

NDIS 意見受付

NDIS3440-2 コンクリートの非破壊試験－水分浸透抵抗性試験 第2部：表面吸水試験
原案作成委員会

この NDIS は「日本非破壊検査協会規格（NDIS）制定等に関する規則」に基づき関係者に NDIS の制定前の意見提出期間を設けるために掲載するものです。

意見は規格原案決定の際の参考として取り扱いさせていただきます。

掲載されている NDIS についての意見提出は次に示すメールアドレスまでお願いいたします。

意見受付締切日：2023 年 4 月 14 日（金）

意見提出先：Email：bsn@jsndi.or.jp

目次

1	適用範囲	- 3 -
2	引用規格	- 3 -
3	用語及び定義	- 3 -
3.1	水分浸透量	- 3 -
3.2	単位水分浸透量	- 4 -
3.3	チャンバー	- 4 -
3.4	校正器	- 4 -
3.5	対比試験片	- 4 -
4	試験技術者	- 4 -
5	試験用具	- 4 -
5.1	表面吸水試験装置	- 4 -
5.2	校正器	- 6 -
5.3	対比試験片	- 6 -
5.4	水	- 6 -
5.5	タイマー	- 7 -
5.6	温度計	- 7 -
5.7	センサ	- 7 -
5.8	真空ポンプ	- 7 -
6	試験装置の点検	- 7 -
6.1	定期点検	- 7 -
6.2	日常点検	- 9 -
7	試験方法	- 9 -
7.1	試験計画	- 9 -
7.2	適用箇所	- 9 -
7.3	試験条件	- 9 -
7.4	試験の準備	- 9 -
7.5	試験手順	- 9 -
8	計算	- 10 -
8.1	水分浸透量	- 10 -
8.2	単位水分浸透量	- 10 -
9	報告	- 10 -
9.1	必ず報告する項目	- 10 -
9.2	必要に応じて報告する事項	- 10 -

まえがき

この規格は、日本非破壊検査協会規格 (NDIS) 制定などに関する規則に基づき、標準化委員会の審議を経て、(一社) 日本非破壊検査協会が制定した規格である。

この規格は、著作権法で保護対象となっている著作物である。

この規格“NDIS 3440-2”に従うことは、次の者のもつ特許権“特許第 5880981 号”などの使用に該当するおそれがあるので、留意する。特許第 5880981 号による装置を用いて試験する場合以外は、この規格に従うことは、特許権の使用に該当する場合があるので、その場合は特許権利者との協議が必要となる。

	特許番号	発明の名称	設定登録日	氏名	住所
1)	第 5880981 号	コンクリート表面の吸水試験方法及び吸水試験装置	2016 年 2 月 12 日	国立大学法人横浜国立大学	神奈川県横浜市常盤台 79-1

この規格を適用する責任は、この規格の使用者に帰する。また、規格を適用した場合に生じるかもしれない安全上又は衛生上の諸問題に関しては、この規格の適用範囲外である。この規格の適用に際して、安全上又は衛生上の規定が必要な場合は、この規格の使用者の責任で、安全又は衛生に関する、規格又は指針などを併用しなければならない。

なお、ここで“特許権等”とは、特許権、出願公開後の特許出願又は実用新案権をいう

1
2
3 日本非破壊検査協会規格

4 NDIS 3440-2 : 202X

5 コンクリートの非破壊試験—水分浸透抵抗性試験

6 第2部：表面吸水試験方法

7
8 Non-destructive testing of concrete – Resistance against water penetration

9 Part 2 : Surface Water Absorption Test Method

10
11 1 適用範囲

12 この規格は、コンクリート表面に設置したチャンバーに注水することにより、コンクリートに浸透する水
13 分量を測定する表面吸水試験方法について規定する。

14 2 引用規格

15 次に掲げる規格は、この規格に引用されることによって、この規格の規定の一部を構成する。これらの引用
16 規格は、その最新版（追補を含む。）を適用する。

17

JIS A 0203	コンクリート用語
JIS B 7514	直定規
JIS R 3505	ガラス製体積計
JIS S 6032	プラスチック製定規
JIS Z 8126-1	真空技術—用語—第1部：一般用語
NDIS 3440-1	コンクリートの非破壊試験—水分浸透抵抗性試験 第1部 一般通則

18 3 用語及び定義

19 この規格に用いる主な用語の定義は、JIS A 0203、NDIS 3440-1における用語及び定義によるほか、次によ
20 る。

21 3.1

22 水分浸透量

23 チャンバーを介してコンクリートに浸透した水の体積。

24

25 3.2

26 単位水分浸透量

27 水分浸透量をチャンバーのコンクリートに接する面積で除した値。

28

29 3.3

30 チャンバー

31 コンクリート表面に取り付けて、囲まれる内部空間に水を注水し水分浸透量の測定に用いる容器。

32

33 3.4

34 校正器

35 試験装置の定期点検に用いる校正器。

36

37 3.5

38 対比試験片

39 試験装置の日常点検に用いる対比試験片。

40 4 試験技術者

41 この規格を適用して試験を行う技術者は、試験方法の原理及び試験用具の取扱い並びにコンクリートに関する基礎知識をもち、適切に試験が実施できる者とする。

43 5. 試験用具

44 5.1 表面吸水試験装置

45 表面吸水試験に用いる試験装置（表面吸水試験装置）の構成例は、**図 1**のとおりである。チャンバー、シリ
46 ンダー、固定治具、水位測定装置及び注水装置により構成される。コンクリートの水分浸透量を試験装置内の
47 水量の変化として検出するため、チャンバーとコンクリート面とで囲まれた部分の体積が測定中に保持される
48 構造。装置を構成している各機器の内容及び性能は次のとおりである。

49 a) チャンバー

50 水密性があり、端部にはシール材をもつ、不陸のあるコンクリート面においてチャンバー内の水が外部に漏
51 れない構造とする。水が浸透する部位は円形とし、その直径は 80 mm 以上とする。注水の際に、内部に空気溜
52 りができないような構造とする。試験中にチャンバー内の体積変化が生じないこと。測定中のコンクリート表
53 面の状態が確認できるように透過色をもつ材質とする。

