

防水の下地であるコンクリートとは。。。

日 本 大 学
湯 浅 昇

1

本日お話しすることは、
「防水下地としてのコンクリートとは。。。」

- 第1部 コンクリートというもの
- 第2部 下地スラブの施工
- 第3部 水分の検査
- 第4部 委託実験「固定用アンカーのビス穴を有する床スラブの曲げ耐力」

2

第1部 コンクリートというもの

コンクリートが
建築構造材料として使われる理由

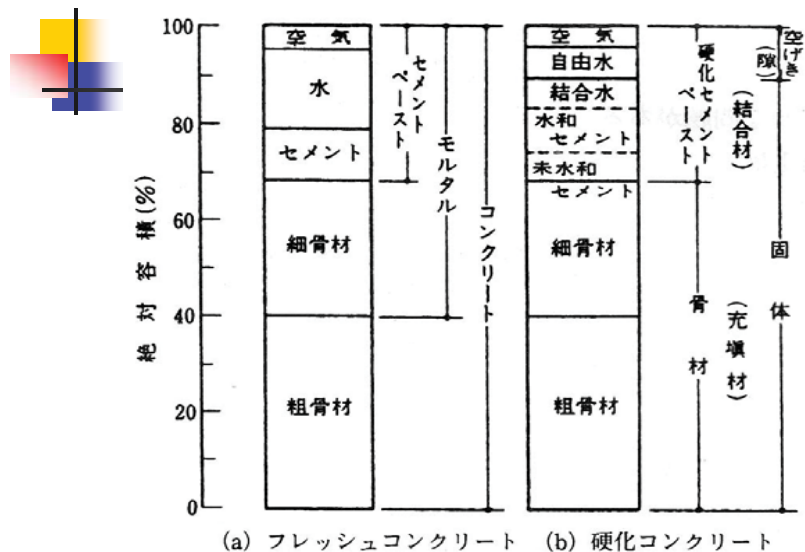
- 圧縮強度が大きい
- 材料の入手が容易で有り安価
- 燃えない・有害ガスが発生しない
- 耐久性がある

コンクリートの材料

- セメント
- 水
- 砂＝細骨材(5mm以下)
- 砂利＝粗骨材(5mm～25mm)

- 化学混和剤

コンクリートのおよその組成



コンクリート：セメント、水、砂、砂利を混ぜて製造
硬化はセメントと水の水和反応（化学）による

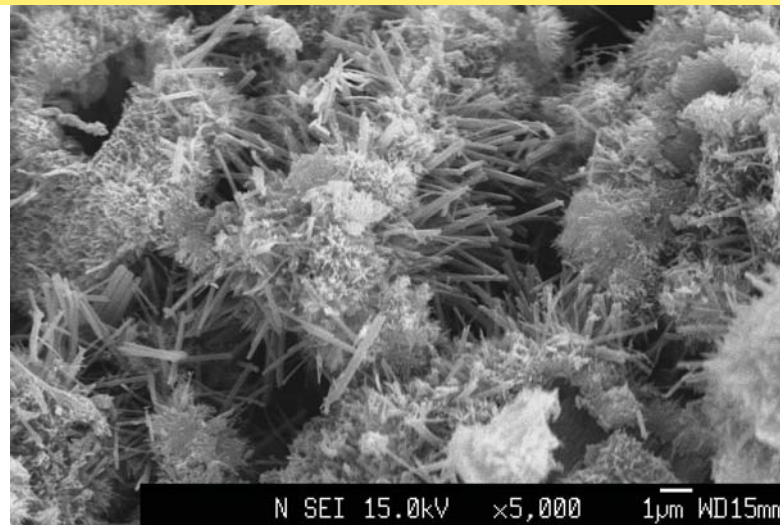
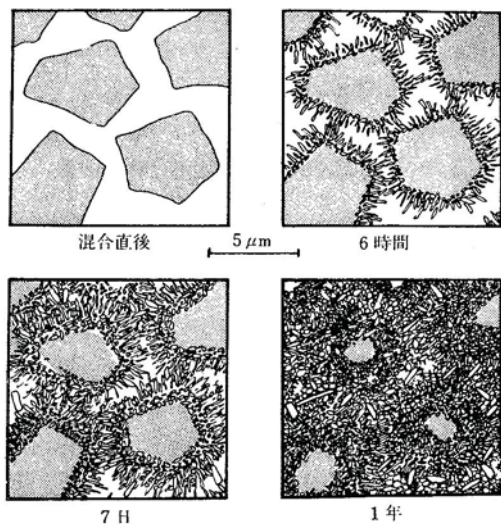


写真 普通ポルトランドセメントペースト(W/C:50%、材齢1日)の水和
(長さ1~4μm程度の柱状の結晶はエトリンガイト、基盤をなす微細な繊維状の物質はC-S-H)

