

東海地区の圧送業者を対象としたコンクリートポンプ工法における閉塞に関するアンケート調査

THE QUESTIONNAIRE SURVEY ABOUT CONCRETE CLOGGING THE PIPELINE DURING PUMPING FOR PUMPING CONSTRUCTORS IN TOKAI AREA

宮田敦典 — * 1 中田善久 — * 2
大塚秀三 — * 3 荒巻卓見 — * 4
河崎慎吾 — * 5 住井次郎 — * 5

Atsunori MIYATA — * 1 Yoshihisa NAKATA — * 2
Shuzo OTSUKA — * 3 Takumi ARAMAKI — * 4
Shingo KAWASAKI — * 5 Jiro SUMII — * 5

キーワード:
コンクリートポンプ工法, 閉塞, 実状, アンケート調査, 東海地区

Keywords:
Concrete pumping methods, Clogging, Actual situation, Questionnaire survey, Tokai area

Although concrete clogging has been a problem in the Tokai area, blockage of the actual situation is unclear. Therefore, the purpose of this study is to reveal the actual situation of concrete clogging in Tokai area. We conducted a questionnaire survey about actual situation of concrete clogging of pumping constructors in Tokai area. As a result, this paper showed actual situation about such as pipeline and position when concrete clogging has occurred. Also, this paper elucidated that pumping constructors have recognized that quality of concrete is a problem.

1. はじめに

コンクリートポンプ工法におけるコンクリートの圧送性は、コンクリートの調合や圧送条件などのいろいろな要因によって変化し、閉塞を起こさないことが圧送性が良好である1つの大きな指標といえる。そのため、閉塞の実態を把握することは、コンクリートの圧送性を理解する上で重要となってくる。

筆者らの一部は、全国の圧送業者を対象としたアンケート調査を実施し、コンクリートの圧送性や圧送施工の実状について報告してきた^{1), 2)}。この調査において、閉塞は、圧送時に発生する最も多いトラブルの1つであり、コンクリートポンプ工法における一番の懸念材料であることが明らかとなった。

一般に、コンクリートの閉塞は、圧送開始時や圧送中に生じることが広く知られており、閉塞の実態に関する調査として、豊田らの近畿地区を対象としたアンケート調査^{3), 4)}がある。この調査^{3), 4)}は、近畿生コンクリート圧送協同組合において開催された「全圧連統一安全技術講習会」の受講者である圧送業務従事者を対象に3年間のアンケート調査を行い、閉塞について経験の有無、発生したコンクリート、発生季節・時刻、発生箇所および原因について報告している。一方、東海地区の圧送業者に閉塞についてヒアリング調査を行うと、テーパ管(5B→4B 1.2m以下)において発生する事例が多く、その実態について不明な点が多い。

そこで、本報告は、東海地区における閉塞の実状とその原因を明

らかにするために、東海地区の圧送業者を対象としてアンケート調査を実施した。ここでは、コンクリートの圧送性に関する意識および閉塞の実状についての調査結果を考察している。

2. アンケート調査の概要

アンケート調査期間は、平成26年2月から平成26年3月とした。

2.1 調査項目および設問項目

調査項目および設問項目を表1に示す。調査項目は、圧送施工に関連する「コンクリートの圧送性に関する意識」および「閉塞の実状」とした。なお、回答にあたって対象とする圧送作業は、ブーム先端からの延長配管を含む配管による圧送としている。

コンクリートの圧送性に関する意識の調査項目は、「1日の圧送作業中における差異」および「レディーミクストコンクリート工場の差異」とし、設問項目は、圧送性の差異とその要因に関する事項とした。閉塞の実状の設問は、圧送開始時および圧送中におけるそれぞれの閉塞の経験の有無および閉塞が生じた圧送条件および要因に関する事項とした。設問形式は、選択式もしくは記述式とした。

2.2 アンケートの対象者

アンケートの対象者は、愛知県、岐阜県および三重県のコンクリート圧送業者から構成される東海地区コンクリート圧送有限責任事業組合(以下、東海LLPとする)の圧送技能者(以下、技能者とする)とした。

¹⁾ 日本大学理工学部建築学科 助手・修士(工学)
(〒101-8308 東京都千代田区神田駿河台1-8)

²⁾ 日本大学理工学部建築学科 教授・博士(工学)

³⁾ ものつくり大学技能工芸学部建設学科 准教授・博士(工学)

⁴⁾ 日本大学大学院理工学研究科博士後期課程建築学専攻 大学院生・修士(ものつくり学)

⁵⁾ 東海地区コンクリート圧送有限責任事業組合

¹⁾ Research Assistant, Dept. of Architecture, College of Science and Technology, Nihon Univ., M. Eng.

