

報告 ブリーディング試験の実施状況と生コン工場におけるブリーディング試験への対応に関する実態調査

斉藤 丈士*1・阿佐見 雅子*2・中田 善久*3・十河 茂幸*4

要旨：本報告は、日本コンクリート工学会 構造物の耐久性向上のためのブリーディング制御に関する研究委員会 試験方法WGにおいて、ブリーディング試験の実施実績および実施状況と生コン工場におけるブリーディングに関するアンケートに対する回答結果を取りまとめたものである。アンケートの対象は、生コン工場、建設会社、セメントメーカ、化学混和剤メーカおよびコンクリート関係の試験機関とした。この結果、生コン工場はブリーディング試験を実施したことの割合が高いこと、ブリーディング試験は試し練り時に多く行われること、問い合わせ等は圧入等が要求される部位のコンクリートに多いことなどがわかった。

キーワード：ブリーディング試験、生コン工場、建設会社、セメントメーカ、化学混和剤メーカ、試験機関

1. はじめに

日本コンクリート工学会（以下、JCI という）「構造物の耐久性向上のためのブリーディング制御に関する研究委員会 試験方法 WG」では、コンクリートのブリーディング試験に関して、運用の実態および実務者の意識を把握し、改善点等を模索することを目的としてアンケート調査を実施した。アンケートの内容は大別して、(1)ブリーディング試験の実施状況に関する項目、(2)レディーミクストコンクリート（以下、生コンという）工場におけるブリーディングに関する問合せや協力要請の状況に関する項目、(3)ブリーディング試験における作業と試験方法の実態に関する項目および(4)ブリーディングに対する実務者の意識と認識の実態に関する項目の4つである。

本報告は、このうち、(1)ブリーディング試験の実施状況に関する項目および(2)生コン工場におけるブリーディングに関する問合せや協力要請の状況に関する項目について結果をとりまとめたものである。

2. アンケート調査の概要

2.1 アンケート調査の実施時期および対象者

アンケート調査は、平成 27 年 10 月～平成 28 年 1 月に実施した。アンケートの送付先は生コン工場、建設会社、セメントメーカ、化学混和剤メーカおよびコンクリートに関係する試験機関とした。ここで、生コン工場は全国生コンクリート工業組合連合会の加盟工場、建設会社は技術研究所および技術部、セメントメーカおよび化学混和剤メーカは研究所および技術部、試験機関はコンクリートを取り扱う公的機関と民間機関および生コンの

認定共同試験場を対象とした。

2.2 アンケートの配付および回収の方法

生コン工場および生コンの認定共同試験場分は、全国生コンクリート工業組合連合会が配付および回収を行った。建設会社、セメントメーカ、混和剤メーカおよび試験機関分は、JCI から送付したアンケート用紙を組織内で技術研究所や技術部等に所属しコンクリートの試験に携わる社員に配付して頂き、組織内で回収したものを JCI に返送して頂いた。

2.3 アンケートの配付数および回収の内訳

アンケートの配付数および回収の内訳は、表-1 に示す通りである。ここで、建設会社、セメントメーカ、混和剤メーカおよび試験機関は、各組織内における配付数が不明のため回収率は配付した組織数に対する回収した組織数で表している。

2.4 調査項目

ここでは、次の項目について調査を行った。

(1) ブリーディング試験の実施状況に関する項目

- ・ブリーディング試験の実施実績
- ・ブリーディング試験を実施した動機ごとの試験の実施回数
- ・ブリーディング試験の実施時期

表-1 アンケートの配付数および回収の内訳

対象者	配付数 (工場・社)	回答数		回収率 (%)	
		回答数 (工場・社)	回答数 (件)		
生コン工場	2641	1819	1819	68.9	
建設会社	23	20	63	87.0	
メーカ	セメント	18	9	74	50.0
	化学混和剤	14	12	16	85.7
試験機関	89	39	78	43.8	