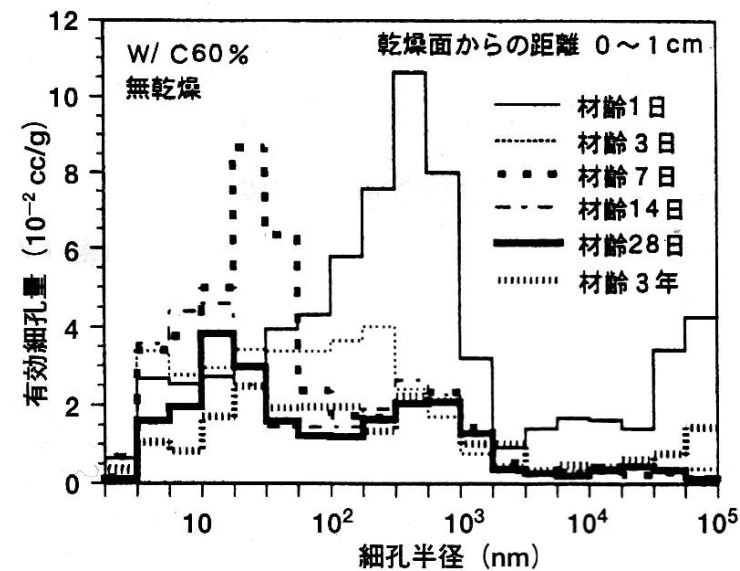
コンクリートはどのようにして強度が発現するのか、凝結、硬化の模式図

水和の進行



水和に伴うコンクリートの細孔径分布の変化

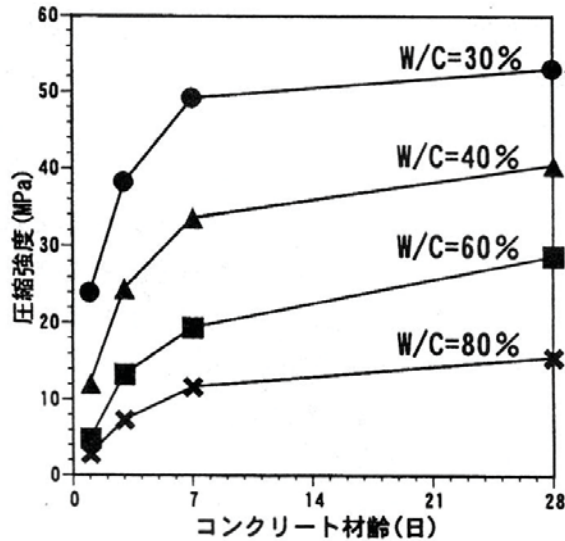
組織の緻密化



コンクリートはどのようにして強度が発現するのか、

材齢と圧縮強度の関係(20°C、封かん)

組織の緻密化が強度を増加させる



221kN (φ10cm) →
28.0 N/mm²
直径10cmのコンクリートに50kgの人間がも440名載れる

第2部 下地スラブの施工

防水の下地

- 現場打ちコンクリート
- プレキャストコンクリート(Pca)
- ハーフプレキャストコンクリート
- ALC

コンクリートの打設

標準の施工要領

コンクリート打設
荒ならし(土工)
レベル出し, ならし(土間工)
定規ずり
↓
むら直し
金ごて仕上げ
養生

コンクリート打設



① 荒ならし(土工)



② ならし(土工), レベル出し



② ならし(土工), レベル出し



③ 定規ずり



⑤ むら直し

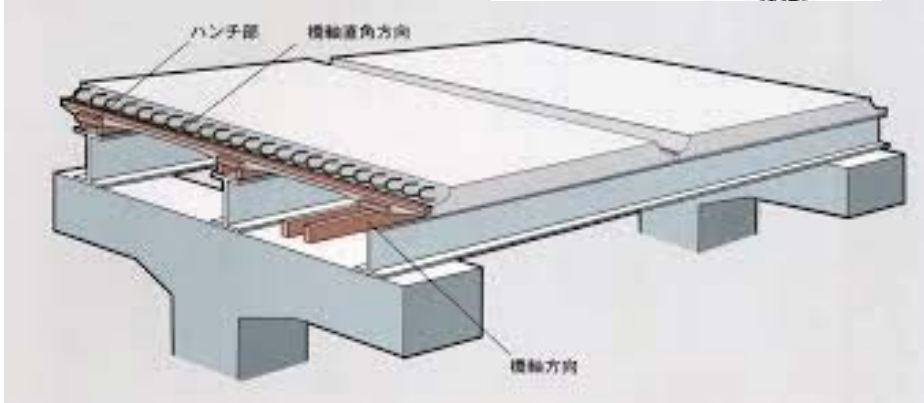
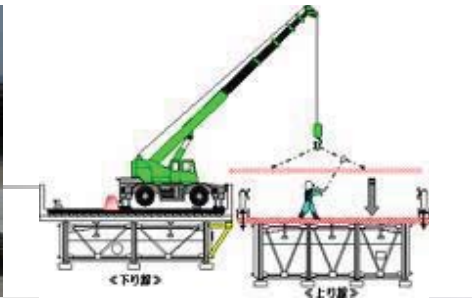


⑥ 押え



こて仕上げの回数

種別	こて仕上げの回数	
	木ゴテ	金ゴテ
床用	1	2
防水下地用	1	1

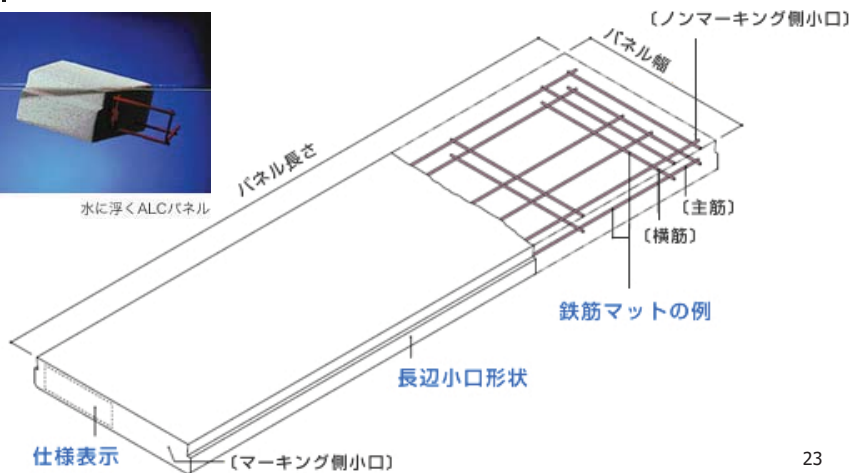


PC合成床版敷設状況

ALC “Autoclaved Lightweight aerated Concrete”
 (180°C10気圧の高温高圧蒸気養生(約10時間)
 された軽量気泡コンクリート)