²⁾ Prof., Dept. of Architecture, College of Science and Technology, Nihon Univ., Dr. Eng.

³⁾ Assoc. Prof., Dept. of Building Technologists, Monotsukuri Institute of Technologists, Dr. Eng.

⁴⁾ Graduate Student, Doctor's Degree Course, Graduate School of Science and Technology, Nihon Univ., M. Tech.

⁵⁾ Toukai Area Concrete Pumping LLP.

2.3 アンケートの回収率

アンケートの回収率は、東海LLPの技能者345名に対して290名の84.1%であった。

3. 回答者の属性

回答者の属性を図1に示す。

(1) 経験年数

回答者の経験年数は、「10年以上20年未満」が36.9%と最も多く、経験年数10年以上が全体の約65%を占めた。また、経験年数10年未満が24.2%であった。これらのことから、東海LLPは、コンクリートポンプによる圧送施工の十分な経験を有している技能者が多く、さらに、本調査は、経験年数の少ない技能者の回答を含めた包括的な回答が得られたといえる。

(2) 保有資格

保有資格は、「一級コンクリート圧送施工技能士」が69.0%と最も多く、このうち「登録コンクリート圧送基幹技能者」が57名であった。これは、全国の登録コンクリート圧送基幹技能者579名（アンケート実施時点）のうち約10%が東海LLPの技能者であることを示しており、資格の取得を推進する組合の意向が伺える。

4. コンクリートの圧送性に関する意識

4.1 1日の圧送作業中における差異

1日の圧送作業中における圧送性の差異を図2に示す。1日の圧送作業中に「一時的な圧送性の差異を感じたことがある」が74.1%を占めており、これは、技能者の多くが1日の圧送作業中における一時的な圧送性の差異を感じることが多いことを示している。この圧送性の差異を生じる要因は、「コンクリートの品質のばらつき」

表1 調査項目および設問項目

調査項目	設問項目
回答者の属性	(1) 経験年数 (2) 保有資格
コンクリートの圧送性に関する意識	1日の圧送作業中における差異 (1) 一時的な圧送性の差異 (2) 圧送性の差異が生じる要因
	レディーミクストコンクリート工場の差異 (1) 圧送性の差異 (2) 圧送性の差異を感じる頻度 (3) 圧送性の差異が生じる要因
閉塞の実状	経験・頻度 (1) 閉塞の経験の有無 (2) 閉塞の頻度
	圧送開始時 (1) 閉塞の有無 (2) 閉塞箇所 (3) 輸送管径 (4) 配管条件
	圧送中 (5) コンクリートの種類 (6) スランブ (7) 先送り材 (8) 閉塞した要因

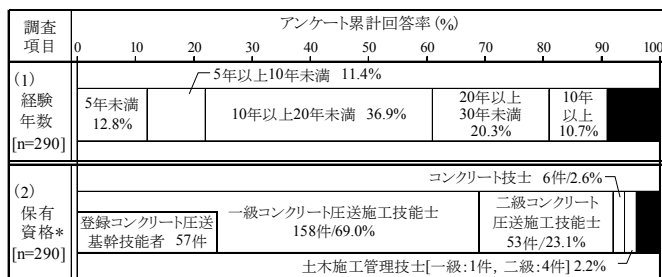


図1 回答者の属性

が最も多かった。これより、技能者が「長時間に渡る待機時間」、「圧送の中断」などの施工現場特有の要因や、「気象の変化」などの環境条件による要因よりも、レディーミクストコンクリートの品質による要因の方が圧送性に及ぼす影響が大きいと感じていると思われる。

4.2 レディーミクストコンクリート工場の差異

レディーミクストコンクリート工場の違いによる圧送性の差異を図3に示す。レディーミクストコンクリート工場の違いによる「圧送性の差異を感じたことがある」が76.2%を占めており、技能者の多くがレディーミクストコンクリート工場の違いによる圧送性の差異を感じている。