*1 日本大学 生物資源科学部生物環境工学科 准教授 博士（工学）（正会員）

*2 全国生コンクリート工業組合連合会 研究員（正会員）

*3 日本大学 理工学部建築学科 教授 博士（工学）（正会員）

*4 広島工業大学 工学部環境土木工学科 教授 工学博士（正会員）

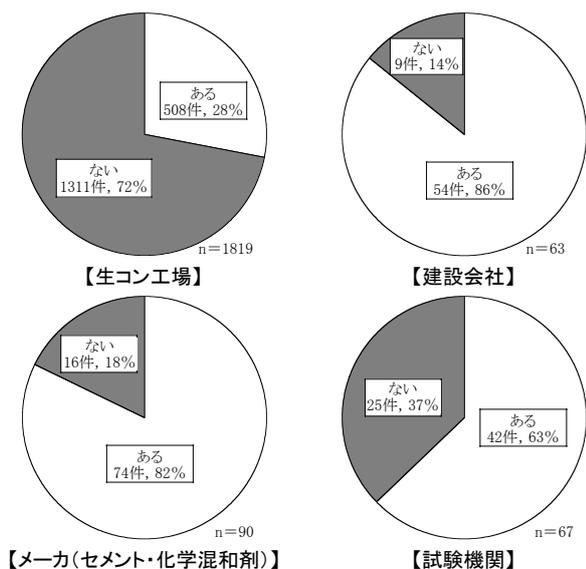


図-1 ブリーディング試験の実施の有無

- ・生コン工場における試験容器の保有状況
 - ・ブリーディング試験と併せて実施する試験項目
- (2) 生コン工場におけるブリーディングに関する問合せや協力要請の状況に関する項目
- ・施工者等からの問合せの状況
 - ・問合せ等を受けたコンクリートの使用箇所
 - ・問合せや協力要請の内容とその対応

3. 調査結果および考察

3.1 ブリーディング試験の実施状況

ここでは、生コン工場、建設会社、メーカー（セメント・化学混和剤）および試験機関を対象として、ブリーディング試験の実施実績、ブリーディング試験を実施した動機ごとの試験の実施回数、ブリーディング試験の実施時期、生コン工場における試験容器の保有状況およびブリーディング試験と併せて実施する試験項目について調査した結果を述べる。

(1) ブリーディング試験の実施実績

これまでにブリーディング試験(JIS A 1123 試験方法)を実施したことがあるか、実施の有無を図-1に、また生コン工場について所在地の地区ごとにおける試験実施の有無を図-2に示す。なお、以降、図中のn数は回答者数を示している。

試験を実施したことがあるとの回答は、生コン工場において30%以下である一方で、試験機関は60%、建設会社およびメーカーでは80%をそれぞれ超える傾向となった。これより、生コン工場においてブリーディングを確認する頻度はあまり高くないことがうかがえる。ただし、図-2に示すように、生コン工場における試験実施の有無の割合は地区ごとに大きく異なり、実施したとする回答

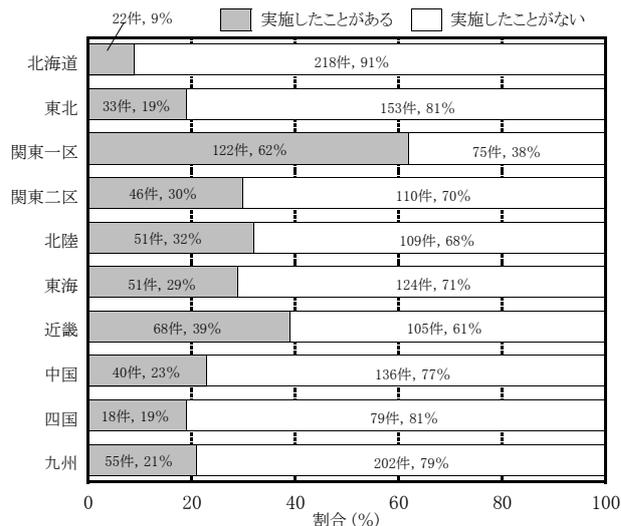


図-2 生コン工場の地区ごとにおけるブリーディング試験の実施の有無

の割合は関東一区が突出して大きく、次いで近畿が大きい結果となった。これより、ブリーディングを確認する必要のある工事は地域差が大きく、大都市部に集中している傾向がうかがえる。なお、以降のブリーディング試験に関する設問については、本設問で「実施したことがある」とした回答者のみの回答結果を示す。

