

床版取替工法「DAYFREE®」における 「スリムクリート®」の圧送による合理化施工技術

川 西 貴 士 石 関 嘉 一 岩 城 孝 之
(土木本部)

仲 田 宇 史 釘 宮 晃 一 村 上 隆 弘
(土木本部) (土木本部) (土木本部)

Rational Construction Technology by Pumping of “Slim-Crete®” on Bridge Deck Replacement Method “DAYFREE®”

Takashi Kawanishi Yoshikazu Ishizeki Takayuki Iwaki
Takafumi Nakada Akikazu Kugimiya Takahiro Murakami

Abstract

In road bridge deck replacement work, the construction method "DAYFREE®" can replace the deck under nighttime, with one-lane closure being deployed. In this method, ultra-high-strength fiber-reinforced concrete "Slim-Crete®" needs to be pumped to the joint of the precast deck. Therefore, a pumping experiment simulating actual construction by changing the type of conveying pipe, conveying distance, and pumping rate was conducted. Consequently, the quality after pumping was ensured, and the relationship between the pumping rate and pressure loss was confirmed. The general-purpose pumping plan of Slim-Crete and rational construction on DAYFREE has become possible.

概 要

道路橋の床版取替工事において、工期短縮と品質向上の観点から超高強度繊維補強コンクリート「スリムクリート®」を用いた施工技術を展開している。その中で、夜間1車線規制下で床版取替が可能となる「DAYFREE®」を実用化した。このDAYFREE®においては、PCa床版同士の接合部へのスリムクリートの圧送が求められる。しかし、スリムクリートのような高粘性材料の圧送性に関する知見は少ない。そこで、スリムクリートの圧送性に関するデータの蓄積を目的として、輸送管の種類、圧送距離および吐出量などを変えた圧送実験を行った。その結果、実際の施工を模擬した配管にて、品質を保持しながら圧送が可能であることを確認し、吐出量と管内圧力損失の関係を見出した。この結果、スリムクリートの汎用的な圧送計画が可能となり、DAYFREE®による床版取替工事を進める上で、合理的な施工を実現した。

1. はじめに

1.1 床版取替工事の現状と新技術

わが国では建設から40～50年が経過して老朽化した道路橋の床版のリニューアルプロジェクトが進められている¹⁾。限られた財源の中、効率的に持続可能な社会基盤整備を進めるために、社会基盤ストックの長寿命化や強靱化が重要であり、加速する社会基盤の老朽化による事故を未然に防ぎ、性能の復旧・向上により安全・安心を提供することが社会的使命となっている。

大林組では、高い耐久性を有し、常温養生による現場施工が可能な超高強度鋼繊維補強コンクリート「スリムクリート®」を開発している²⁾。床版取替工事では、床版の耐久性の向上と通行規制による交通渋滞の低減が求められる。そこで、スリムクリートの活用により品質向上と工期短縮を実現したプレキャスト床版の接合法「スリムファスナー®」³⁾、交通渋滞の大幅な低減を可能とした夜間1車線規制下での床版取替工法「DAYFREE®」⁴⁾お

よびあらかじめ防水性能を付与したプレキャスト床版「スリムトップ®」⁵⁾の3つの新技術を実用化している。本稿では、この中でもDAYFREE®において、施工に必要なスリムクリートの圧送技術について報告する。

1.2 スリムクリートの圧送によるDAYFREE®の施工

標準的なスリムファスナーでは、プレキャスト床版同士の接合部に、床版上面からのスリムクリートの打込みによって施工を行う。しかし、この方法では、接合部に打ち込んだスリムクリートが所要の強度に達するまで、交通規制を解除できない。規制期間をできるだけ短くするために、DAYFREE®においては、Fig. 1に示すように接合部の上部に上蓋「スリムNEOプレート®」を設置して、一時的に交通規制を解除した後に、床版下面から接合部へスリムクリートを充填する工法としている⁴⁾。そのため、床版下面からのスリムクリートの圧送が求められる。

しかし、スリムクリートのような高粘性材料の圧送性については、定量的な基礎的資料が少ない。土木学会の

ポンプ指針にもスリムクリートのような低水粉体比材料の圧送性は報告されていない⁶⁾。輸送管の種類、圧送距離および吐出量による管内圧力損失の関係を把握できれば、DAYFREEにおける合理的な配管設計が可能となる。そこで、スリムクリートの圧送性に関する基礎データの収集を目的に、実際の施工を模擬した圧送実験を実施した。

なお、DAYFREEおよびスリムNEOプレートは、中日本高速道路株式会社と共同で開発した技術である。

2. スリムクリートの使用材料および配合

圧送実験には、超高強度繊維補強コンクリート（Ultra high strength Fiber reinforced Concrete：UFCと呼称）に分類される超高強度で高耐久性を有するスリムクリートを使用した²⁾。構成材料として、高強度用にエーライトの比率を高めた専用プレミックス粉体、細骨材、高性能減水剤および鋼繊維を使用する。スリムクリートの配合をTable 1に示す。水粉体比は12.6%であり、極めて高粘性の材料である。補強繊維として、直径0.16mmで長さ13mmの鋼繊維を2.0vol.%混入した。