水に浮くALCパネル



第3部 水分の検査

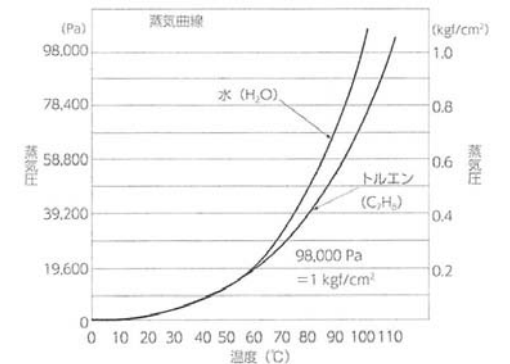


防水層**施工後**の、**水**は

防水層に圧をかける

→ふくれ

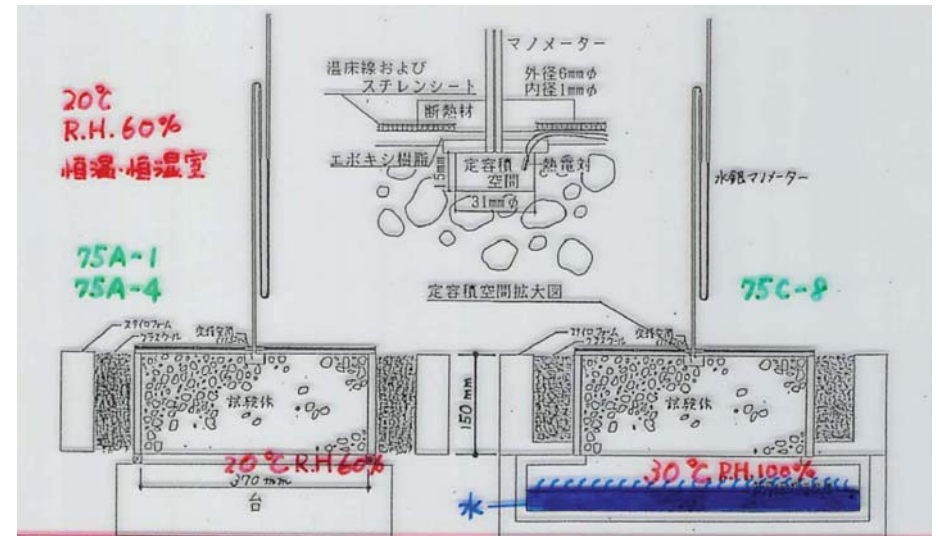
・水蒸気圧
 (温度依存性大)として



防水層のふくれ



撮影は小池先生



旧JASS8における防水施工の目安 「Kettの水分計を用いて8%」



KettのCH-2型

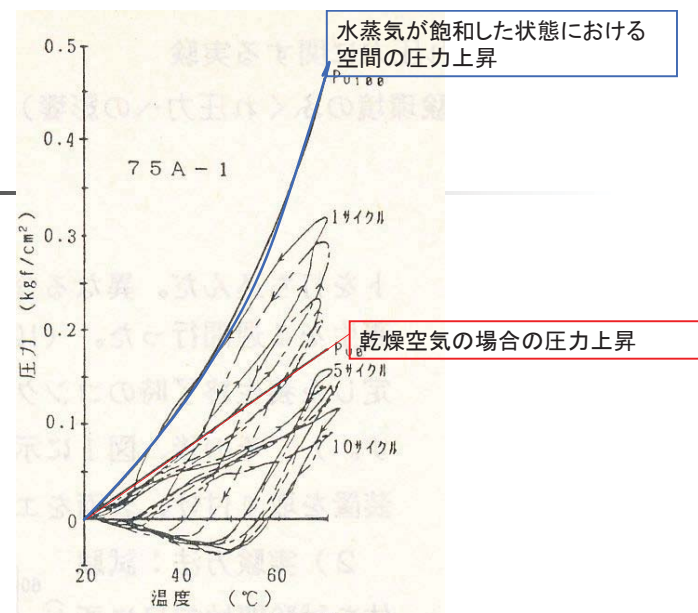


図3 繰り返しに伴う圧力の減少と理論圧力曲線

JASS 8 の下地に関する記述の変遷

昭和27(1952)年

JASS 8 「防水工事」の初案

「アスファルトプライマーの塗り方 下地が充分乾燥した後、よく清掃して塗布する。」とある。

昭和37 (1962) 年 (単独の出版物)

下地の第一番目の記述として、

「十分乾燥していること。」

Kettの水分計の記述の出現

昭和47 (1972) 年

下地に関する本文記述「十分乾燥していること。」

解説「一般に乾燥程度の測定装置には確実なものはないが、普通コンクリートの場合**Kettの水分計**を用いて**8%以下**の状態であれば一応安全圏内あるといえる。」