(2) ブリーディング試験の実施回数

ブリーディング試験を実施した動機ごとの試験の実施回数を図-3に示す。ここで示した実施回数は、回答者が過去5年間に実施した試験の回数である。なお、試験機関については試験実施の動機に関する設問を設けなかったため、ここでは生コン工場、建設会社およびメーカーについて結果を示している。

生コン工場は、試験を実施した動機に関わらず80%前後が試験回数を1~4回と回答しており、一般的に試験の実施回数は少ない。建設会社は、概ね50~70%程度が1~4回、20~30%が10回以上となっており、生コン工場と比べて試験の実施回数が多い傾向を示した。これは、試験を実施した動機にかかわらず、施工上の性能としてブリーディング量を確認する場合に多数の配(調)合について試験を実施する必要が生じるためと考えられる。メーカーは、他の対象者と異なり動機による相違が顕著であり、自社内の依頼により自主的に試験を実施する場合と研究・製品開発のために試験を実施する回数が多くなる傾向を示した。これは、検討の対象とする製品(セメント・化学混和剤)を用いるコンクリートにおいて、比較的多くの配(調)合についてブリーディング量を確認する必要が生じるためと考えられる。なお、建設会社およびメーカーにブリーディング試験の実施回数が少ない(実施回数1~4回)理由と多い(実施回数5~9回または10回