目標とする品質は、モルタルのフロー（JIS R 5201落下無し）で260±30mm、圧縮強度180N/mm²以上、曲げひび割れ発生強度11.7N/mm²以上、曲げ強度24.4N/mm²以上とした²⁾。モルタルの排出状況をPhoto 1に示す。製造したモルタルは十分な自己充填性を有しており、材料分離も認められない良好な品質であることを確認した。

3. 圧送実験の概要

3.1 使用したポンプおよび配管の概要

圧送には油圧のピストン式ポンプを用いた。実際の施工量や配管を考慮して、理論吐出量7m³/hのポンプを使用した。輸送管の直径は2インチおよび3インチの2種類とし、輸送管には鋼製とゴム製の2種類を用いて実験を行った。鋼製の輸送管には耐圧10MPaのものを使用し、ゴム製の輸送管には、フレキシブルホースではなく、耐圧2MPa（破裂8MPa）のゴムホースを使用した。

3.2 実験ケース

実験は、Table 2に示す4種類のシリーズに大別して行った。シリーズIでは、基礎実験として鋼製とゴム製の輸送管について、圧送が可能かどうか確認した。シリーズIIでは、圧送条件が管内圧力に及ぼす影響について体系的に整理するために、輸送管の種類、圧送距離および吐出量が管内圧力に及ぼす影響を確認した。シリーズIIIでは、圧送距離の延長と管内圧力の低減を目的として、3インチの輸送管について圧送性を確認した。さらにシリーズIVでは、床版の接合部への圧送を想定した配管にて実験を行い、圧送性やモルタルの品質を確認した。

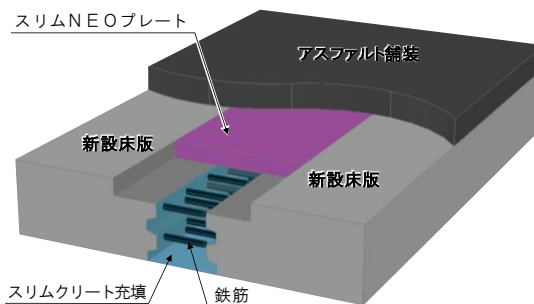


Fig. 1 DAYFREEにおける床版接合部の構造概要
Structure of Bridge Deck Joint on DAYFREE

Table 1 スリムクリートの配合
Mix Proportion of Slim-Crete

空気量 (%)	水粉体 比 (%) W/P	単位量(kg/m ³)				鋼繊維 (kg/m ³) SF
		水 W	専用 プレミ ックス 粉体 P	細骨材 S	高性能 減水剤 SP	
2.0	12.6	230	1830	331	22	157



Photo 1 モルタルの排出状況
Mortar Discharge

Table 2 実験シリーズの概要
Outline of Experimental Series

実験 シリーズ	実験水準	検討内容
シリーズ I	<ul style="list-style-type: none"> 輸送管の種類（鋼製、鋼製+ゴム製） 輸送管の直径（2インチ） 圧送距離（13~26m） 吐出量（0.50m³/h） 	【基礎実験】 <ul style="list-style-type: none"> 圧送の可否 管内圧力の測定 圧送前後の硬化モルタルの品質確認
シリーズ II	<ul style="list-style-type: none"> 輸送管の種類（鋼製、鋼製+ゴム製） 輸送管の直径（2インチ） 圧送距離（20, 24, 28, 32m） 吐出量（0.75, 1.00, 1.50m³/h） 	【圧送性に及ぼす各種条件の検討】 <ul style="list-style-type: none"> 圧送可能な距離の把握 管内圧力の測定（輸送管の種類、圧送距離、吐出量の影響の把握） 圧送前後の流動性の確認
シリーズ III	<ul style="list-style-type: none"> 輸送管の種類（鋼製） 輸送管の直径（3インチ） 圧送距離（35, 40m） 吐出量（1.00, 1.40m³/h） 	【直径の大きい輸送管の検討】 <ul style="list-style-type: none"> 圧送可能な距離の把握 管内圧力の測定（輸送管の種類、圧送距離、吐出量の影響の把握） 圧送前後の流動性・硬化モルタルの品質確認
シリーズ IV	<ul style="list-style-type: none"> 輸送管の種類（鋼製+ゴム製） ※実施工を想定した配管 輸送管の直径（2インチ） 吐出量（1.00, 1.25, 1.50m³/h） 	【実施工を模擬した配管の検討】 <ul style="list-style-type: none"> 圧送の可否 管内圧力の測定（上り、下り、水平配管） 圧送前後の流動性・硬化モルタルの品質確認

