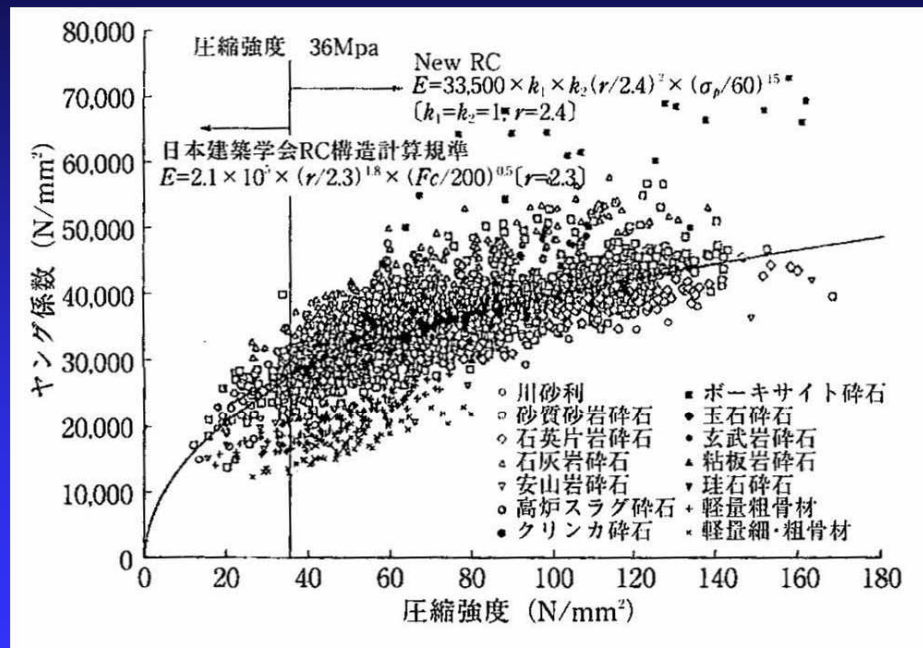


図8 圧縮強度とヤング係数の関係

19

圧縮強度とヤング係数の関係

$$E = k_1 \times k_2 \times 3.35 \times 10^4 \times \left(\frac{\gamma}{2.4}\right)^2 \times \left(\frac{\sigma_B}{60}\right)^{1/3}$$

E : コンクリートのヤング係数 (N/mm²)

γ : コンクリートの単位容積質量 (t/m³)

σ_B : コンクリートの圧縮強度 (N/mm²)

k1 : 粗骨材の種類により定まる修正係数

k2 : 混和材の種類により定まる修正係数

20

ヤング係数算出のための修正係数 k_1 、 k_2

k_1 : 粗骨材の種類により定まる修正係数

1.2	石灰岩碎石、焼ボーキサイト
0.95	石英片岩碎石、安山岩碎石、玄武岩碎石、粘板岩碎石、玉石碎石
1.0	その他の粗骨材

k_2 : 混和材の種類により定まる修正係数

1.1	フライアッシュ
0.95	シリカフューム、高炉スラグ微粉末
1.0	混和材を使用しない

21

2.3.5 単位水量と乾燥収縮率(6か月)の関係

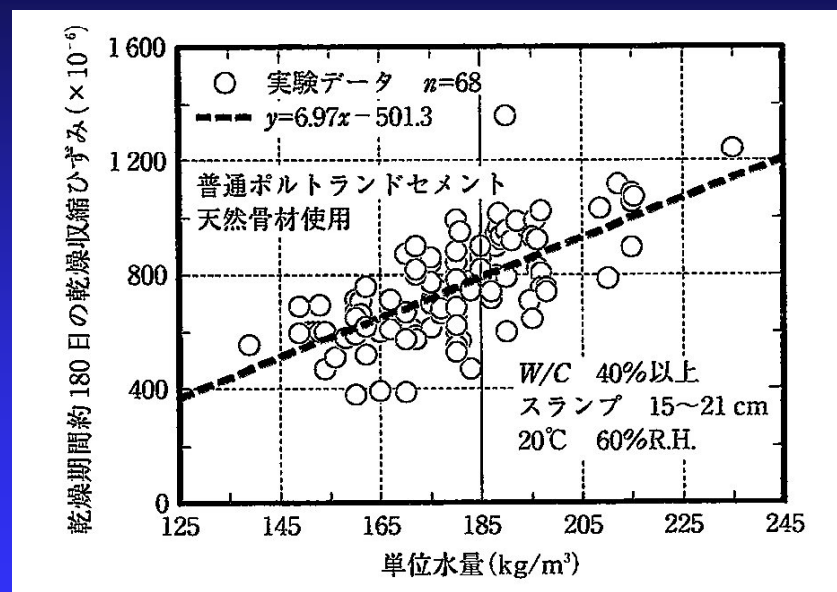


図9 乾燥収縮と単位水量の関係

22

2.3.6 乾燥収縮実態調査結果の報告(全国版)