54 b) シリンダー

55 チャンバー内の水に初期水頭を与え、かつシリンダーの水位低下により水分浸透量を測定するために、チャ
56 ンバーの上方に繋がれた円筒である。シリンダー内の水位を目視により確認するために透過色をもつ材質とす
57 る。シリンダーの内径は直径 20 mm 程度以下とし、目視により水位を読み取る場合には 1 mm 以下の間隔で目
58 盛を付すこと。

59 c) 固定治具

60 チャンバーをコンクリート面へ押し当て、その位置を測定中に渡って保持する構造とする。その構成例は、
61 図 2 のとおりである。真空吸引によって位置を保持する場合には、固定治具がコンクリートと接する部位に突
62 起などを設け、測定中の固定治具の位置が変化しない構造、及びコンクリート中に生じる減圧の影響が水分浸
63 透に影響を及ぼさないように減圧部とチャンバーには十分な距離が確保されている構造とする。

64 d) 水位測定装置

65 シリンダーに付された目盛を目視により読む又はセンサを用いて、シリンダーの水位を測定するもの。水位
66 測定分解能が水分浸透量算出において十分であること。

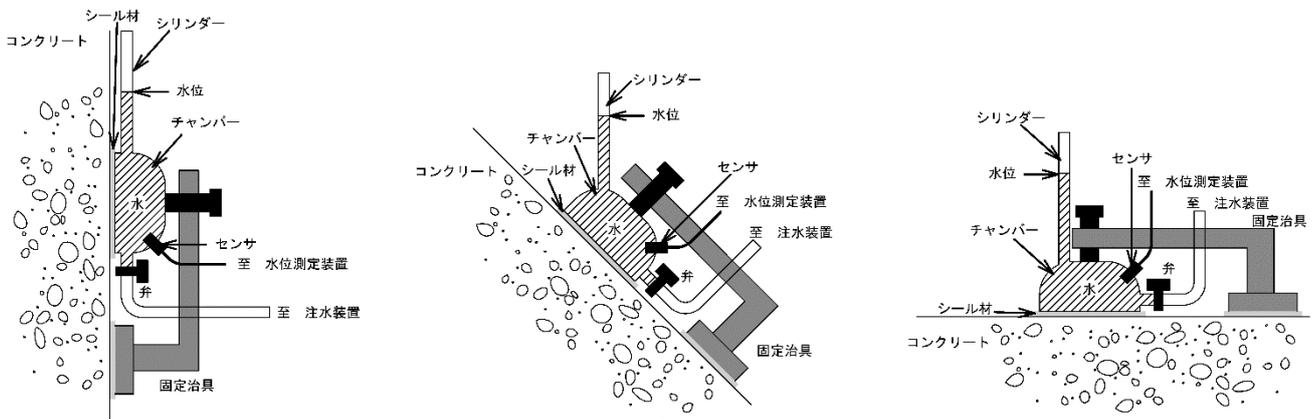
67 e) 注水装置

68 チャンバー及びシリンダー内に速やかに注水を行うための装置である。

69 f) シール材

70 コンクリート表面においてチャンバー内からの漏水を防ぐ目的で用い、チャンバーの端面に設置する水密性
71 及び柔軟性のあるものとする。

72

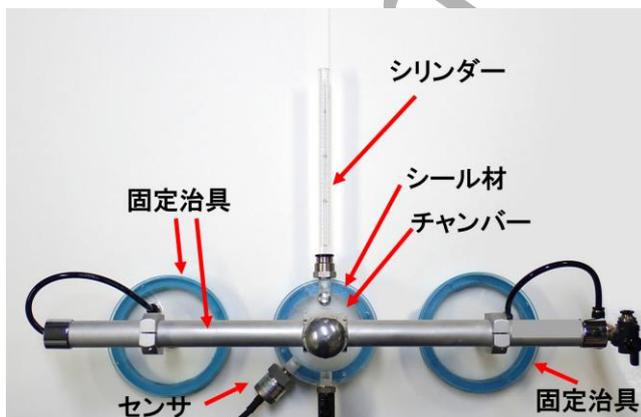


73

74

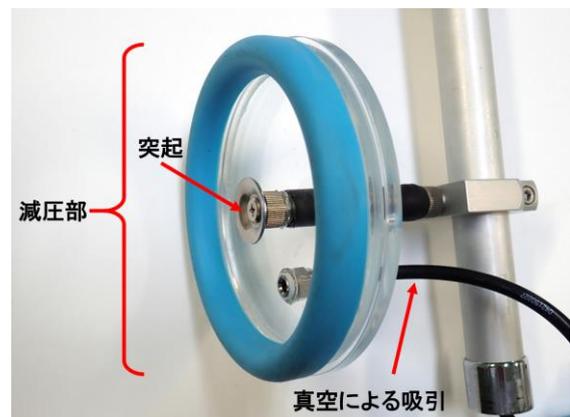
75

図 1—表面吸水試験装置の構成例



76

77



a) 真空吸引による固定



b) フレームによる固定

図 2—表面吸水試験装置の固定治具の構成例

5.2 校正器

試験装置の校正器は、液体及び気体の透過率が極めて低い樹脂又は金属の平板により構成され、表面吸水試験装置を設置した際の変形が十分小さい構造。チャンバーの位置に設けられた排水孔から排出された水の体積を、目盛を付された **JIS R 3505** のガラス製体積計を用いて目視により測定できるもの。校正器の構成例を **図 3** に示す。