この圧送性の差異を感じる頻度は、時期によって異なり、暑中、標準期、寒中の順で高かった。また、暑中における圧送性の差異を感じる頻度は、10現場中5回以上が41.3%を占めており、その頻度が高いことが伺える。暑中に閉塞が多い理由は、外気温が高いことによりスランブが低下しやすくなるためと思われる。

コンクリートの圧送性の差異が生じる要因は、「骨材の品質の粗悪」が最も多く、技能者の多くがコンクリートの骨材に問題があると感じていることがわかる。また、レディーミクストコンクリートの調合による要因である「単位セメント量の過小」や「細骨材率の

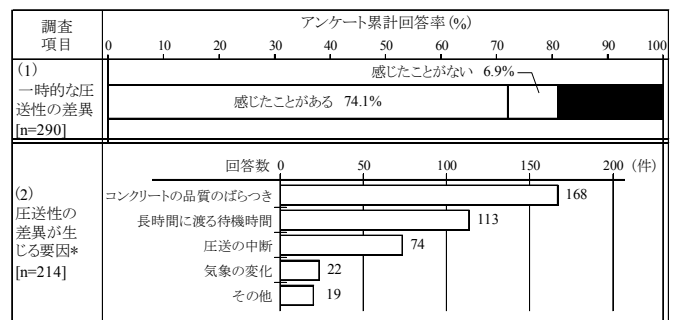


図2 1日の圧送作業中における圧送性の差異

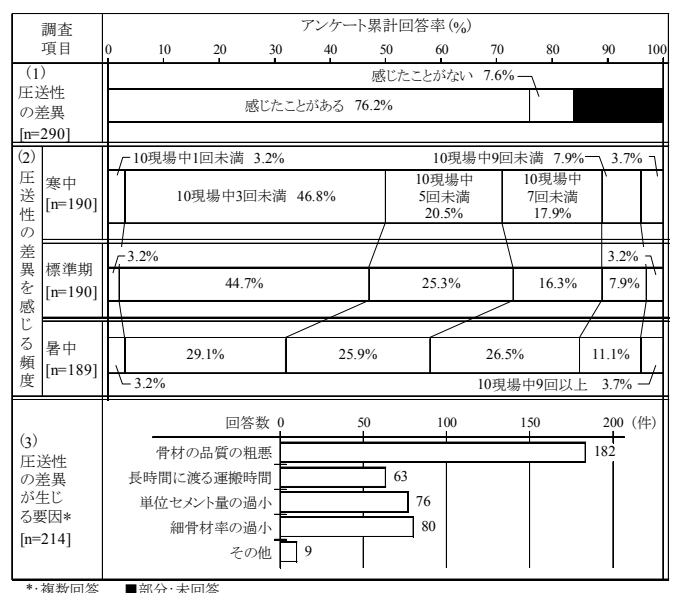


図3 レディーミクストコンクリート工場の違いによる圧送性の差異

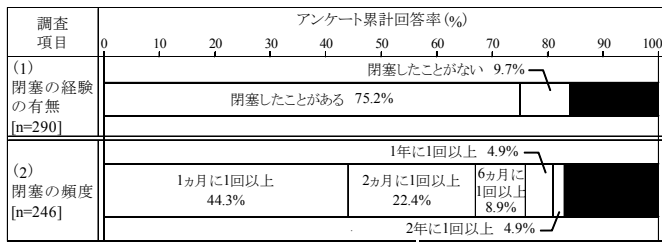


図4 閉塞の経験の有無および頻度

過小」も多かった。このように、レディーミクストコンクリートの使用材料や調合に関する回答が多かったことは、東海LLPの技能者がフレッシュコンクリートのワーカビリティの相違に敏感であることが考えられる。

5. 閉塞の実状

5.1 経験・頻度

閉塞の経験の有無および頻度を図4に示す。「閉塞を経験したことがある」が75.2%となった。これは、永田らの調査³⁾において、閉塞を経験した技能者が30%~40%であった結果に対して著しく多く、東海地区において閉塞を経験したことがある技能者が多いことがわかった。閉塞の頻度は、1か月に1回以上が約半数となった。