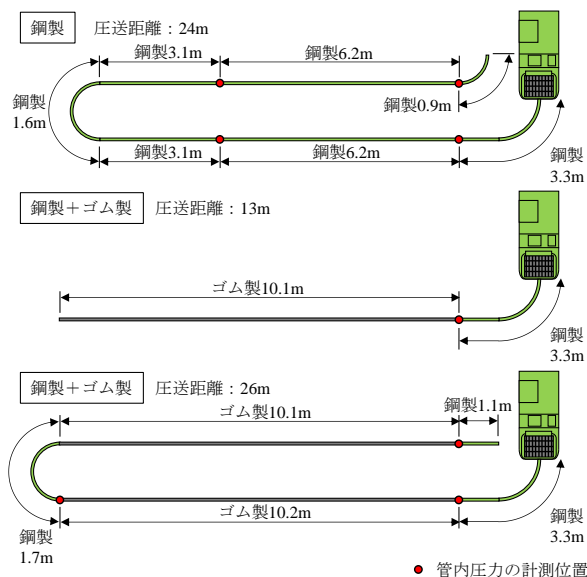


Fig. 2 圧送実験の概要 (シリーズI)
Outline of Pumping Experiment (Series I)

4. 圧送実験 (シリーズ I)

4.1 実験概要

シリーズIでは、直径2インチの鋼製およびゴム製の輸送管を用いて、圧送が可能かどうかを予備的に検討した。圧送実験の概要をFig. 2に示す。鋼製の輸送管のみのケースは、長さ9m (6.2+3.1m) の直管をベント管にて繋いで配管した。鋼製とゴム製の輸送管を併用するケースについては、10mのゴム製の輸送管を1本配管する場合と2本配管する場合の2種類で実験を行った。ポンプからの排出部、ゴム製の輸送管同士の接続部あるいは先端部については、鋼製の輸送管を用いた。ゴム製の輸送管20mのケースにおいては、排出側の輸送管の先端をポンプのホッパに設置し、排出したモルタルを循環させた。吐出量はいずれも0.50m³/hとした。輸送管の継手部に圧力計を設置し、管内圧力を測定した。なお、図中の圧送距離は、整数値として表記する。

圧送が硬化後の品質に及ぼす影響を確認するために、鋼製の輸送管を用いたケースについて、圧送前後で圧縮強度試験 (直径50×長さ100mmの供試体, JIS A 1108) および曲げ強度試験 (縦100×横100×長さ400mmの供試体, JIS A 1106) 用の供試体を採取した。

4.2 実験結果

モルタルのフローは266mmであり、十分な流動性を有しており、良好な状態であった。モルタルの温度は20℃程度であった。鋼製のみの輸送管を用いたケース (圧送距離24m) については、圧送を行うことができた。鋼製とゴム製の輸送管を併用したケースについては、圧送距離が13mの場合は圧送できたが、10mのゴム製の輸送管を2本配管した圧送距離26mの場合は、鋼繊維のファイバーボールが発生し、分離したモルタルとファイバーボール



Photo 2 鋼繊維のファイバーボールの発生状況
Fiber Ball of Steel Fiber

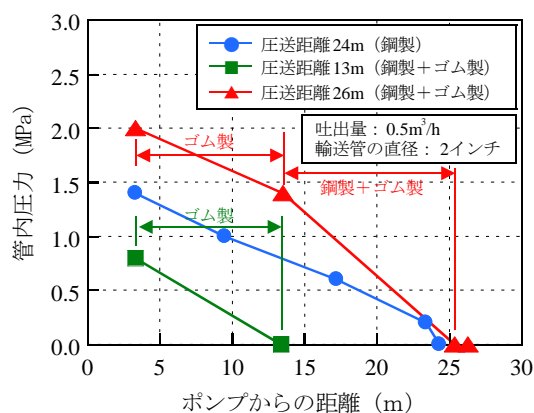


Fig. 3 管内圧力の測定結果
Measurement Result of Pipe Pressure

Table 3 硬化モルタルの品質試験結果
Quality Test Results of Hardened Mortar

試験時期	圧縮強度 (N/mm ²)	曲げひび割れ 発生強度 (N/mm ²)	曲げ強度 (N/mm ²)
圧送前	202	17.2	44.5
圧送後	206	18.5	43.1
管理値下限 ²⁾	180以上	11.7以上	24.4以上

が交互に排出された。鋼繊維のファイバーボールの発生状況をPhoto 2に示す。圧送実験終了後にゴム製の輸送管を切断して管の内部の状況を確認したところ、管壁に鋼繊維はほとんど刺さっておらず、ファイバーボールも認められなかった。鋼繊維が管壁に刺さることによる閉塞のリスクは小さいものと判断した。

管内圧力の測定結果をFig. 3に示す。圧送距離が長いほど、ポンプ近傍の管内圧力が増加した。ゴム製の輸送管を使用した場合、管内圧力損失が増加することが判った。圧送距離24mの鋼製の輸送管を用いたケースについて、硬化後のモルタルの品質試験結果をTable 3に示す。圧送

Table 4 実験ケース

Experimental Case

輸送管の種類	輸送管の長さ (m)			吐出量 (m ³ /h)
	全長 (圧送距離)	鋼製	ゴム製	
鋼製	20	20	—	0.75
	24	24	—	1.00
	28	28	—	1.50
	32	32	—	
鋼製 + ゴム製	20	10	10	0.75
	24	14	10	1.00
	28	18	10	1.50
	32	22	10	

後のモルタルについても、圧縮強度、曲げひび割れ発生強度および曲げ強度は目標とする品質を上回っており、スリムクリートとしての性能を十分満たす結果であった。

5. 圧送実験 (シリーズII)