全国生コンクリート工業組合連合会技術委員会報告資料より抜粋

< 乾燥収縮試験の結果(602データ): 6か月乾燥収縮率 μ >

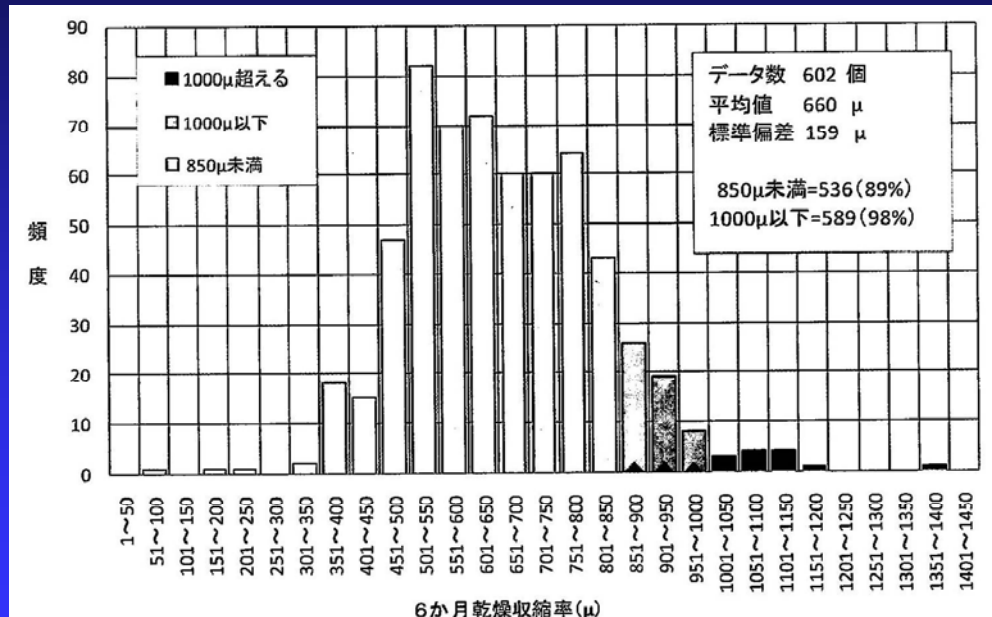


図10 乾燥収縮試験の結果(全国)

乾燥収縮実態調査結果の報告(全国版)(2)

全国生コンクリート工業組合連合会技術委員会報告資料より抜粋

< 粗骨材の岩種が乾燥収縮率に及ぼす影響311データ >

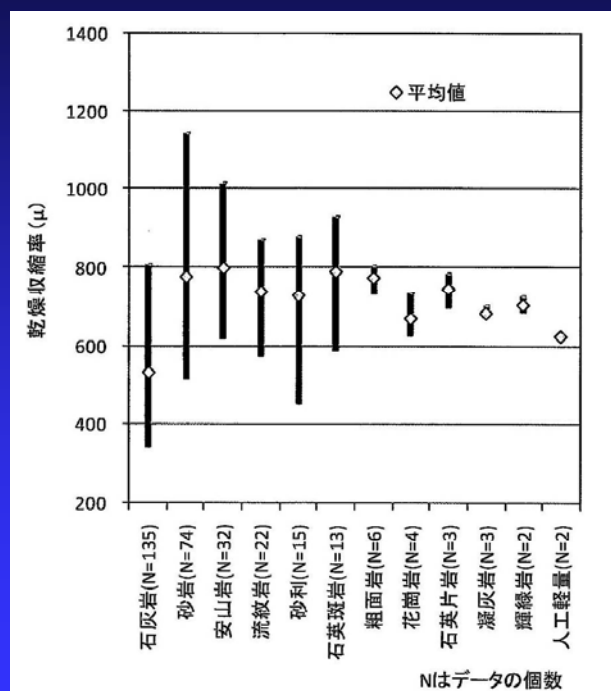


図11 粗骨材の岩種が乾燥収縮率に及ぼす影響

2.3.7 乾燥収縮実態調査結果の報告(山口県版)

全国生コンクリート工業組合連合会技術委員会報告資料より抜粋
乾燥収縮試験の結果(41データ):6か月乾燥収縮率 μ

水セメント比の範囲	: 44% ~ 64% (呼び強度33 ~ 18)
単位セメント量の範囲	: 235 kg / m ³ ~ 420 kg / m ³
単位水量の範囲	: 148 kg / m ³ ~ 185 kg / m ³
セメントの種類	: N(35個)、BB(6個)
混和剤の種類	: AE減水剤(36個)、高性能AE減水剤(5個)
細骨材の岩種	: 石灰岩、砂岩(硬質)、安山岩、その他の砕砂、砂(海砂)
粗骨材の岩種	: 石灰岩、砂岩(硬質)、安山岩、ひん岩