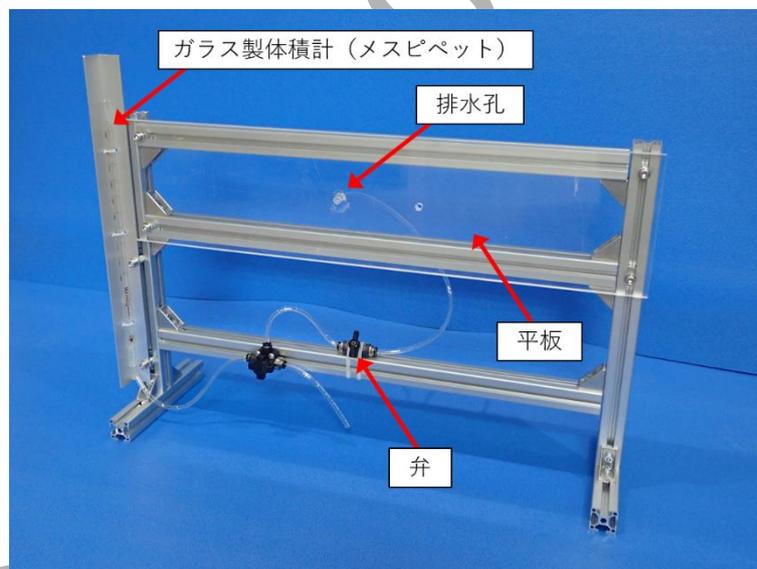


図 3—校正器の構成例

5.3 対比試験片

対比試験片は、液体の透過率が極めて低く、チャンバーを押し当てたときにその範囲内で **0.01 mm** 以上の変形が生じない厚さ **5 mm** 以上の樹脂の平板又は厚さ **1 mm** 以上の金属の平板とする。

5.4 水

試験に使用する水は、脱気水、汲み置いた水道水又はミネラルウォーター類(ただし発泡性を有しないもの)

97 とする。水温と環境温度との差が 5 °C以下となるように水温を調整する。

98

99 5.5 タイマー

100 試験時間を計測するタイマーは、1 秒の単位で計測できるものとする。

101

102 5.6 温度計

103 環境温度および水温を計測する温度計は、1 °C以下の分解能をもつものとする。

104

105 5.7 センサ

106 シリンダーの水位を計測するためのもの。ただし、目視によりシリンダーの水位を読みとる場合にはセンサ
107 は使用しなくてよい。

108

109 5.8 真空ポンプ

110 固定治具を吸引により固定するためのもの。低真空ポンプとし、能力は測定中に固定治具の位置が変化しな
111 い程度の圧力と流量をもつものとする。ただし、真空ポンプ以外による固定をおこなう場合には、真空ポンプ
112 を使用しなくてよい。6 試験装置の点検

113 6.1 定期点検

114 試験装置の定期点検の時期、実施者及び点検方法は、次による。

115 a) **時期** 定期点検は、試験装置の使用頻度を考慮し、試験技術者が定めた期間ごとに行う。

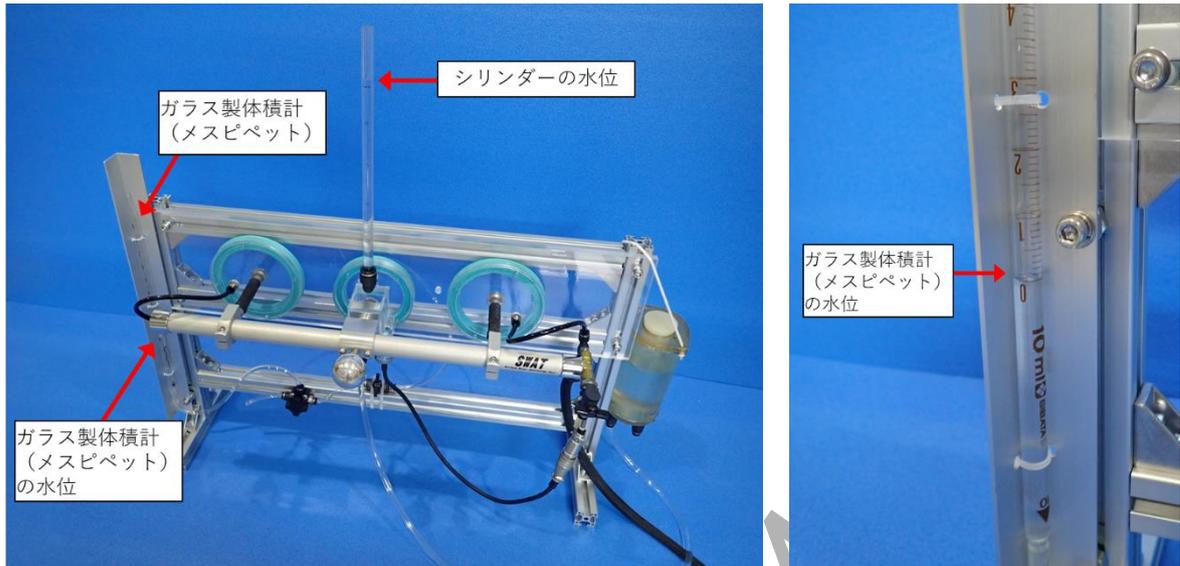
116 **注記** この期間は試験技術者の責任において過去に遡って試験装置の測定精度が担保できる期間とす
117 ることが望ましく、あまり長くならないようにするのがよい。

118 b) **実施者** 定期点検は、試験装置の製造者、又はその代理者に依頼して行う。

119 c) **点検方法** 定期点検は、装置の接続、チャンバーの損傷などの外観、水分浸透量の測定精度、及び水位測
120 定のためのセンサの精度を確認する。水分浸透量の測定精度は、**図 4**のように校正器を用いて水分浸透量
121 の変化を段階的に測定し、装置により測定された水分浸透量との差が 1/100 以内であることを確認する。
122 水位測定のためのセンサの精度は、校正器に設置するか**図 5**のように対比試験片を設置し、コンクリート
123 面からの水分浸透がない状態において段階的にチャンバー外に排水し、水位測定のためのセンサにより測
124 定された水位の変化量と **JIS B 7514** の直定規または **JIS S 6032** のプラスチック定規を用いて測定した水
125 位の変化量との差が 1/100 以内であることを確認する。