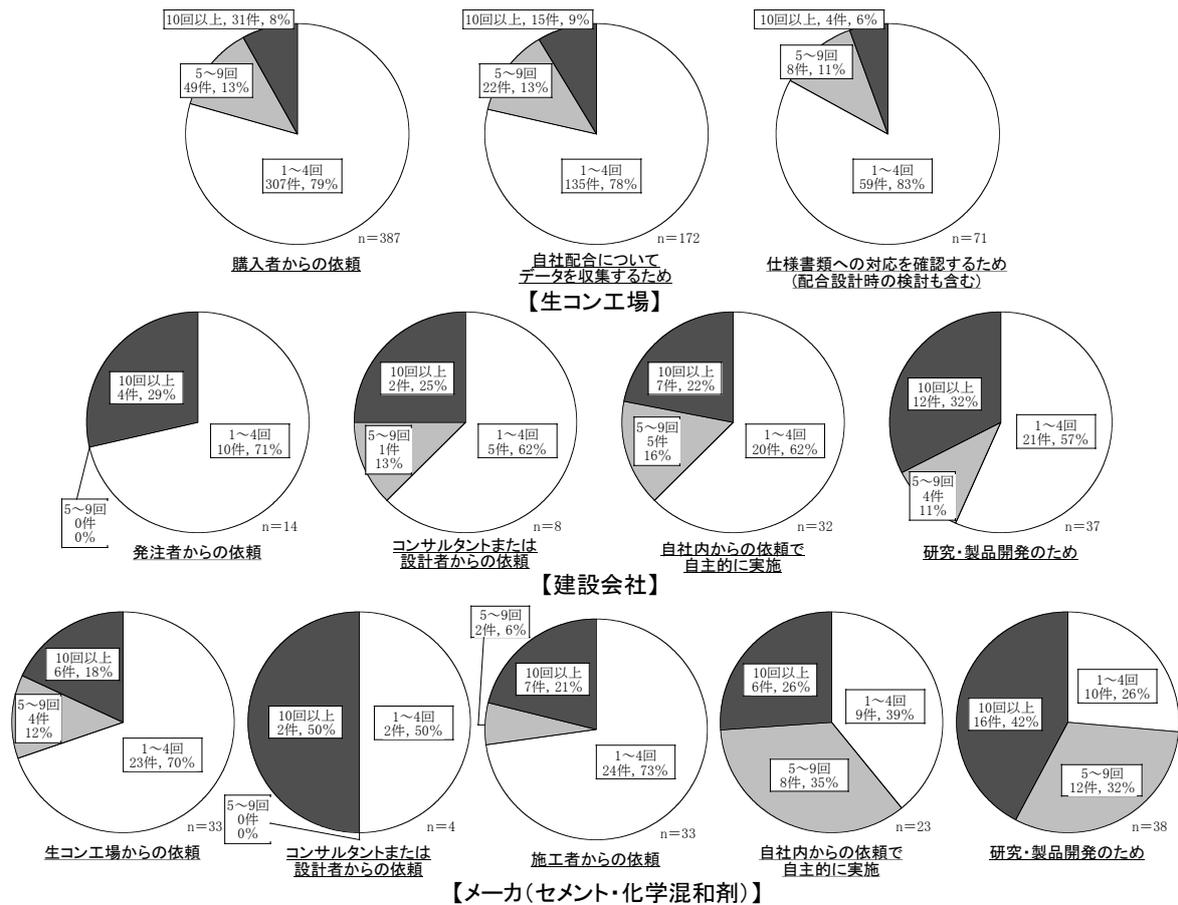


図-3 ブリーディング試験を実施した動機ごとの試験の実施回数

以上)理由を問うたところ、少ない理由の回答は建設会社とメーカーのいずれも「依頼主から要求されることが少ないため」が最も多く、「JIS A 5308 の検査項目に含まれていないため」が次点であり、実施回数が多い理由の回答は、建設会社とメーカーのいずれも「鋼管充填コンクリートの品質確認」が最も多かった。

(3) ブリーディング試験の実施時期

ブリーディング試験を実施した動機ごとの試験の実施時期を図-4に示す。ここでは、試験の実施時期が実務上影響すると考えられる生コン工場、建設会社およびメーカーの回答結果を示している。

いずれの回答者においても、試験の実施時期は、試験実施の動機にかかわらず試し練り時が最も多かった。ただし、建設会社およびメーカーはコンクリートの出荷時や荷卸し時に試験を実施することが少ないのに対して、生コン工場はその割合がやや高くなる傾向を示した。特に、自社配合についてデータを収集する場合は3割程度が出荷時または荷卸し時に試験を行っている結果となった。これは、試し練り時と出荷時ではコンクリート温度などの条件が異なることから、購入者および生コン工場の一部では試し練り時におけるコンクリートのブリーディング性状と実際に出荷した荷卸し時におけるコンクリートの

ブリーディング性状が必ずしも同様と限らないと考えていることを示唆している可能性があり、その意識は購入者(施工者)よりも生コン工場が高いものと考えられる。

(4) 生コン工場における試験容器の保有状況

生コン工場における試験容器の保有状況を図-5に示す。保有している試験容器の種類は、JIS A 1123に規定されている試験容器が86%と高い保有率であった一方で、少ないながらJIS A 1123に規定されていない容器を保有する工場も存在していた。ただし、JIS A 1123に規定されている容器の保有率は総回答数(1819件)のおよそ10%程度と極めて少ない。また、試験容器の保有数の内訳を見ると、試験容器の種類に関わらず、ほとんどが1または2個であり、保有している場合もその数は少ない。

なお、試験容器を保有する生コン工場の割合は(1)に示したブリーディング試験の実施実績を有する回答の割合(28%)よりも少なく、試験を行う場合には試験容器が不足すると考えられる。この試験容器が不足する場合の対応方法を図-6に示す。試験容器が不足する場合の対応として化学混和剤メーカーから借りることが最も多く、次いで近隣または自社の他工場から借りる、セメントメーカーから借りることが多い結果となった。これより、試験を実施する機会が少ない中で、試験容器が必要な場合には