25

乾燥収縮実態調査結果の報告(山口県版)(2)

全国生コンクリート工業組合連合会技術委員会報告資料より抜粋
乾燥収縮試験結果 : 山口県41データ

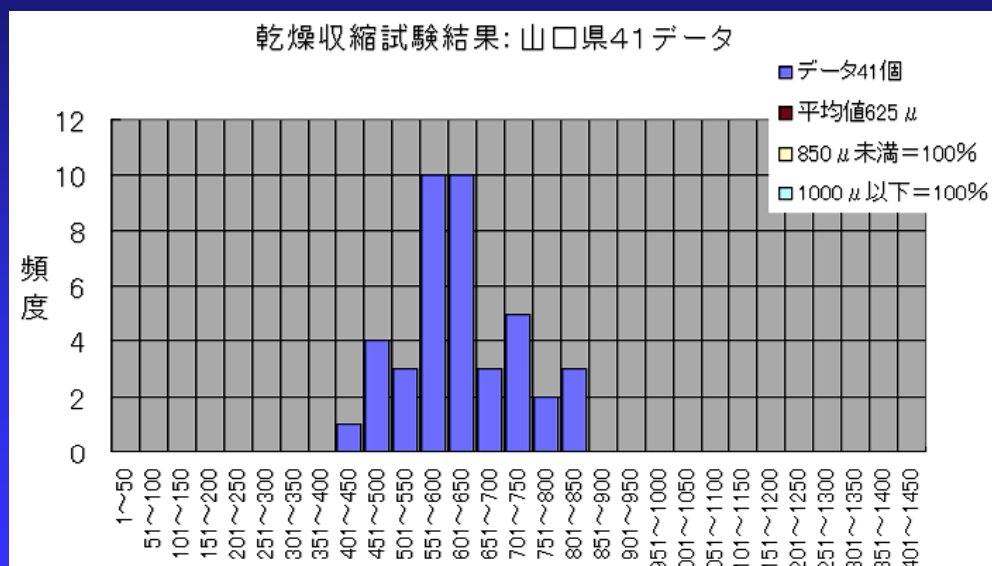


図12 乾燥収縮試験の結果(山口県)

26

3. 考察

3.1 骨材生産者

keyword: 川上管理を視野に展開

砕石、砕砂のJIS認証取得

原石コア供試体による品質性能試験の実施

- ・ 「密度・吸水率」、「圧縮強さ」、「静弾性係数」、「吸水膨張」、「乾燥収縮」

コンクリート用砕石を用いたコンクリート試験の実施

- ・ 「配合」、「フレッシュコンクリートの性状」、「圧縮度」、「静弾性係数」、「乾燥収縮」

27

3.2 生コン生産者

keyword: 製造工程に集中できる管理体制

単位水量が所定の値以下でも乾燥収縮を起源とするひび割れ発生事例

乾燥収縮率の小さいコンクリートが要求され抜本的な対応の必要性

- ・ 耐久性向上、メンテナンスの必要性等により、ひび割れの入りにくい選定

定期的にデータ採取および情報の整備

短期乾燥期間と26週との早期判定式の採用

- ・ 6か月の推定値 = 2.11×4 週測定値 (実測より高く試験値を安全側に)

28

3.3 施工者、設計者、官庁

keyword: 同じ土俵で情報の共有

基準値を遵守すればひび割れが出ないということではない

- ・ 乾燥収縮だけでなく温度ひび割れもあり養生など時間的制約の見直し要
- ・ 鉄筋比や誘発目地など意匠、構造設計に関わる対策も必要

基準値が神話化しないよう土木・建築とも統一見解が示されることを要望

29

3.4 乾燥収縮試験簡易方法の取組

「ひずみゲージ」によるデータロガーでの簡易計測実施中
徳山高専: 共同研究



図13 ひずみゲージを用いた簡易乾燥収縮試験

30

4. 全体のまとめ(今後の展開)

< コンクリート構造物の品質確保 >

1. 必要な試験結果 + 原材料・生コン製品は適切な情報開示
2. 要求性能を満足し構造物建造までに各段階での連携が重要
3. 正直(技術者倫理)、親切(意見具申、説明責任)に活動

31

< マーク制度の遵守と品質管理責任者の義務 >

1. コンクリート構造物の品質を確保するためのマークの権威
2. 全国統一品質管理監査(産官学体制)の更なる厳格体制
3. 品質管理責任者の組織内位置付けと重責義務

32

ご清聴ありがとうございました