126

127



128

129

130

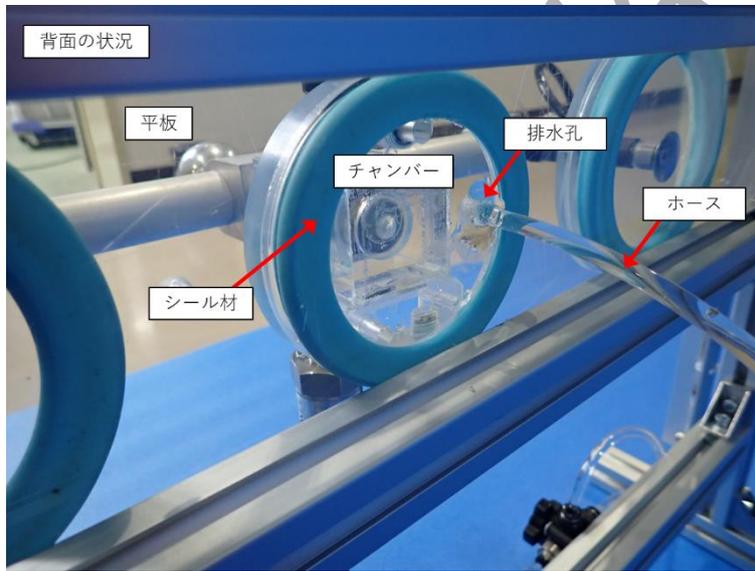


図 4—校正器による測定例

131

132

133

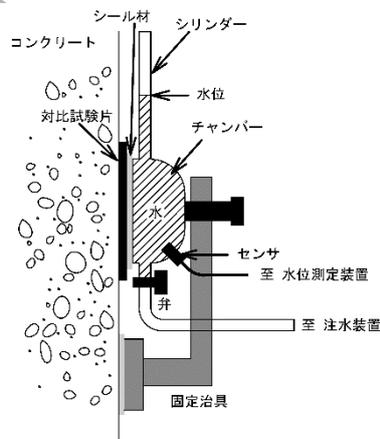


図 5—対比試験片の設置例

134 6.2 日常点検

135 試験装置の日常点検の時期、実施者及び点検方法は、次による。

- 136 a) **時期** 日常点検は、試験開始前、必要に応じて試験途中や試験終了時に行う。
- 137 b) **実施者** 日常点検は、試験技術者が行う。
- 138 c) **点検方法** 日常点検は、**図 5** に示すようにコンクリート面とチャンバーの間に対比試験片を設置して保持
139 した際に、目視による水漏れがないことと、所定時間に測定される水分浸透量が十分小さいことを確認す
140 る。

141

142 7 試験方法

143 7.1 試験計画

144 試験目的に応じ、試験箇所、試験点数などを選定する。

145 7.2 適用箇所

146 試験装置の適用箇所は次のとおりである。

- 147 a) 測定面が平面又は緩やかな曲面をなす箇所。ただし、測定面の表面に骨材が露出しているなど平滑でない
148 箇所又は測定面の曲率が小さい箇所に適用する場合には、コンクリート面とシール材の間からの水漏れが
149 ないことを確認する。
- 150 b) 水平面と任意の角度をなす測定面で測定してよい。
- 151 c) 上方又は周囲にシリンダーを立てて水頭を付与できる空間がある箇所。

152 7.3 試験条件

153 試験条件は次のとおりである。

- 154 a) 試験は、原則として環境温度が 0℃～40℃の範囲で行う。また、コンクリート表面には凍結の兆候が
155 みられないこととする。
- 156 b) 試験箇所は、原則として表面が乾燥したところとする。

157 7.4 試験の準備

158 試験を始めるにあたり、次のとおり準備する。

- 159 a) 試験面に粉塵などが付着している場合は、ウェスを用いて乾拭きを実施し清掃する。

160 7.5 試験手順

161 試験手順は、次による。

- 162 a) 真空ポンプを稼働状態にし、固定治具を測定箇所に合わせて設置する。
- 163 b) 注水装置からチャンバーまで接続するホース内には水を満たしておき、ホース内の空気溜りを事前に除
164 いておく。
- 165 c) シリンダーが目視により鉛直になるようにして、チャンバーを測定箇所に設置する。
- 166 d) 注水を開始し、10 秒以内に注水を完了する。注水完了時のチャンバー中心における初期水頭は 250 mm
167 程度以上 300 mm 程度以下とする。
- 168 e) 注水を開始してから 10 秒後を測定開始時刻とし、測定開始時のシリンダー水位を測定する。測定中の水
169 位を一定の時間間隔で測定するとよい。
- 170 f) 所定の時間に達した時点又はシリンダー内の水がなくなった時点を目撃時刻とし、測定終了時のシリンダ
171 ー水位を測定し、測定開始からの時間を記録する。

172 **8 計算**

173 **8.1 水分浸透量**

174 水分浸透量は、式(1)によって有効数字3桁まで求める。

175
$$Q = A_s(h_f - h_0) \times 10^{-3} \dots\dots\dots (1)$$

176 ここで、

- Q : 水分浸透量 (ml)
- A_s : シリンダーの内断面積 (mm²)
- h_f : 測定終了時のシリンダー水位 (mm)
- h_0 : 測定開始時のシリンダー水位 (mm)

177 **8.2 単位水分浸透量**

178 単位水分浸透量は、式(2)によって有効数字3桁まで求める。

179
$$V = \frac{Q}{A_c} \dots\dots\dots (2)$$

180 ここで、

- V : 単位水分浸透量 (ml/m²)
- A_c : 水が浸透する面積 (m²)

181 **9 報告**

182 **9.1 必ず報告する項目**

183 必ず報告する項目は、次による。

- 184 a) 構造物の名称, 所在地
- 185 b) 構造物の概要 (竣工年, 規模, 用途, 履歴など)
- 186 c) 試験日時, 天候, 外気温 (°C)
- 187 d) 試験技術者
- 188 e) 使用装置 (試験装置の型番など, 水が浸透する面積, シリンダーの内断面積, 日常点検結果など)
- 189 f) 試験に用いた水の種類 (汲み置いた水道水など) 及び水温
- 190 g) 試験箇所, 範囲
- 191 h) 試験結果 (開始・終了時間とそれぞれのシリンダーの水位, 水分浸透量, 単位水分浸透量)
- 192 i) 試験箇所の含水状態

193 **9.2 必要に応じて報告する事項**

194 必要に応じて報告する事項は、次による。

- 195 a) コンクリートの配(調)合, 使用材料 (セメントの種類, 粗骨材の最大寸法など)
- 196 b) 仕上げ材の有無と種類
- 197 c) 適用箇所の角度 (壁面, 上面など)
- 198 d) 関連試験結果 (コンクリートの含水率, コンクリートの温度など)
- 199 e) その他必要事項 (定期点検結果など)