5.1 実験概要

シリーズIIでは、圧送条件が管内圧力に及ぼす影響について体系的に整理するために、実験水準として輸送管の種類、圧送距離および吐出量を変えた場合の材料分離の程度や管内圧力の変化を確認した。シリーズIの結果より、鋼製の輸送管を用いる場合には圧送距離24mまで、ゴム製の輸送管を使用する場合には10mまで（鋼製との併用で圧送距離13mまで）は圧送が可能であることが確認できた。そこで、シリーズIIではさらに圧送距離を延ばして実験を行った。

実験ケースをTable 4に、圧送実験の概要をFig. 4に示す。ポンプを2台準備し、鋼製だけのケースと鋼製とゴム製を併用したケースを同時に圧送した。輸送管の先端から排出するモルタルをもう一方のポンプのホッパに投入し、循環しながら圧送を行った。鋼繊維が分離したモルタルは、ホッパ内のパドルの攪拌により良好な状態に戻して循環した。シリーズIIでは、圧送距離20mを基本として、ケースごとに鋼製の輸送管を4mずつ追加して、圧送距離を変えて実験を行った。鋼製とゴム製を混合するケースについては、ポンプ排出口より鋼製の輸送管を接続し、長さ10mのゴム製の輸送管を先端に配置した。輸送管の直径は2インチとした。輸送管の継手部に圧力計を設置し、管内圧力を計測した。また、圧送が流動性に及ぼす影響を確認するために、圧送前後でフロー試験 (JIS R 5201 落下無し) を実施した。

5.2 実験結果

吐出量0.75および1.50m³/hにおける管内圧力について、鋼製の測定結果をFig. 5に、ゴム製の測定結果をFig. 6に

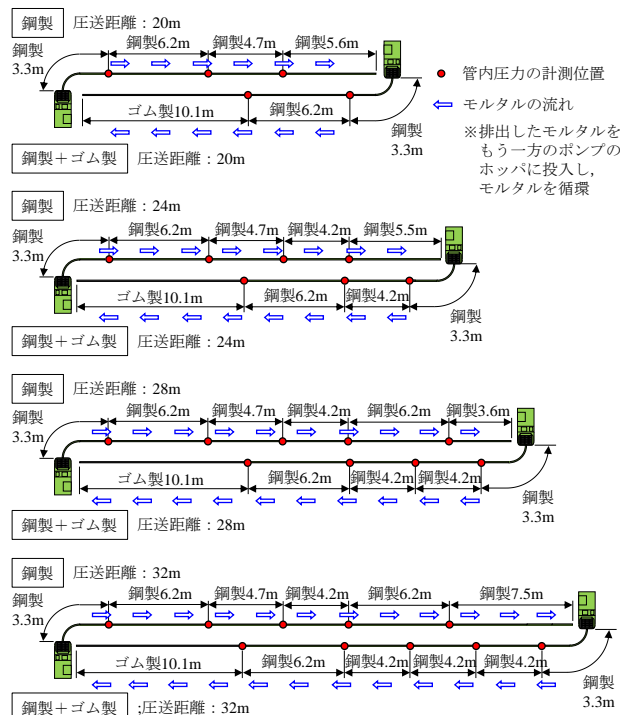


Fig. 4 圧送実験の概要 (シリーズII)

Outline of Pumping Experiment (Series II)

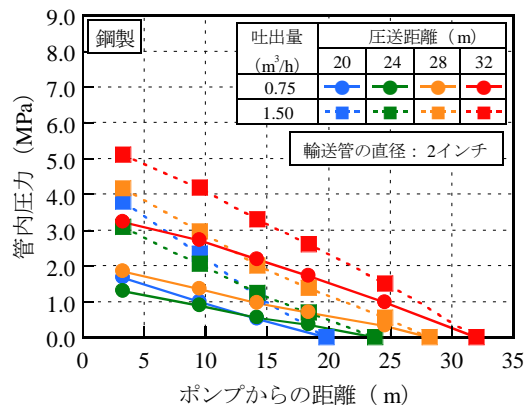


Fig. 5 管内圧力の測定結果 (鋼製)

Measurement Result of Steel Pipe Pressure

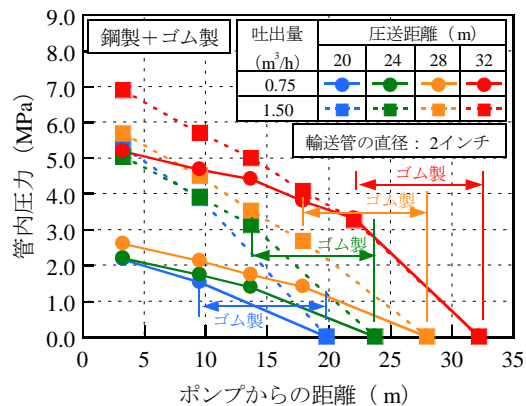


Fig. 6 管内圧力の測定結果 (鋼製+ゴム製)