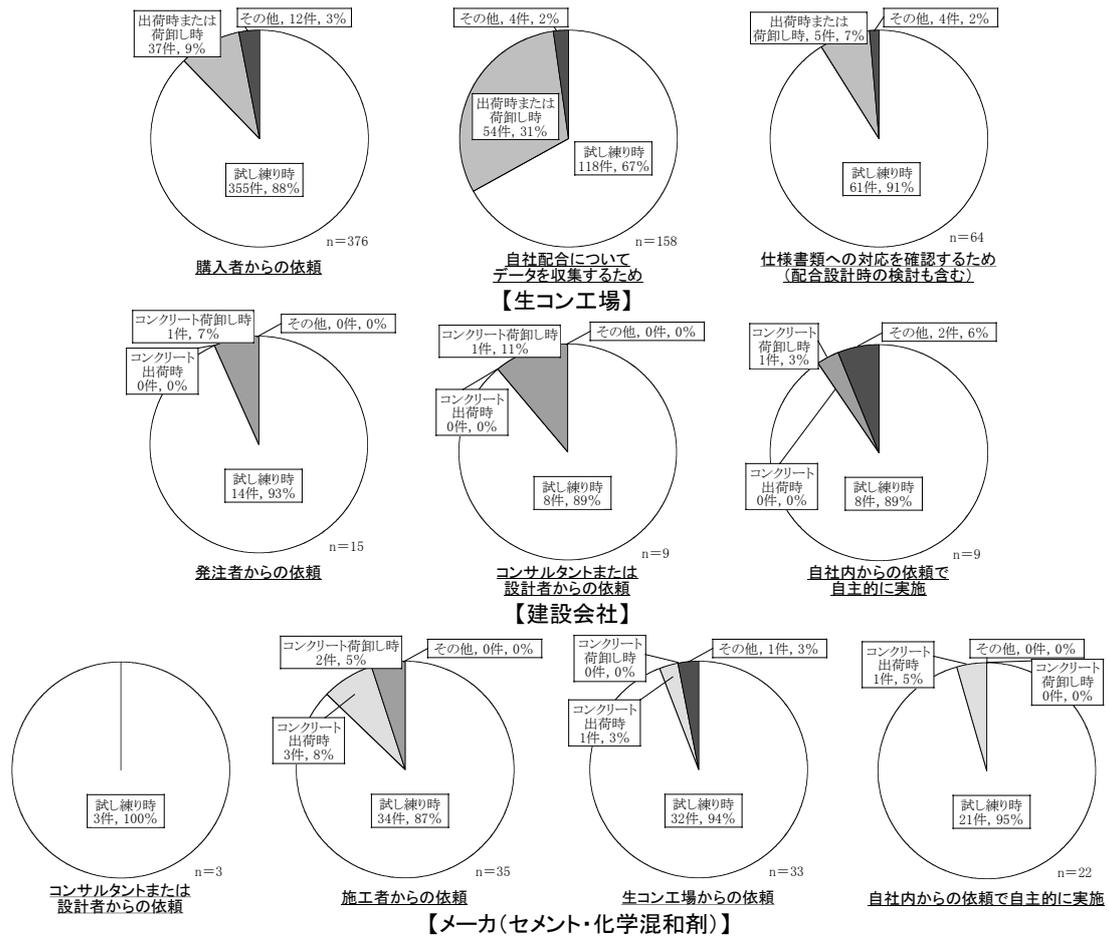


図-4 ブリーディング試験を実施した動機ごとの試験の実施時期

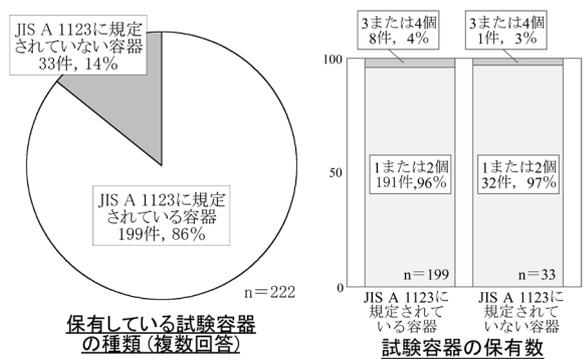


図-5 生コン工場における試験容器の保有状況

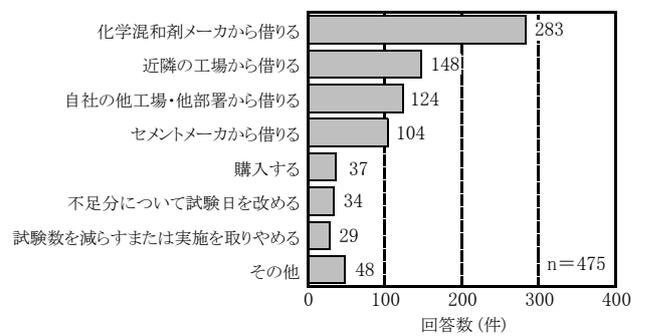


図-6 試験容器が不足する場合の対応方法(複数回答)