200

日本非破壊検査協会規格

NDIS 3440-2 : 202X

コンクリートの非破壊試験—水分浸透抵抗性試験

第2部：表面吸水試験

解説

この解説は本体に規定した事柄、及びこれに関連した事柄を説明するもので、規格の一部ではない。この解説は、一般社団法人日本非破壊協会が編集・発行するものであり、この解説に関する問い合わせ先は、一般社団法人日本非破壊協会である。

1 制定の趣旨及び経緯

コンクリート構造物の耐久性の観点からかぶりコンクリートの品質の重要性が示されている。コンクリートの劣化進行の多くには水が関与しているため、コンクリート表面から内部への液状水の浸透抵抗性を評価する手法の開発が求められてきた。土木学会コンクリート標準示方書設計編では、水密コンクリートに求められるコンクリートの水密性が規定され、耐久設計および耐久性の照査においては水分浸透速度係数試験を用いた照査が行われている。原位置においてコンクリートの水分浸透性を評価する方法の制定が求められている。

この規格の対象である水分浸透量試験は、コンクリート表面に設置したチャンバーに注水することによりコンクリートに浸透する水分量を測定し、コンクリートへの水分浸透に関する指標を求めるものである。コンクリート表面に設置したチャンバーを介して圧力をほとんど付与しないものから高い圧力を付与するものまで様々な方法で原位置のコンクリートへ適用し水分浸透量を測定する方法が複数あり、別々に実用化が検討されてきた。コンクリート構造物の表層品質を評価するための試験方法として期待されている水分浸透抵抗性試験の標準化を進めるため、チャンバーを用いた水分浸透量を測定するための規格を制定することとした。

主に国内で検討が進められてきた各種の水分浸透抵抗性試験方法について、実用に資する規格の制定をするための基礎的データの収集を目的として、2016年9月に一般社団法人日本非破壊検査協会において表層透水性・吸水性試験方法研究委員会を組織し、各種の試験方法に関して検討を重ねた。その成果を踏まえ、2020年4月～2021年3月の期間において、標準化委員会 RC 専門委員会の下に NDIS 原案作成準備 WG を設置し、規格原案の基礎資料となる検討を行った。その後、2021年9月から“コンクリートの非破壊試験—水分浸透抵抗性試験”原案作成委員会を設置して規格原案に関する審議を重ねることにより、本規格を制定するに至った。

2 表面吸水試験の概要

表面吸水試験はチャンバーをコンクリート面に設置し、短時間で注水を行い、コンクリートへの水分浸透量を測定するものである[1]。チャンバーの撤去後は痕が残らず、完全に非破壊で設置および測定が可能である。コンクリートの測定面には測定開始時に約 300 mm の水頭が作用する。測定時にコンクリートへの吸水とともに

234 にシリンダー内の水が減少し、目視による測定またはチャンバー内に設置した圧力センサで圧力変化を検知す
235 ることで水分浸透量を測定することができる。

236 日本国外において規格化されている Initial Surface Absorption Test[2] (以下, ISAT) では, 試験時の水頭が 200
237 mm でシリンダーが水平に配置されているため試験時の水頭は一定値である。水頭 200 mm は強い降雨がスラ
238 ブに生じた際の圧力程度である[3]。本試験が ISAT と大きく違う点は, 初期水頭の値とこのように吸水ととも
239 に水頭が低下することであるが, 水頭 100 mm~500 mm の範囲では水頭差が鉛直壁面での吸水挙動に影響を及
240 ぼさないことを確認している[4]。この範囲の圧力下においては, 圧力に支配される通水現象ではなく, 毛細管
241 現象による吸水現象が卓越するためであると考えられる。ただし, 表層にマイクロクラックを含む場合にはひ
242 び割れ内を通る透水現象が卓越するため水頭を大きくすると見かけの水分浸透量が増加することもある。

243 コンクリートが水に接した時点からコンクリートへの水分浸透が始まる。時間当たりの吸水量は吸水開始直
244 後が大きいため, なるべく短い時間で測定を開始することが重要である。本手法では 10 秒以内に注水を完了
245 させ, 注水開始から 10 秒時点を計算上の 0 秒として評価している。実施例においては, 10 秒以内に注水を
246 完了するために, チャンバーの下方の注水する方法が採用されている。

247

248 3 審議中に特に問題となった事項

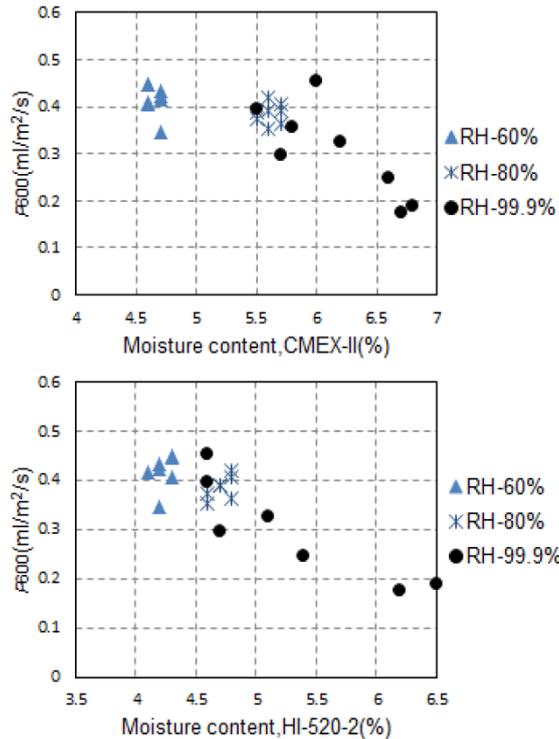
249 3.1 測定中のコンクリートへの作用水頭の低下

250 本試験の特徴である測定中に水頭が低下することの妥当性について議論が行われた。コンクリート中への水
251 の浸入には, 水の表面張力による毛細管現象を駆動力とする吸水現象と, 付加された圧力によるダルシー則に
252 もとづく透水現象の 2 つの成分がある。本試験では測定開始時にコンクリートに付与する水頭は 300 mm 程度
253 と強い降雨と同程度の圧力であり比較的小さいため, そのほとんどが吸水現象であると考えられ, 試験中に水
254 頭が変化することによる水分浸透量へ与える影響は小さい。既往の検討では初期作用水頭を 100 mm から 500
255 mm まで変化させた測定の結果, 水頭変化による吸水挙動への有意な差はないとしている[4]。よって, 水頭 500
256 mm までは水頭の違いは水分浸透挙動へ有意な影響を与えないと考えられ, 本試験方法では初期水頭を 250 mm
257 程度から 300 mm 程度と記している。シリンダーの水位が水頭 100 mm を下回った場合には影響がないことは
258 既往の研究では確認はされていないが, 水位がシリンダー内にある限り水分浸透量自体は測定することは
259 きる。