Measurement Result of Steel and Rubber Pipe Pressure

示す。鋼製の輸送管を用いた場合は、ポンプからの距離の増加に伴い、ほぼ直線的に管内圧力が低下することが確認できた。鋼製とゴム製の輸送管を併用した場合は、鋼製からゴム製に切り替わった段階で管内圧力の損失が大きくなり、ゴム製の方が、圧送負荷が増大することが確認された。ゴム製の輸送管を使用する場合に、圧送距離を長くする場合や吐出量を上げる場合は、さらに耐圧性の高いゴム製の輸送管を使用するか、吐出量を低減するなどの配慮が必要である。また、ポンプ近傍ではなく配管の先端にゴム製の輸送管を配置することで発生する管内圧力を抑えることができる。

鋼製のケースおよび鋼製とゴム製を併用したケースの両者とも、圧送距離が32mのケースについては、鋼繊維のファイバーボールが発生し、モルタルと鋼繊維の分離が認められ、安定した圧送が難しいことが判った。圧送距離が増加すると、鋼繊維が閉塞しやすくなり、モルタルが分離しやすくなる。直径2インチの輸送管を用いる場合、圧送距離28mまでは安定した圧送が可能であることが判った。

圧送距離が20～28mのケースにおけるフロー試験の結果をFig. 7に示す。圧送前のフローに比べて圧送後はフローが低下する傾向が認められた。また、吐出量の増加に伴い、フローが低下する傾向があり、吐出量1.5m³/hのケースについては、フローの低下量が大きかった。フロー試験の状況の例をPhoto 3に示す。圧送に伴い流動性が低下したが、特にファイバーボールも認められず、十分な流動性を有していた。吐出量1.5m³/hにおいても、施工が可能であると考えられる。圧送距離20～28mの範囲では、圧送距離の違いによる有意な差は認められなかった。なお、モルタルの温度は20℃程度であった。

6. 圧送実験（シリーズⅢ）

6.1 実験概要

シリーズⅢでは、管内圧力損失を低減し、圧送距離を延ばすために、直径3インチの鋼製の輸送管を用いた実験を行った。圧送実験の概要をFig. 8に示す。圧送距離は、シリーズⅡより10m程度延長し、35mおよび40mとした。また、圧送距離35mのケースについては、吐出量を1.0m³/hおよび1.4m³/hの2種類で実験を行った。5mごとに輸送管の継手部に圧力計を設置し、管内圧力を測定した。

シリーズⅢにおいても、圧送がモルタルの品質に及ぼす影響を確認するために、圧送前後で各種試験を行った。試験項目は、フロー試験（JIS R 5201落下無し）、圧縮強度試験（直径50×長さ100mmの供試体、JIS A 1108）および曲げ強度試験（縦100×横100×長さ400mmの供試体、JIS A 1106）とした。

6.2 実験結果

輸送管の全長が35mのケースについては、吐出量1.0m³/h、1.4m³/hともに鋼繊維のファイバーボールは認め

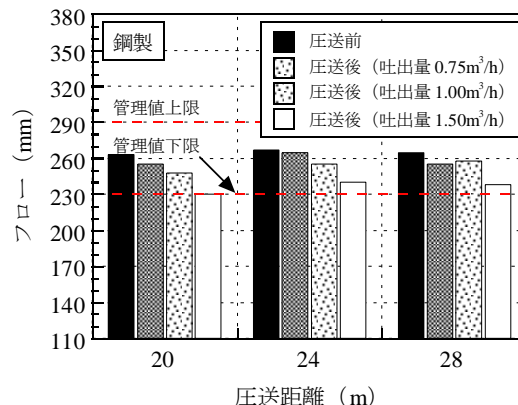


Fig. 7 フロー試験の結果
Result of Mortar Flow Test

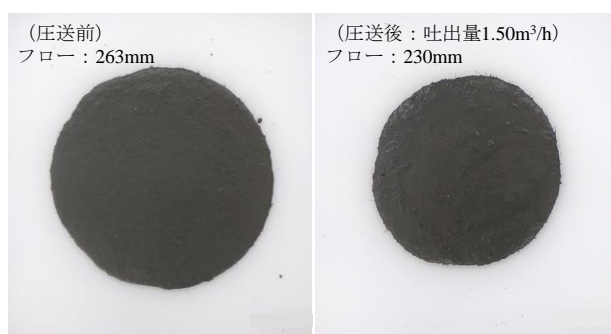


Photo 3 フロー試験の状況の例
Example of Mortar Flow Test

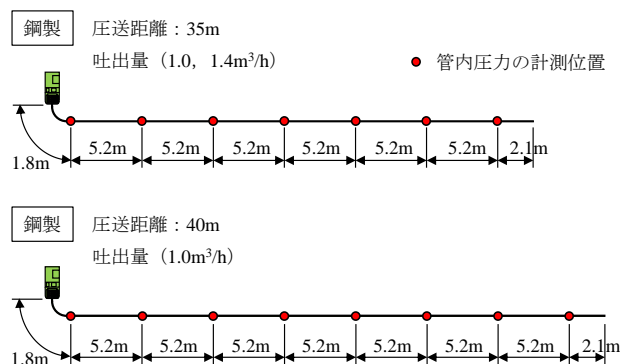


Fig. 8 圧送実験の概要（シリーズⅢ）
Outline of Pumping Experiment (Series III)