Kettの水分計の記述への疑問

昭和56 (1981) 年

アスファルト防水工事では、昭和47 (1972) 年版踏襲

合成高分子ルーフィング防水工事では、解説変更

「下地の乾燥状態を簡便でかつ適正に測定する計器は今のところは存在しない。したがって、下地が十分乾燥して作業を進めてよいか否かの判断は、今までの知識と経験とで総合的に判断せざるを得ないのが現状である。**電氣的に水分計により求めた含水率が8%以下であれば乾燥状態であり、作業を進めてもよいとする根拠は薄弱なものであり**今後の研究に待つところが大きい。しかしこの水分計により2~3回の測定を繰り返して、針が指示する数字がほぼ一定であることは、下地の含水率は不明であるが、その乾燥状態は安定している事実を示すことは確かである。この場合、下地は一応安定した乾燥状態にあって、今後もその可能性が高い事実を示していると判断することができる。」

Kettの水分計の記述の消滅

昭和61年 (1986) 年の改定で全ての防水工事で**一掃**

記載期間：14年間

仕組みのルーツ

*西日本アスファルト事業協同組合（田島応用化工（現・田島ルーフィング(株)）が中心になった組織）

*1958（昭和33）年発刊「アスファルト防水工事一年限仕様書の理論と実際―」

*下地乾燥の検査として、

「下地コンクリートの乾燥度測定は密閉カップ内の平衡湿気を測定する方法や高周波水分計によるモルタルの電気容量の変化を測定する方法がある。防水施工の際のモルタルコンクリートの乾燥度は前者では平衡湿度88%又はそれ以下、後者では電気容量8.0pF又はそれ以下でなければならない。」・・・アメリカからの導入（のようだ）

なぜケットの水分計だったのか

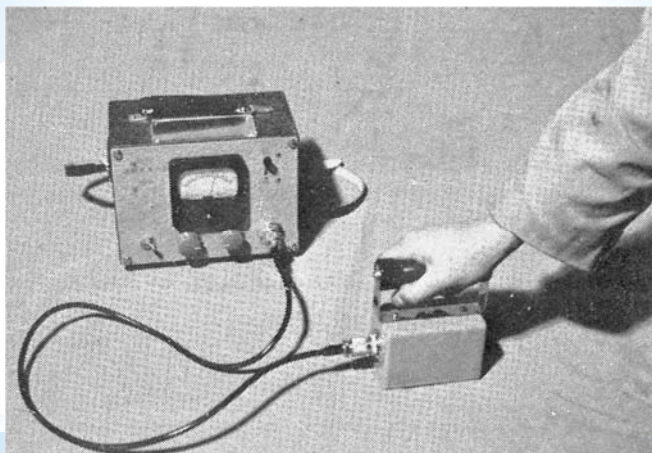
根本的な疑問・限界

電極を押し当て計った静電容量から、原理的にはコンクリートの水分を測定できない

- ・・・電流がコンクリートのどこを通りどのように電界が生じるかが予測不可能
- ・・・コンクリートは乾燥により内部に含水率勾配が生じる

なぜケットの水分計だったのか

アメリカで作られた機器の模造品？



写真は、アスファルト防水工事一年限仕様書の理論と実際―掲載の写真

「8%」の根拠

アメリカ導入の仕組みで、指定した機器で8.0pF以下であれば、実績として工事をして問題がなかったのだろう。

↓

この8.0pFは、

Kettの水分計CH-2型では、取扱説明書にある1:2.7モルタル（W/C55%）のキャリブレーション例に対応させると、含水率8%程度だったのではないかと推察する。

「8%」の根拠

Kettの水分計CH-2型－8%でいいと、実績で確認したケット担当者が

JASS8 検討担当者に提案

「Kettの水分計を用いて8%」は何故消えたか

Kettの水分計CH-2型の測定値の機器差への不信

公的仕様書として、特定の会社の機器を規定し、それに基づく判断の是非

モルタル押さえからコンクリート直押さえへの技術移行（含水率の最大値：モルタル12%程度、コンクリート8%程度）

押し当て高周波容量式水分計の表示値の意味に関する実験的検討



電極間距離40mmの場合は、深さ10mmまでの影響を80%程度、20mmまでの影響を90%強、そして、影響範囲は概ね40mmであった。

水分量測定手順

(床施工研究協議会)

②水分計の各ダイヤルを、以下の通りセットする。

- ・ 選択SELECT:4コンクリートCON
- ・ 厚さmm:40
- ・ 温度°C:AUTO

②水分計の各ダイヤルを、以下の通りセットする。

- ・ 選択SELE:D.MODE
- ・ 厚さmm:40
- ・ 温度°C:AUTO

施工基準

■ 防水

未だにkett(HI-500・HI-520)の水分計で**8%**
(**グレードⅢ以上に相当**)

・・・旧JASS8の記述・表現を未だに引きずっている。。。

■ 塗り床・張り床

Kett水分計HI-500・HI-520のコンクリートレンジの表示値**5%以下**にあたる(**グレードⅡa以上**)