260 3.2 コンクリートの含水状態 (7.3 b))

261 コンクリートの含水率に関して審議が行われた。水分浸透量はコンクリートの含水率の影響を受け, 含水率
262 が高いと見かけの水分浸透量が小さくなる。既往の研究において, 解説図 1 に示すように, 含水率が変化して
263 も表面吸水速度 (本規定による単位水分浸透量の時間変化量) の値が変化しにくい領域があることから含水率
264 の影響を受けにくい含水率の範囲があることが示されており[5], その範囲内で表面吸水試験を行う必要があ
265 ることが示されている。本試験では, 含水率の違いによる水分浸透量の評価手法, 非破壊によりコンクリート
266 の含水率を測定する手法は現在研究途上であることから, 水分浸透量を含水率によって補正することは行わな
267 いこととした。

268



解説図 1—コンクリートの含水率の影響

269

270

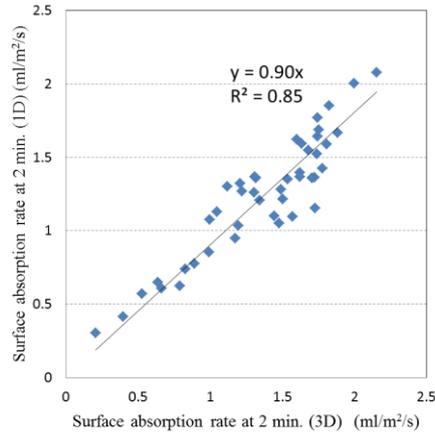
271 3.3 環境温度 (7.3 a))

272 試験は、原則として環境温度が 0°C~40°Cの範囲内で行うこととした。試験箇所における環境温度が測定に
 273 左右されることを考慮すると、適切な測定結果が得られない可能性も予想されることから、試験時の環境温度
 274 について審議された。コンクリートの凍結による水分浸透量に影響を与えることが懸念されることから、試験
 275 にあたっては、凍結していないことを確認することとした。

276 3.4 3次元方向の水分浸透挙動

277 チャンバーを介してコンクリート表面から水分浸透する際の水の浸入方向について議論が行われた。本試験
 278 方法を構造物の表面へ適用すると吸水現象は3次元で生じる。解説図 2 は、構造物へ適用した3次元の吸水試
 279 験の結果とコアを採取して側面にシール処理をした1次元の吸水試験の結果[5]を示しており、両者は直線関
 280 係を示し、3次元的な影響は小さい。その理由は、10分程度の測定であれば奥行き方向の浸透深さは小さく、
 281 直径が十分大きければその影響は小さいためである。

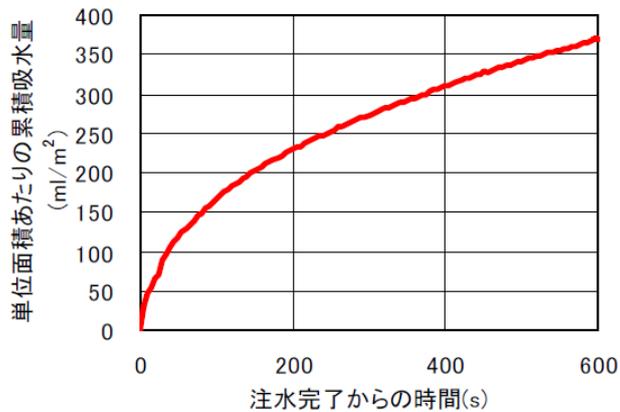
282 以上より本試験方法においては、水分浸透現象は1次元とみなし、水分浸透量を公称面積で除した単位面積
 283 当たりの水分浸透量の計算をしている。



解説図 2—3 次元と 1 次元の水分浸透の違い

3.5 測定開始時刻 (7.5 e)

測定開始時間について審議が行われた。測定開始時間の差異は本試験においては得られる水分浸透量に影響を与える。注水開始から 10 秒後に測定を開始した場合の水分浸透挙動の例を解説図 3 に示す。水分浸透する速度は一定でなく、注水直後が大きくその後徐々に減少することを示している。このことから、測定時間中の水分浸透量やその時間変化量等を指標にする場合には、特に注水開始から測定開始までの時間に配慮する必要がある。このため本試験方法では注水に要する時間を勘案して注水を開始してから測定を開始するまでの時間を 10 秒としている。



解説図 3—累積吸水量の時間変化の測定例

3.6 測定時間及び測定時間間隔 (7.5 e)

測定時間及び測定時間間隔について審議された。測定時間については評価と深く関わる内容であることから一律に規定しないこととした。

既往の研究において、測定時間を 60 秒間、300 秒間、600 秒間とし、それぞれの時間での表面吸水速度（本規定による単位水分浸透量の時間変化量）および吸水量（本規定による単位水分浸透量）とを比較した結果、各々の相関が高いことが示されている[6]。また、120 秒間と 600 秒間で得られた測定結果の相関も高い[5]。現行では 600 秒間の測定結果が多く発表されているが、それよりも測定時間を短縮することは可能であると考えられる。

水分浸透量の計算には、測定開始時と測定終了時の測定水位のみ使用するため、測定時間間隔は規定してい

304 ない。ただし、水分浸透量が多い場合で測定時間内にシリンダーの水がなくなると欠測となってしまうため、
305 欠測を防ぐ観点から一定時間間隔で水位を測定することも有効である。測定時間間隔については、既往の研究
306 ではセンサを用いた測定において測定時間 600 秒の場合で時間間隔 1 秒、目視による方法では時間間隔 60 秒
307 の測定例がある。

308 3.7 試験に使用する水 (5.4)