られず、良好な状態で圧送することができた。直径2インチの輸送管と比べて圧送距離を延ばすことが可能である。輸送管の全長が40mのケースについては、若干、ファイバーボールが認められた。管内圧力の測定結果をFig. 9に示す。シリーズⅡの結果と同様に、ポンプからの距離の増加に伴い、ほぼ直線的に管内圧力が低下した。シリーズⅡの2インチの輸送管の結果と比べると、圧送距離が長いにも関わらず、管内圧力は小さい値であり、圧送負荷を低減できることが判った。

モルタルの品質試験結果をFig. 10およびFig. 11に示す。モルタルの温度は22～25℃であった。圧送前に比べて、

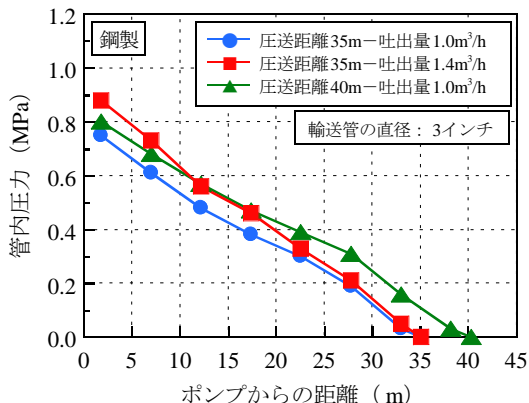


Fig. 9 管内圧力の測定結果
Measurement Result of Pipe Pressure

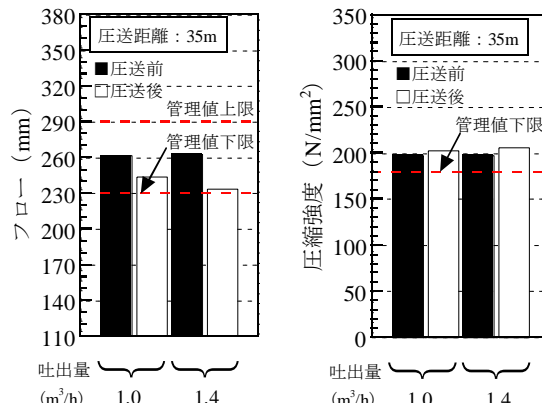


Fig. 10 品質試験結果 (左: フロー, 右: 圧縮強度)
Quality Test Result
(Left: flow, Right: Compressive Strength)

圧送後はモルタルのフローが低下した。また、吐出量が大きいほどフローの低下量も大きかった。3インチの輸送管についてもシリーズIIと同様の傾向を示した。また、硬化後の品質についても、圧縮強度、曲げひび割れ発生強度および曲げ強度は、圧送前と圧送後で特に有意な差はなく、圧送後も材料の均一性が確保されることを確認した。また、各目標値を十分上回っており、スリムクリートの所要の性能が確保された。

7. 圧送実験 (シリーズIV)

7.1 実験概要

シリーズIVの実験では、実際の道路橋の床版の接合部へ圧送することを想定した配管を用いて圧送を行った。床版の接合部への圧送方法の概要をFig. 12に示す。以下のとおり、実際に想定する配管を模擬して実験を行った。

- 床版上面に設置したポンプ排出口から壁高欄の上まで上り配管
- 壁高欄の上から桁下まで下り配管
- 桁下を取りまわすための水平配管
- 桁下から床版までの上り配管

圧送実験の概要をFig. 13に示す。シリーズIおよびIIの結果から、圧送負荷を低減するために、できるだけ鋼製の輸送管を用いることとした。しかし、実際の施工では、注入口が複数あるため、注入口ごとに配管を切り替える必要がある。そのため、水平方向の輸送管の移動をしやすくするために、水平部に5mのゴム製の輸送管を使用した。輸送管の直径については、3インチでも圧送は可能であるが、材料のロスと配管の取り回しやすさを考えて、2インチとした。圧送距離は、実際の施工を想定して21mとした。シリーズIIの結果から、できるだけ吐出量を大きくすることとし、1.00、1.25および1.50m³/hの3水準で実験を行った。

圧送前後でモルタルの品質を確認した。試験項目は、シリーズIIIと同様にフロー試験、圧縮強度試験および曲げ強度試験とした。

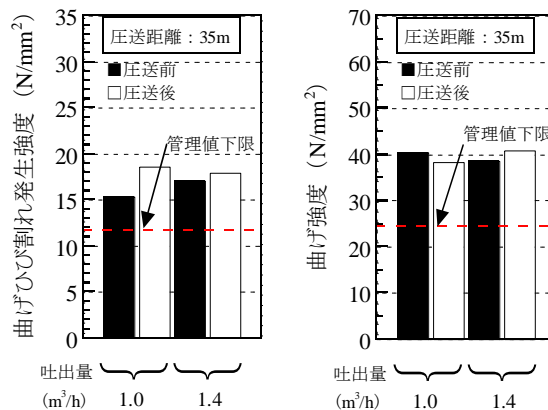


Fig. 11 品質試験結果
(左: 曲げひび割れ発生強度, 右: 曲げ強度)
Quality Test Result (Left: Bending Cracking Strength, Right: Bending Strength)