・・・床施工研究協議会での長年議論してきた成果

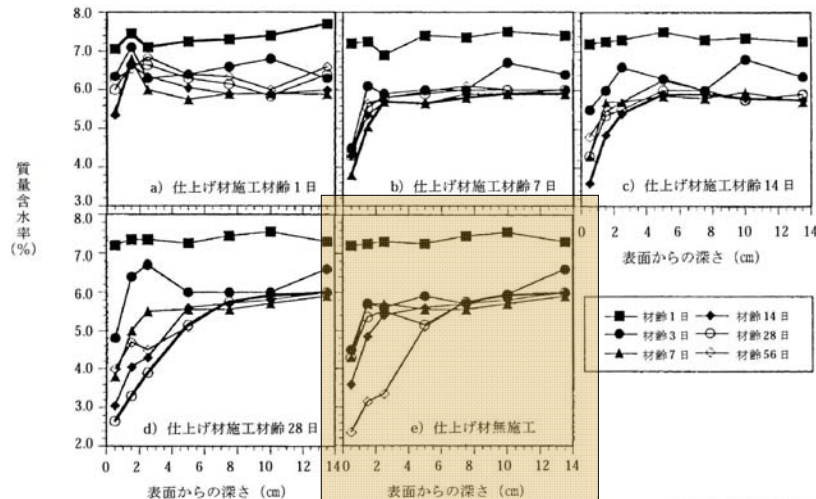
41

水分のグレード

(床施工研究協議会)

グレード	乾燥度試験紙による方法	高周波静電容量式水分計による方法		
	色評価値	4コンクリートCON表示値	D.MODE表示値	
			HI-500	HI-520
I	4.0未満	4.0未満	490未満	440未満
Ⅱa	4.0以上 5.0未満	4.0以上 5.0未満	490以上 690未満	440以上 620未満
Ⅱb	5.0以上 6.0未満	5.0以上 6.0未満	690以上 870未満	620以上 780未満
Ⅲ	6.0以上 8.0未満	6.0以上 8.0未満	870以上 1020未満	780以上 910未満
Ⅳ	8.0以上	8.0以上	1020以上	910以上

乾燥表面から内部にわたる含水率分布



(2)水セメント比60%

コンクリートの立場から

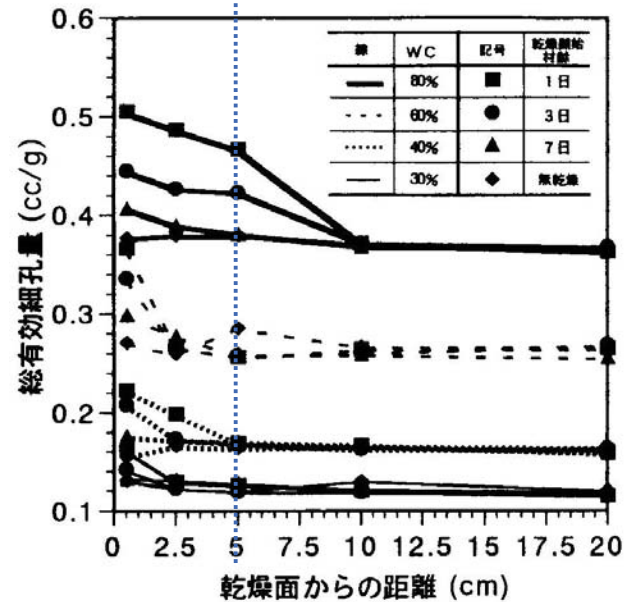
- 打設間もないコンクリートの乾燥
=水和の阻害
=表層強度の低下

- 「乾燥」は「養生」でない。
「養生」=「湿潤養生」を意味する。

防水や仕上施工の分野では
「養生」=「乾燥」が仕様書の表現にも見られる

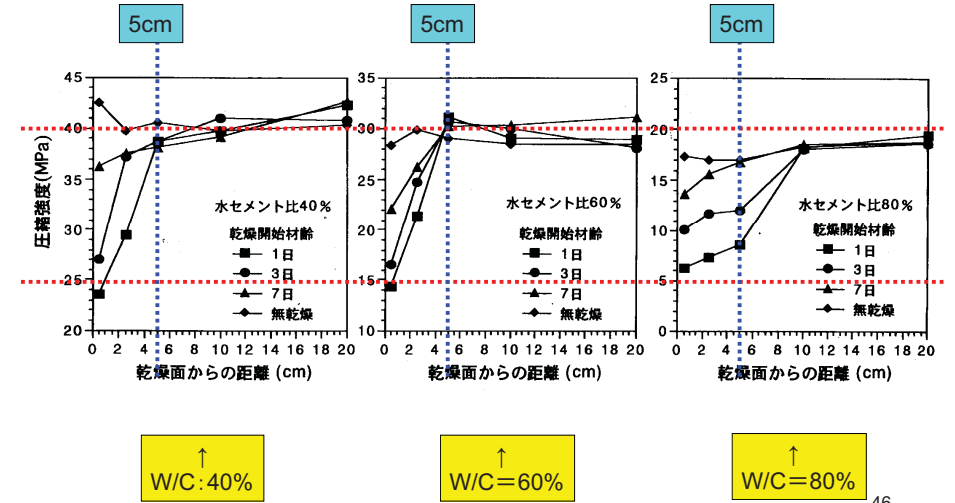
44

総有効細孔量分布 (材齢 28日)