5.2 圧送開始時および圧送中の閉塞

圧送開始時の閉塞の実状を図5に示し、圧送中の閉塞の実状を図6に示す。

(1) 圧送開始時および圧送中の閉塞の経験

「圧送開始時の閉塞を経験したことがある」が63.1%となり、「圧送中の閉塞を経験したことがある」が56.6%となった。これは、「閉塞を経験したことがある」多くの技能者が圧送開始時および圧送中の閉塞を経験していることを示している。

(2) 閉塞箇所

閉塞箇所は、いずれの閉塞においても「テーパ管」が約50%と最も多く、この傾向は、豊田ら⁴⁾の傾向と概ね同程度であった。「テーパ管」における閉塞が多い理由は、テーパ部で骨材同士が接近し、粗骨材のかみ合いが生じやすいため⁵⁾と思われる。また、「先端ホース」がいずれの閉塞においても30%程度となった。これは、「先端ホース」が筒先を自由に移動させることができる反面、先端ホースの複雑な形状により粗骨材とモルタルの流速に違いが生じやすいためと思われる。

(3) 輸送管径

輸送管径は、いずれの閉塞においても「4インチ」および「5インチ」が多く、「3.75インチ」や「6インチ」も僅かに回答された。これより、閉塞は、輸送管径にかかわらず発生しており、輸送管径の違いによる明確な傾向は見られなかった。また、(2)閉塞箇所の結果を踏まえると、閉塞は輸送管径よりもテーパ管、ベント管および先端ホースなどの輸送管の形状による影響が大きいと思われる。

(4) 配管条件

配管条件は、いずれの閉塞においても「長距離圧送」が約40%と最も多く、これは、「長距離圧送」の場合、圧送距離が長くなるとコンクリートの品質変化が大きくなるため⁶⁾、閉塞しやすくなったものと思われる。また、「高所への圧送」、「下向き圧送」、「CFT柱

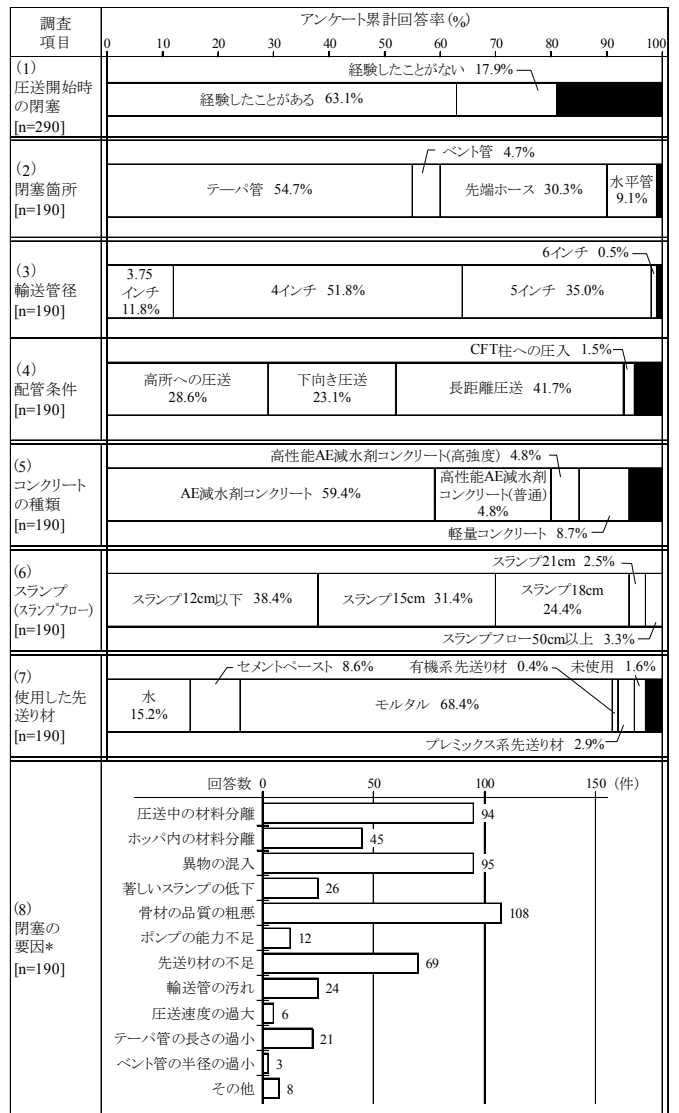


図5 圧送開始時の閉塞に関する実状

への圧入」などの日本建築学会「コンクリートポンプ工法施工指針・同解説」に記述されている高度な技術を必要とするコンクリート施工⁷⁾が多く回答された。すなわち、配管条件による圧送の難易度が少なからず閉塞に影響していると思われる。