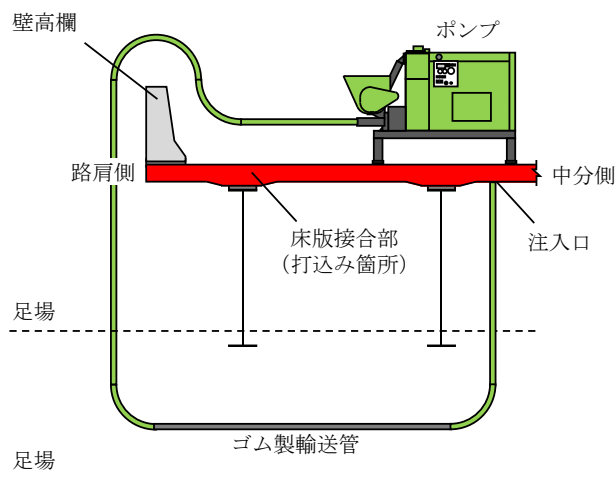


Fig. 12 DAYFREEにおける床版の接合部への
圧送方法の概要
Pumping Method to Bridge Deck Joint on DAYFREE

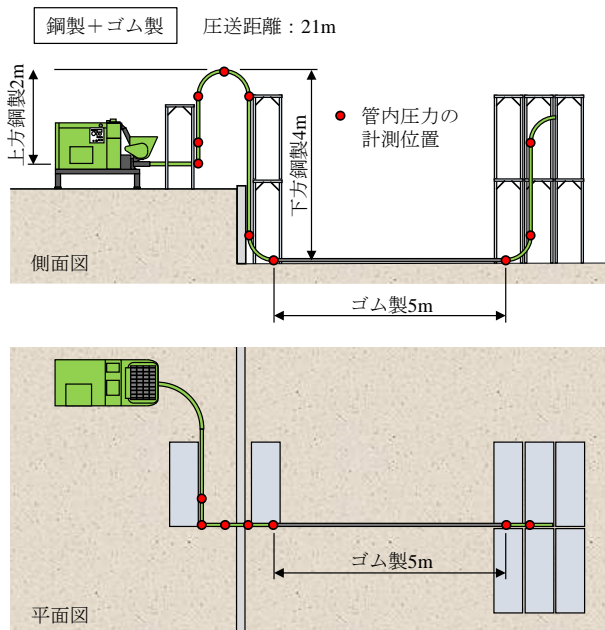


Fig. 13 圧送実験の概要 (シリーズIV)
Outline of Pumping Experiment (Series IV)

7.2 実験結果

いずれの吐出量のケースにおいても、鋼繊維のファイバーボールは認められず、良好な状態で圧送することができた。管内圧力の測定結果をFig. 14に示す。シリーズIIと同様に吐出量の増加に伴い、管内圧力が増加した。ポンプ近傍の最初の上り配管部とゴム製の水平配管部は、管内圧力の損失が大きい結果となった。上り配管、下り配管およびゴム製の輸送管を組み合わせた配管においても、21mの圧送が可能であり、実際の床版への圧送が可能となることを確認した。吐出量が高いとゴム製の輸送管に作用する管内圧力が上がるので、耐圧性の高い輸送管を使用する必要がある。

モルタルの品質試験結果をFig. 15およびFig. 16に示す。圧送前に比べて、圧送後はモルタルのフローが低下した。また、吐出量大きいほどフローの低下量も大きく、シリーズIIと同様の傾向を示した。モルタルの温度は24℃程度であった。硬化後のモルタルについても、シリーズIIIの結果と同様に、圧縮強度、曲げひび割れ発生強度および曲げ強度ともに、管理値の下限以上の強度が得られており、スリムクリートとしての性能が十分確保されることが判った。

8. 管内圧力損失の算出

シリーズI~IVの結果から、管内圧力損失を算出し、吐出量との関係を整理した。上り配管については、シリーズIVの結果から圧力損失の大きいポンプ近傍のデータで整理した。その結果をFig. 17およびFig. 18に示す。吐出量の増加に伴い、管内圧力損失が増大し、両者の間には相関関係が認められた。Fig. 17より、ゴム製の輸送管は

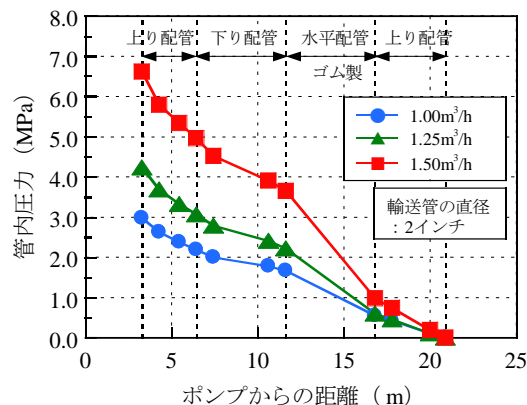


Fig. 14 管内圧力の測定結果
Measurement Result of Pipe Pressure

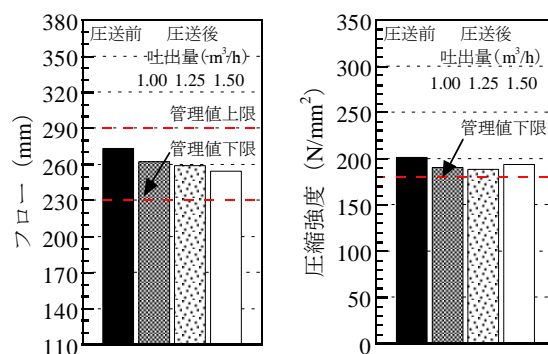


Fig. 15 品質試験結果 (左: フロー, 右: 圧縮強度)
Quality Test Result
(Left: flow, Right: Compressive Strength)