45

圧縮強度分布



46

押さえコンクリートの凍害



第4部 委託実験

「固定用アンカーのビス穴を有する床スラブの曲げ耐力」

合成高分子ルーフィングシートに分類される加硫ゴム系及び塩化ビニル樹脂系シートの推定耐用年数は、標準耐用年数を15年としていくつかの係数を乗ずる式で推定。

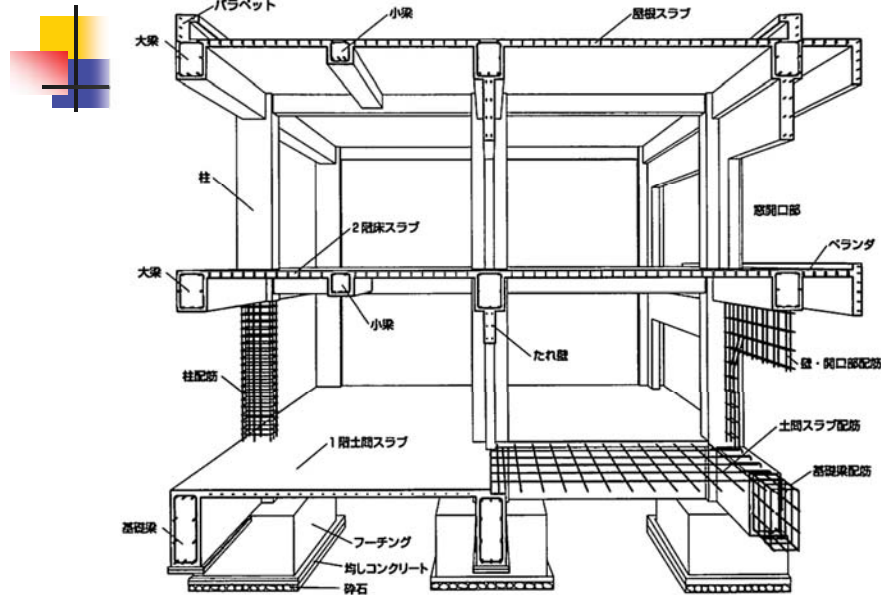
この推定耐用年数は維持保全係数など最良の値を用いても28年。

建築物の供用期間に防水改修は同一の建築物で1回ないし複数回は必然的に行う必要が生じる。

固定用アンカーのビス穴によるコンクリートの欠如がRC及びALCの曲げ耐力にどのような影響を及ぼすのか実験的に検討を行った。

1

鉄筋コンクリート構造

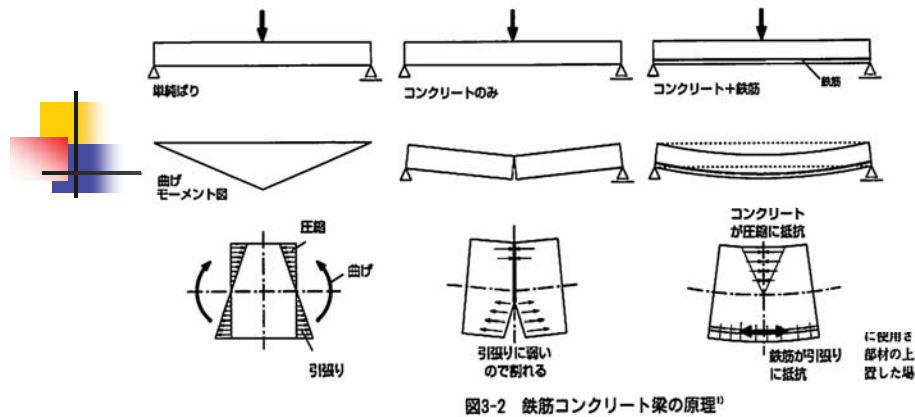


鉄筋コンクリート構造

- Reinforced Concrete Structure
「補強されたコンクリート構造」

ポイント

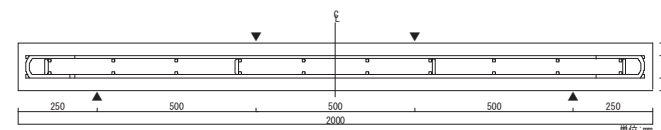
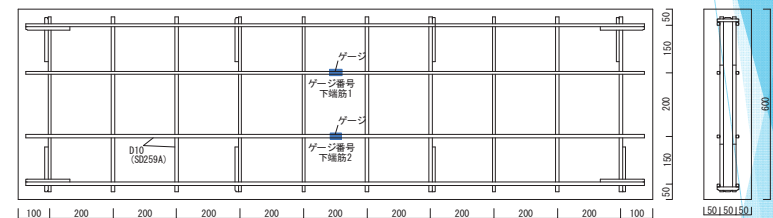
- コンクリートの圧縮強度は大きい
- コンクリートの引張強度・曲げ強度は小さい
- 鉄筋がコンクリートの弱点を補う



ポイント

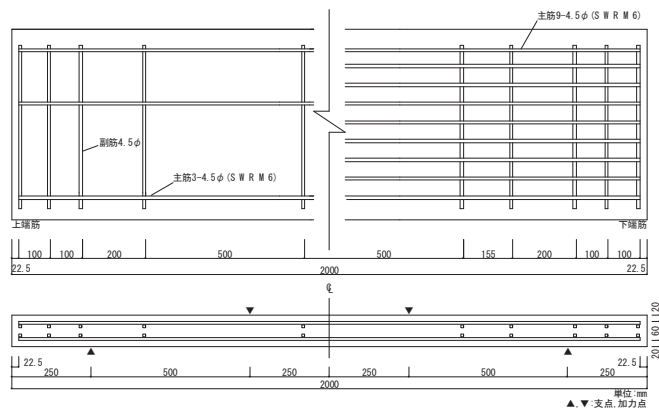
- 構造上の引張荷重は鉄筋で受ける
→ 曲げ力はコンクリート圧縮耐力と鉄筋の引張耐力を複合して