(5) コンクリートの種類

コンクリートの種類は、いずれの閉塞においても「AE減水剤コンクリート」が最も多く、豊田らの調査⁴⁾においても、設問方法が異なるものの、呼び強度18および21の「AE減水剤コンクリート」と思われる回答が多かった。これは、それぞれのコンクリートの使用頻度が異なるため一概には言えないものの、一般的に呼び強度が小さい「AE減水剤コンクリート」よりも、呼び強度が大きい「高性能AE減水剤コンクリート」の方が単位セメント量が少なく粘性が小さいことが影響していると思われる。

(6) スランプ (スランプフロー)

スランプ (スランプフロー) は、いずれの閉塞においてもスランプ (スランプフロー) が小さいほど閉塞が多くなる傾向を示し、スランプ15cm以下が60%以上となった。この傾向は、豊田らの傾向⁴⁾と概ね同様であった。一般的にコンクリートの調合は、同一の呼び

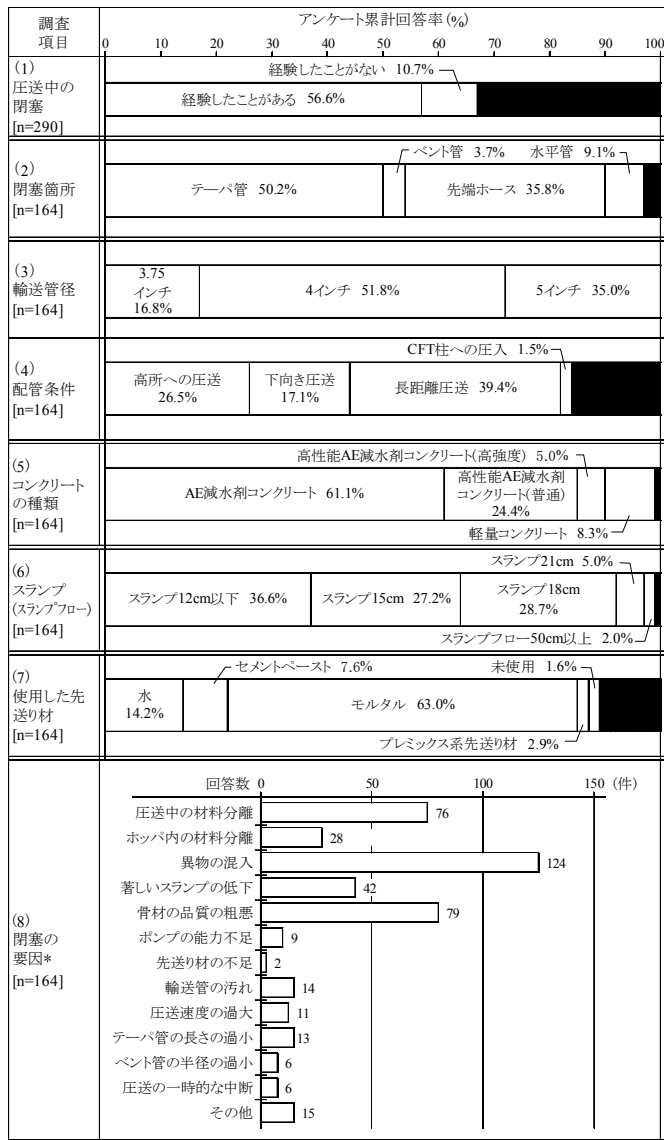


図6 圧送中の閉塞の実状

強度(W/C)の場合、スランプが小さいほど粗骨材量が多くなり、反対にセメントペースト量が少なくなる。このコンクリート中のセメントペーストは、輸送管内壁とコンクリートの摩擦抵抗を小さくする役目を果たす⁸⁾が、スランプが小さいとセメントペーストが少なくなり、摩擦抵抗が大きくなるため閉塞が生じやすくなったと思われる。

(7) 使用した先送り材

使用した先送り材は、いずれの閉塞においても「モルタル」が60～70%となった。このように、先送り材を使用した場合でも閉塞が起きていることは、コンクリートや圧送条件などの影響が大きいと考えられる。