購入を避け、相互に融通し合っている現状がうかがえる。

(5) ブリーディング試験と併せて実施する試験項目

ブリーディング試験と併せて実施する試験項目を図-7に示す。いずれの回答者においても、ブリーディング試験と併せて実施する試験項目はスランプもしくはスランプフロー、空気量およびコンクリート温度などのフレッシュコンクリートの基本的な試験や、これらと併せて実施することの多い圧縮強度試験とする回答が上位を占めた。また、スランプ・空気量などの経時変化や凝結時間など、ブリーディングと同様に施工に関わる試験項

目が比較的多い結果となった。なお、これらのほかに、沈降量試験を実施しているケースが少なからず見られる。これは、(2)でブリーディング試験の回数が多い理由として挙げられた鋼管充填コンクリートの品質において、いずれも確認が必要なためと考えられる。

3.2 生コン工場におけるブリーディングに関する問合せや協力要請の状況

ここでは、生コン工場を対象として、施工者等からのブリーディングに関する問合せや協力要請の有無とその理由、問合せや協力要請を受ける工事の種類別、コンクリートの種類と使用箇所および問合せや協力要請の内容と

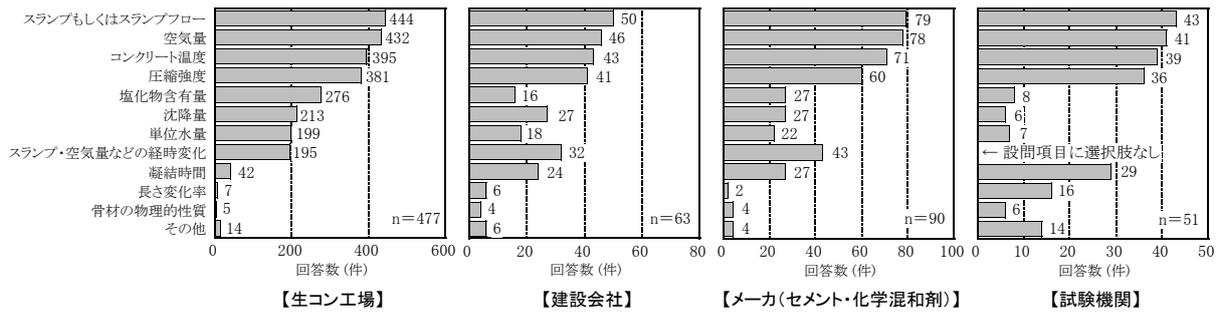


図-7 ブリーディング試験と併せて実施する試験項目（複数回答）

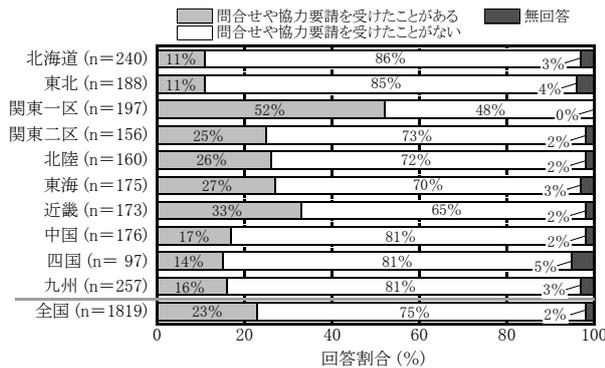


図-8 施工者等からの問合せや協力要請の有無

その対応について調査した結果を述べる。

- ブリーディングに関する問合せや協力要請の有無
生コン工場の所在地の地区ごとにおける施工者等からのブリーディングに関する問合せや協力要請の有無を図-8に示す。これまでに問合せや協力要請を受けたことがあるとする回答の割合は関東1区で最も多く52%、次いで近畿が33%であった。一方、北海道、東北、中国、四国および九州では問合せや協力要請を受けたことがないとする回答が8割以上であり、都市部と地方で差のあることが明らかとなった。