RC



試験体形状

ALC



試験体形状

7

ビス穴間隔200mm

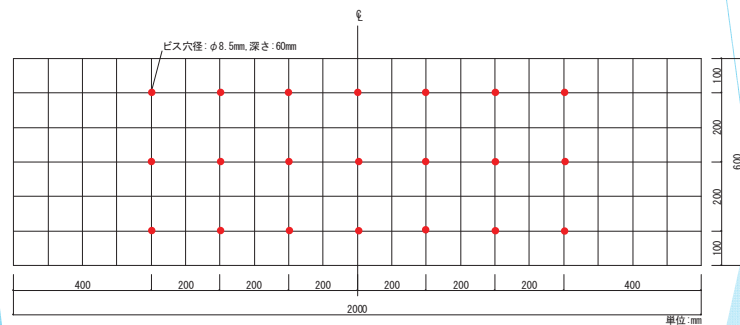


図2 固定用アンカーのビス穴位置

9

ビス穴間隔300mm (ALCのみ)

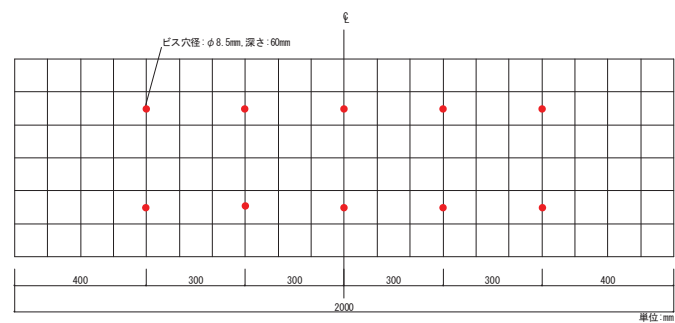


図2 固定用アンカーのビス穴位置

10

RC ビス穴間隔200mm

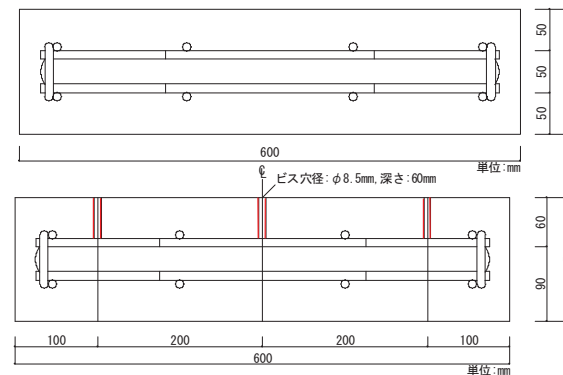


図1 固定用アンカーのビス穴位置における試験体断面

11

ALC ビス穴間隔200mm

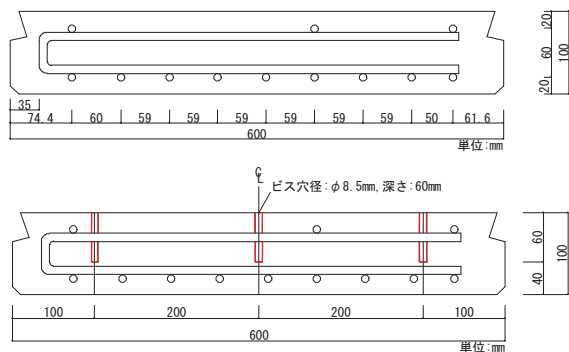


図1 固定用アンカーのビス穴位置における試験体断面

ビス穴間隔300mm (ALCのみ)

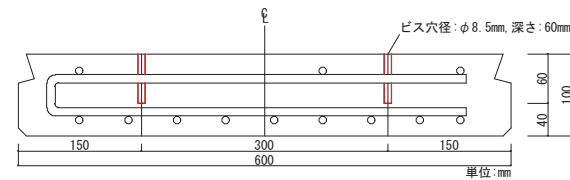
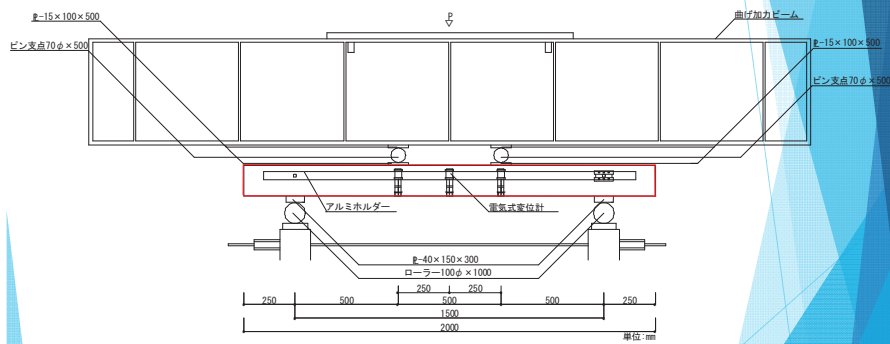