(8) 閉塞した要因

圧送開始時に閉塞した要因は、「骨材の品質の粗悪」が最も多く、続いて「異物の混入」(練りダマや大きい骨材など)、「圧送中の材料分離」の順となった。一方、圧送中に閉塞した要因は、「異物の混入」が最も多く、続いて「骨材の品質の粗悪」、「圧送中の材料分離」の順となった。これらは、圧送するコンクリートによる要因で

あり、東海地区において圧送するコンクリートの品質に問題があると感じている技能者が多いことがわかる。また、豊田らの調査⁴⁾において最も多く回答された「材料分離」について、本調査から「ホッパ内の材料分離」よりも「圧送中の材料分離」が多いことが明らかとなった。一方で、圧送開始時に閉塞した要因として、「先送り材の不足」がやや多く、他にも「輸送管の汚れ」、「テーパー管の長さの過小」などの圧送業者が改善しなければならない点も一部回答された。

6. まとめ

本報告は、東海地区の圧送業者を対象に、コンクリートの圧送性に関する意識および閉塞の実状についてアンケート調査を行った。その結果を以下にまとめる。

(1) コンクリートの圧送性に関する意識

技能者は、1日の圧送作業中やレディーミクストコンクリート工場の違いによって圧送性の差異を感じており、この要因としてコンクリートの品質のばらつきを挙げる回答が多かった。また、レディーミクストコンクリート工場の違いによる圧送性の差異を感じる頻度は、暑中に多く、2現場中1回以上が40%以上であった。

(2) 閉塞の実状

圧送施工における閉塞は、東海地区における技能者の多くが圧送開始時および圧送中に経験しており、この要因として「骨材の品質の粗悪」や「異物の混入」などの圧送するコンクリートに関する回答が多かった。また、「先送り材の不足」や「輸送管の汚れ」等の圧送業者が改善できる点の回答もあり、このような閉塞の現象を記録することで、閉塞を事前に防ぐ対策を講じる必要があると考えられる。

本報告は、東海地区の圧送業者を対象としてアンケート調査を実施し、圧送業者の観点から見た閉塞の実状や要因について報告したが、円滑なコンクリートの打込みを行う上で弊害となる閉塞を起こさないために、コンクリートの性状や閉塞の要因についてさらなる検討が必要である。

謝辞

本アンケート調査を実施するにあたりご回答いただいた東海地区コンクリート圧送有限責任事業組合の圧送技能者の皆様に、紙面を借りて謝意を表する。

参考文献

- 1) 大塚秀三, 中田善久, 毛見虎雄: コンクリートポンプ車の実態調査と今後の傾向, 日本建築学会関東支部研究報告集, pp. 81-84, 2002. 3
- 2) 太田達見, 中田善久, 近松竜一, 大塚秀三: コンクリートポンプ工法における圧送の実状に関する調査, コンクリート工学年次論文集, Vol. 30, No. 2, pp. 259-264, 2008. 6
- 3) 永田哲夫, 高見錦一, 山崎順二, 中村成春, 木村芳幹, 岸繁樹: 近畿地区における圧送従事者への閉塞事例に関するアンケート調査の分析 その1 アンケートの概要と圧送作業の現況, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp. 589-590, 2014. 9
- 4) 豊田裕, 高見錦一, 岩竹秀昭, 岩清水隆, 松浦康訓, 石井孝征: 近畿地区における圧送従事者への閉塞事例に関するアンケート調査の分析 その2 閉塞の発生状況と原因, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp. 591-592, 2014. 9
- 5) 森博嗣, 渡辺健治, 梅本宗宏, 谷川恭雄: 二相モデルを用いたフレッシュコンクリートの流動解析手法, 日本建築学会構造系論文集, 第427号, pp. 11-21, 1991. 9
- 6) 宮田敦典, 中田善久, 大塚秀三, 岡本圭市: コンクリートポンプ工法における圧送距離が圧送前後の品質変化に及ぼす一考察, 日本建築学会構造系論文集, 第688号, pp. 1035-1044, 2013. 6
- 7) 日本建築学会: コンクリートポンプ工法施工指針・同解説, 2009. 12
- 8) 全国コンクリート圧送事業団体連合会技術委員会: コンクリートポンプ圧送マニュアル[2006年版], pp. 71-81, 2006. 8

[2015年6月3日原稿受理 2015年8月10日採用決定]