(2) 問合せや協力要請の理由

施工者等からの問合せや協力要請があった場合について、その理由を図-9に示す。問合せや協力要請の理由は、「発注者、設計図書または仕様書などに要求がある」が最も多く42%であった。これは、仕様書類として日本建築学会「建築工事標準仕様書 JASS 5 鉄筋コンクリート工事」²⁾の「18節 鋼管充填コンクリート」にブリーディング量および沈降量の上限と「23節 水密コンクリート」および「26節 凍結融解作用を受けるコンクリート」にブリーディング量の上限が示されていることに加えて、新都市ハウジング協会「コンクリート充填鋼管 (CFT) 造技術基準」¹⁾にブリーディング量および沈降量の上限が示されていることを反映した結果と考えられる。また、理由の次点は「沈降量を抑制したい」で26%であった。これは、土木学会「コンクリート標準示方書 (施工編：施工標準)」³⁾の「2.7 ひび割れ抵抗性」において「沈みひび割れは、ブリーディングを低減するとともに適切な時

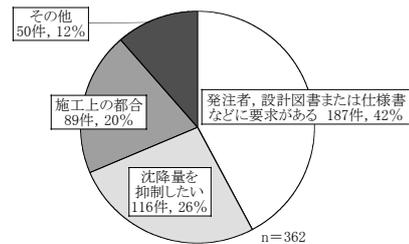


図-9 施工者等からの問合せや協力要請の理由

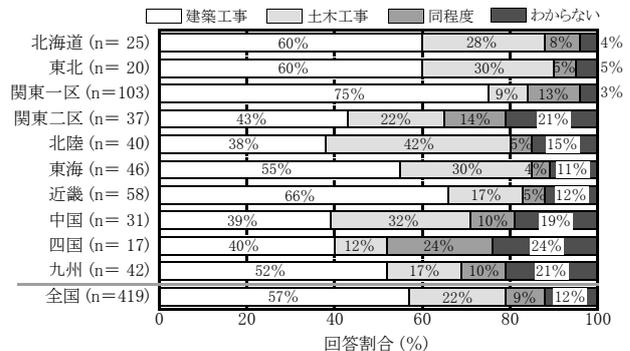


図-10 問合せや協力要請を受ける工事の種類

期にタンピングや再振動を施すことで防ぐことができる。」と解説されていることがすなわちブリーディングによる沈降を示唆すると解釈された結果と推察される。

(3) 問合せや協力要請を受ける工事の種類

生コン工場の所在地の地区ごとにおけるブリーディングに関する問合せや協力要請を受ける工事の種類を図-10に示す。問合せや協力要請を受ける工事の種類は、全国的に建築工事の方が土木工事よりも多い傾向にあり、この傾向は関東一区や近畿など都市部の多い地区ほど顕著であった。これは、3.1(2)でブリーディング試験の回数が多い理由に挙げられた鋼管充填コンクリートが主に建築工事であり、なおかつ建築工事が都市部において活発であるためと考えられる。

(4) 問合せや協力要請を受けたコンクリートの使用箇所

問合せや協力要請を受けたコンクリートの使用箇所を図-11に示す。コンクリートの使用箇所は、CFTなど圧入が要求される部位が最も多く、その中では建築工事が占める割合が大きい。これは、前節(3)と整合する結果である。また、次点はマスコン等の面積が大きく高さが

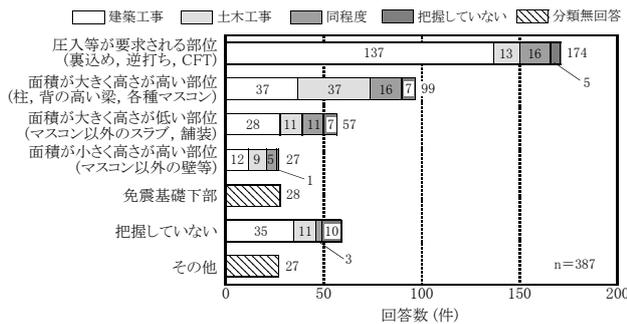


図-11 問合せや協力要請を受けたコンクリートの使用箇所

高い部位であり、その中で建築工事と土木工事の割合は同程度であった。

(5) 問合せや協力要請の内容とその対応

問合せや協力要請の内容を図-12に、問合せや協力要請への対応を図-13に示す。内容で最も多かったのは「試し練り時に試験の実施を求められた」とする協力要請であり、特に建築工事における要求が多い傾向を示した。また、次点は「ブリーディングの調整が可能かを聞かれた」とする問合せで、この件数は建築工事と土木工事で同等であった。なお、「出荷品についてブリーディングの範囲を設定したい」とする協力要請が27件あり、このとき指定されたブリーディングの上限値は、図中の表に示すようにブリーディング量で0.1cm³/cm²（新都市ハウジング協会「コンクリート充填鋼管（CFT）造技術基準」¹⁾に示される上限値）とされたものが最も多かった。また、問合せや協力要請への生コン工場の対応は「試し練り時に試験を実施」とした回答が多く、協力要請の内容と一致していた。