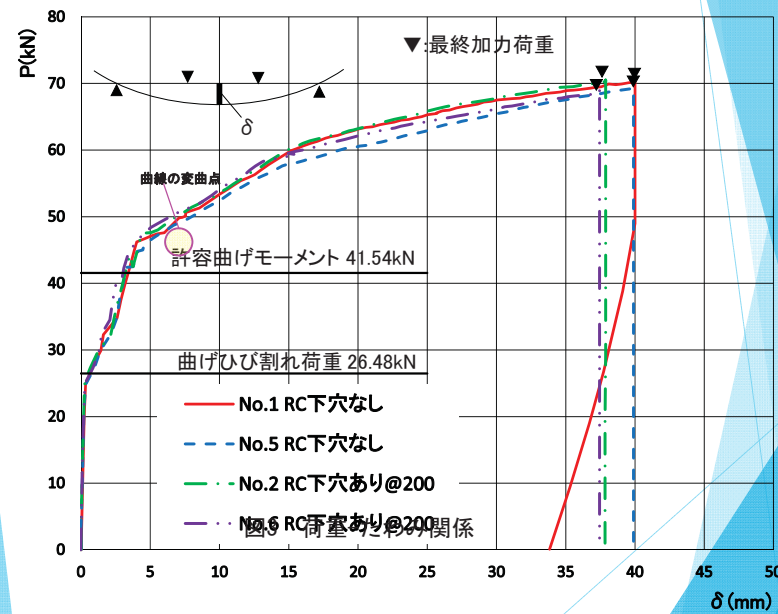
図1 固定用アンカーのビス穴位置における試験体断面

載荷及びたわみ測定方法



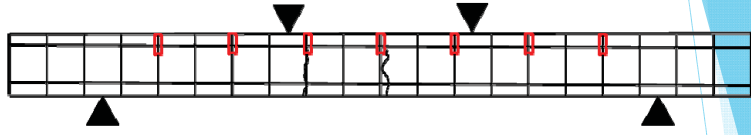
加力状況及び変位計取り付け位置

RC

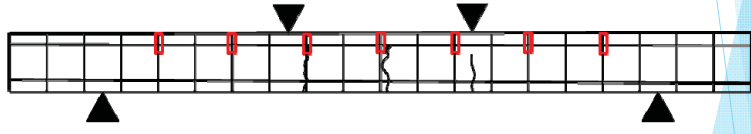


RC ビス穴間隔@200

P=30kN



P=40kN



Pmax=69.35kN

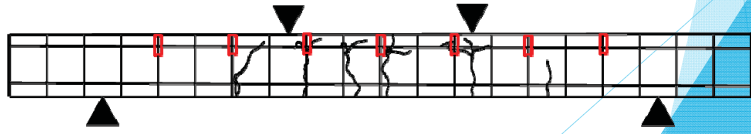


図4 曲げひび割れの進展状況

17

ALC

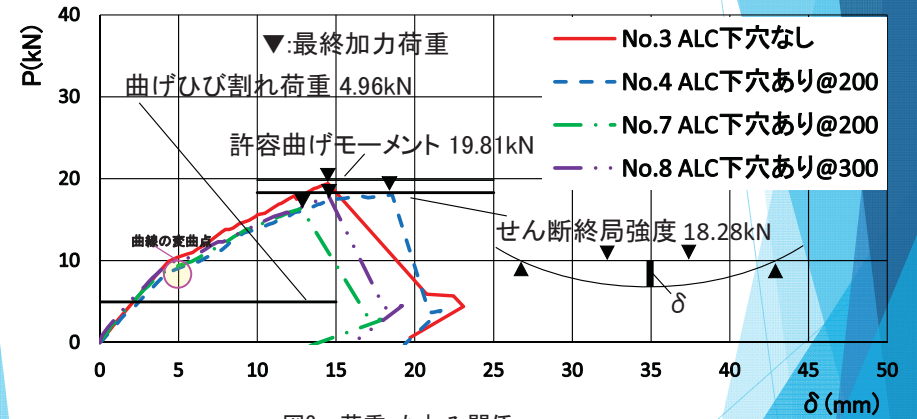
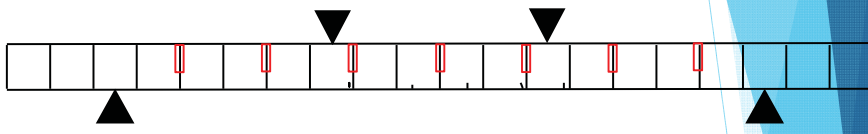


図3 荷重-たわみ関係

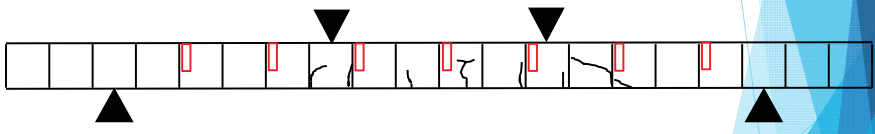
16

ALC ビス穴間隔@200

P=12kN



P=18kN



Pmax=18.15kN

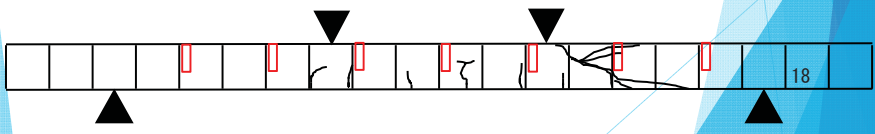


図4 曲げひび割れの進展形状

18

結論

本研究において、合成高分子系シート防水工事固定用アンカーのビス穴を開けたRC及びALCの床スラブについて曲げ実験を行い、本実験のビス穴の径、深さ、間隔の範囲では、

RCではビス穴ありとなしは曲げ耐力が同等の結果となること、

またALCではビス穴ありはビス穴なしと比較して曲げ耐力が若干低くなる。しかしながら、市販ALCの多くはJIS規格値に対して大幅に耐力が大きい（使用ALCは3.1倍）ことが周知の事実であり、耐力が若干低下したといえども規格に対してはやはり大幅に上回っているといえ、使用上問題となる低下ではないものと判断できる。