309 試験で使用する水について審議された。高压下での試験であれば、空気の混入を避けるために脱気を行った
310 水で試験することが望ましいと考えられるが、溶存空気の影響などを検証した事例はない。表面吸水試験では
311 付与する圧力は小さく試験への影響は少ないと考えられる。よって、脱気水、汲み置いた水道水又はミネラル
312 ウォーター類（ただし発泡性を有しないもの）などとし、水温が常温程度のものを使用することとした。ただ
313 し、汲んだ直後の水道水は内部に大量の気泡を含むため、汲んだ後に数時間静置したものとした。

314 水温については、水温そのものではなく環境温度との差が試験中の装置の熱膨張等に影響を与えると考えら
315 れるため、環境温度との差が 5℃以下となるように規定した。

316

317 4 特許権などに関する事項

318 この規格に適合した器具に関して、特許権[7]が存在している。現在市販されている製品は特許権の実施を許
319 諾された業者により製造、販売されている。

320

321 5 規定項目の内容

322 5.1 試験技術者 (箇条 4)

323 この規格を適用して試験を行う技術者は、“試験方法の原理及び試験装置、並びにコンクリートに関する基
324 礎知識をもち、試験目的に応じて試験方法を適切に選択できる者”を前提とした。コンクリートの水分浸透抵
325 抗性について一般的な知識をもち、試験方法の原理及び試験装置の適切な操作方法を理解しており、かつコン
326 クリートの材料及び施工に関する一般的な知識をもつ者が望ましい。このうち、コンクリートに関して基礎知
327 識をもつ技術者については、技術士（建設部門）、一級土木施工管理技士、一級建築施工管理技士、（公社）日
328 本コンクリート工学会のコンクリート診断士、コンクリート主任技士、コンクリート技士などの資格を保有す
329 る者が望ましい。

330 5.2 表面吸水試験装置 (5.1)

331 本試験方法は、シール材を介してチャンバーをコンクリート測定面に設置して水分浸透させる機構装置を構
332 成している。コンクリートとチャンバーに囲まれる部分の体積を保持することが測定精度を確保するために非
333 常に重要となる。チャンバー内の体積に変化があると装置によって検出される水量へ悪影響を及ぼす。特に試
334 験を実施している最中のシール材の時間依存変形、固定治具の時間依存変形を抑える必要がある[8][9]。そのた
335 めに、チャンバーおよびシール材、固定治具の性能が規定されている。

336 5.3 チャンバー (5.1 a)

337 チャンバーの直径が小さいと周長と面積との比率が大きくなり周囲へのにじみの影響が大きくなることや、
338 骨材等の影響が大きくなることが考えられる[10]。本試験方法の吸水チャンバーの公称直径は 80 mm であり、
339 面積は 5024 mm²となる。これは水頭を一定の 200 mm とする表面吸水試験法である ISAT[6]の下限値の規定
340 (5000 mm²)を満足している。

341 シール材をコンクリートへ密着させるとシール材が変形して見かけのチャンバーの直径が小さくなる。コン

342 クリート面の状態により密着度も異なり一律に規定することが困難であるため、チャンバーを密着させる前の
343 シール材により囲まれる面積を公称面積と考え、シリンダーの内断面積 A_s とした。

344 5.4 シリンダー (5.1 b)

345 シリンダーの断面積が大きいと測定できる水量が大きくなるものの測定精度は低下する。コンクリートの水
346 分浸透性の大小に応じて断面積を変更することは可能である。規定では目安として内直径が 20 mm 以下と示
347 したが、内直径が 8 mm の場合の使用実績がある。

348 目視により測定する場合にはシリンダーに目盛を付す必要があり規定した。

349 シリンダーの材質としては透過色と剛性を確保するためにアクリル製のパイプの使用が考えられるが、パイ
350 プの製作精度には十分注意を払わなければならない。アクリル製パイプには遠心成形のものと押し出し式のもの
351 があり、前者は内直径の製作精度は著しく低く、個体差やシリンダー高さ毎の断面積の変化が確認されるため
352 使用は望ましくなく、押し出し式を使用することが望ましい。内断面積の測定はノギス等での測定精度の確保は
353 難しいため、水等を内面に満たして質量による測定を行うことにより断面積を測定するのがよい。市販されて
354 いるパイプの内断面は必ずしも真円ではないが、断面積を用いて真円と仮定した平均直径を直径としてみなして
355 てよい。シリンダーにはガラス直管や JIS R 3505 のガラス製体積計を使用してもよい。

356 5.5 適用箇所 (7.2)

357 適用箇所は、平面又は緩やかな曲面を有するコンクリート面であり、型枠面及びこて仕上げ等で均した面を
358 対象とする。経年劣化等により骨材が露出している場合でも、シール材の変形による密着によりコンクリート
359 面とシール材の間から水が漏れない限り測定することができる。凹凸が著しい場合には事前に確認をした上で
360 適用する必要がある。

361 電柱の表面やトンネル内面のような曲率を有する面に対しては、測定面の曲率に対応した端面形状をもつチ
362 ャンバーを適用する方法又は平面のチャンバーを使用しシール材の変形により追随する方法があり、それぞれ
363 事前に水漏れがないことを確認することで適用できる。

364 測定時の設置角度の影響を検討した結果、 90° (鉛直面)、 0° (水平面に対して上面に装置を設置し下向き
365 へ吸水させた場合)、 167° (上向きへ吸水させた場合) の 3 つの角度の違いによる影響は認められなかった
366 [11]。本試験はコンクリートの鉛直面 (壁面など)、上面 (スラブなど)、下面 (桁や床版下面など)、傾斜面 (ハ
367 ンチ部、トンネル内空面など) など様々な角度の面に適用することが可能である。ただし、測定においてはシ
368 リンダーにより水頭を付与するため、測定したいコンクリート面より高い位置にシリンダーを設置する必要が
369 あり、そのような装置でない場合には測定ができない。

370 市販の装置を用いる際には、装置の形状により適用できる箇所に制約がある場合もあるため、事前に確認が
371 必要である。

372 5.6 シリンダーの設置角度 (7.5 c)