4. まとめ

本報告を総括すると次の通りである。

- (1) 生コン工場はブリーディング試験を実施したことがない割合が高く、実施していてもその回数は少ない。
- (2) ブリーディング試験は試し練り時に多く行われており、これは施工者等からの協力要請と生コン工場の対応のいずれも試し練り時としているためである。
- (3) 生コン工場が施工者等からブリーディングに関する問合せや協力要請を受けることは建築工事の場合に多く、対象のコンクリートは特に鋼管充填コンクリートが多いと考えられる。
- (4) 生コン工場はあまりブリーディングの試験容器を保有しておらず、試験容器が必要な場合はメーカーや近隣工場、自社他工場などと融通し合っている。

このアンケート調査結果を鑑み、構造物の耐久性向上のためのブリーディング制御に関する研究委員会 試験

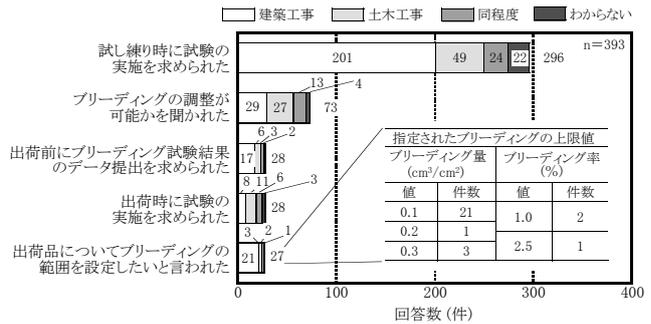


図-12 問合せや協力要請の内容 (複数回答)

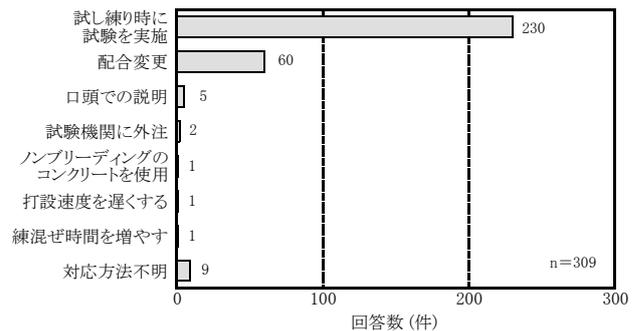


図-13 問合せや協力要請への対応

方法 WG では、ブリーディング試験方法の改良などに関する検討を行っている。

謝辞

本アンケート調査にご協力頂いた生コン工場、建設会社、セメントメーカー、化学混和剤メーカーおよび試験機関の担当各位ならびに生コン工場への配付・回収にご協力頂いた全国生コンクリート工業組合連合会の方々には深く感謝の意を表します。

なお、構造物の耐久性向上のためのブリーディング制御に関する研究委員会（委員長：十河茂幸 広島工業大学教授）試験方法 WG は次の委員で構成されています。

中田善久（WG 幹事長・日本大学）、大塚秀三（幹事・ものづくり大学）、阿佐見雅子（委員・全国生コンクリート工業組合連合会）、萱田健太郎（委員・建材試験センター）、斉藤丈士（委員・日本大学）、土屋直子（委員・国土技術政策総合研究所）

参考文献

- 1) (一社) 新都市ハウジング協会：コンクリート充填鋼管（CFT）造技術基準・同解説，2012.8
- 2) (一社) 日本建築学会：建築工事標準仕様書・同解説 JASS 5 鉄筋コンクリート工事，2015.7
- 3) (公社) 土木学会：コンクリート標準示方書（2012年制定）施工編，2013.3