373 シリンダーの設置角度については、目視により鉛直であると規定した。設置角度の誤差は、シリンダー内断
374 面積の誤差に繋がるが、鉛直方向とシリンダー軸方向のなす角 θ とすると、断面積は $1/\cos \theta$ 倍となるため θ
375 が 1 度のとき実際の面積は 1.01 倍、2 度のとき 1.05 倍と影響は小さいため、目視による判定で十分とした。

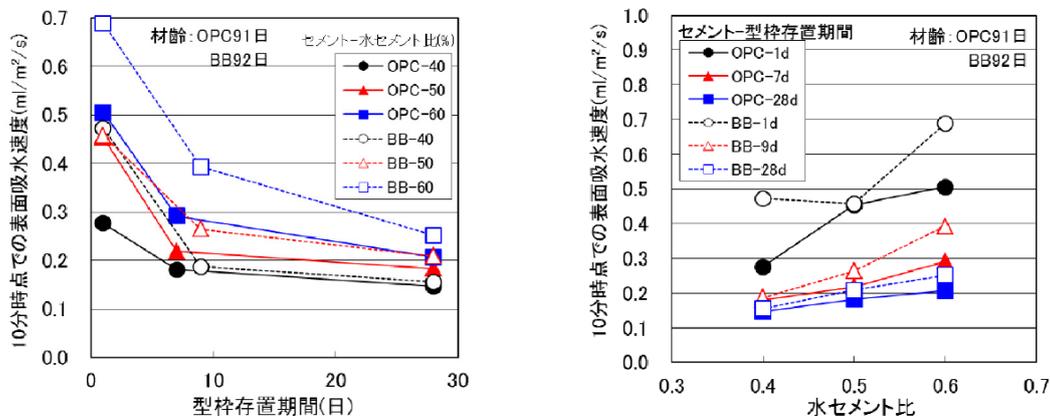
376 5.7 計算 (箇条 8)

377 型枠存置期間と水セメント比を変化させたコンクリートを測定した際の表面吸水速度 (本規定による単位水
378 分浸透量の時間変化量) へ与える影響についてまとめたものが解説図 4 である [1]。コンクリートの養生による
379 違いと水セメント比による違いが評価できている。解説図 5 に示すように中性化速度係数と表面吸水速度との

380 相関が高いことが示されている[12].

381

382



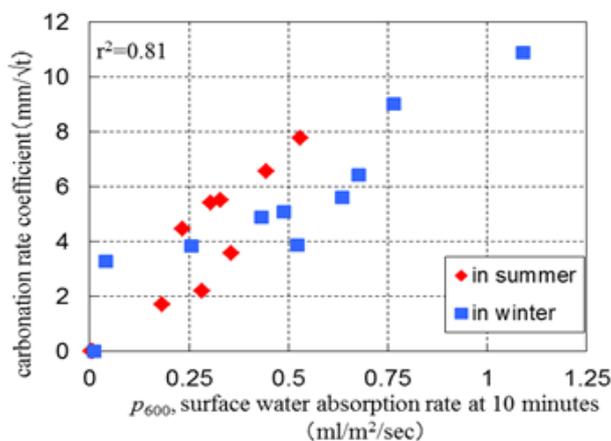
383

384

385

386

解説図 4—型枠存置期間と水セメント比の感度



387

388

389

390

【参考文献】

391 [1] 林和彦, 細田暁: 表面吸水試験によるコンクリート構造物の表層品質の評価方法に関する基礎的研究, 土
392 木学会論文集 E2, Vol.69, No.1, pp.82-97, 2013 年 3 月

393 [2] British Standard, BS1881, Part 5, Methods of testing hardened concrete for other than strength, 1970

394 [3] Neville, A.M., 三浦尚 訳: ネビルのコンクリートバイブル, 技報堂出版, pp.600-604, 2006

395 [4] 藤原麻希子, 林和彦, 細田暁, Usman Akmal: 表面吸水試験における水頭及び試験開始時間の影響, 土木
396 学会第 66 回年次学術講演会講演概要集, V-57, pp.113-114, 2011 年 9 月

397 [5] 細田暁: 非破壊の吸水試験によるコンクリート構造物の品質評価手法, 非破壊検査, Vol.70, No.3, pp.116-
398 119, 2021.3

399 [6] 井川倫宏, 玉岡優児, 細田暁: 表面吸水試験によるコンクリート構造物の表層品質の評価基準に関する基

- 400 礎的研究, コンクリート工学論文集, Vol.29, pp.101-109, 2018
- 401 [7] 特許第 5880981 号, 発明の名称: コンクリート表面の吸水試験方法及び吸水試験装置, 特許権者: 国立大
402 学法人横浜国立大学, 発明者: 細田暁, 林和彦, 登録日 2016 年 2 月 12 日, 出願番号: 特願 2013-507793,
403 出願日: 2012 年 3 月 30 日, 優先権主張番号: 特願 2011-076916, 優先日: 2011 年 3 月 31 日
- 404 [8] 小松怜史, 細田暁, 田中章夫, 田中泰司: 復興道路・復興支援道路のコンクリート構造物の表層品質調査
405 結果, 橋梁と基礎, pp.51-57, 2017 年 12 月
- 406 [9] 林和彦, 大和田晴海, 小松怜史, 細田暁: 表面吸水試験の試験方法と計測結果の処理方法の改善, コン
407 クリート構造物の非破壊検査シンポジウム論文集, Vol.6, pp.187-194, 2018 年 8 月
- 408 [10] 土木学会: 構造物表面のコンクリート品質と耐久性検証システム研究小委員会(335 委員会)成果報告書お
409 よびシンポジウム講演概要集, コンクリート技術シリーズ No.80, 2008 年 4 月
- 410 [11] 横山勇氣, 細田暁: 表面吸水試験における各種の外乱要因の検討を踏まえた測定角度の影響に関する分析,
411 コンクリート工学論文集, Vol.28, pp.71-78, 2017
- 412 [12] Akira Hosoda and Kazuhiko Hayashi: Evaluation of Covercrete Quality of Concrete Structures by Surface Water
413 Absorption Test, International Symposium on Concrete and Structures for Next Generation, Ikeda & Otsuki
414 Symposium (IOS2016), Tokyo, Japan, pp.223-230, 16-18 May 2016
- 415
- 416