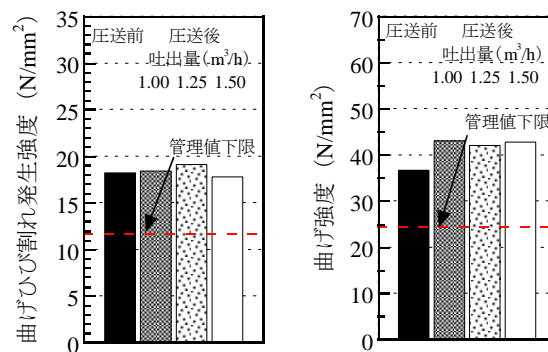


Fig. 16 品質試験結果
(左: 曲げひび割れ発生強度, 右: 曲げ強度)
Quality Test Result (Left: Bending Cracking Strength,
Right: Bending Strength)

鋼製に比べて、管内圧力損失が大きくなった。また、上り配管の場合、管内圧力損失が大きくなることが判った。直径3インチの輸送管を用いる場合、管内圧力損失を小さく抑えられることが判った。また、既往の実験で報告されている直径2インチのゴム製の輸送管のデータを併記した⁷⁾。水粉体比は同じ値で、有機繊維を使用したモルタルのデータである。管内圧力損失が若干小さいが、概ね今回の実験結果と合致する結果であった。

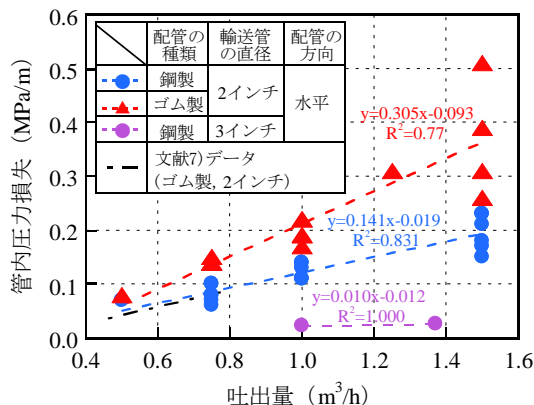


Fig. 17 吐出量と管内圧力損失の関係 (その1)
Relationship between Pumping Rate and Pressure Loss
(Part 1)

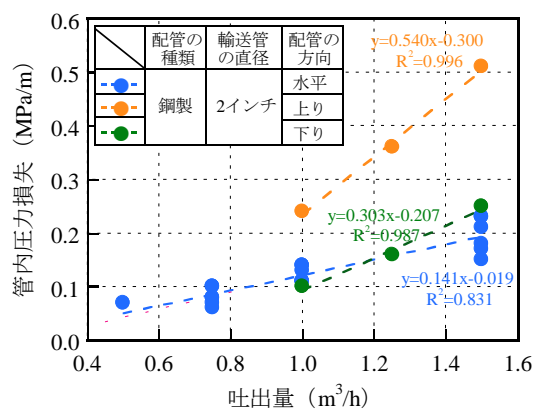


Fig. 18 吐出量と管内圧力損失の関係 (その2)
Relationship between Pumping Rate and Pressure Loss
(Part 2)

9. まとめ

道路橋のPCa床版同士の接合部へのスリムクリートの圧送に向けて、実際の施工を模擬した配管での圧送実験を行った結果、粘性の高いスリムクリートの圧送が可能であり、圧送後の材料が所要の品質を満足することを確認した。実験の結果、得られた知見を以下に示す。

- 1) 理論吐出量7m³/hのピストン式ポンプおよび直径が2～3インチの輸送管を用いて、吐出量0.75～1.5m³/hの範囲で、スリムクリートの圧送が可能である。
- 2) 直径2インチの輸送管を使用する場合、鋼製で28m、ゴム製で10mまでは、鋼繊維のファイバーボールに起因する材料分離は認められず、安定した圧送が可能である。
- 3) 直径3インチの鋼製の輸送管を使用する場合、管内圧力を抑えることができ、圧送距離35mまでは安定し

た圧送が可能である。

- 4) 圧送により流動性が低下する傾向が認められたが、硬化後の物性は特に問題はなく、スリムクリートに求められる所要の品質を確保することができる。
- 5) 実際の施工を想定した上り配管、下り配管および5mのゴム製の輸送管を組み合わせた圧送距離21mの配管にて圧送が可能である。
- 6) ゴム製の輸送管を使用する場合や上り配管とする場合は、管内圧力損失が増加する。
- 7) 吐出量の増加に伴い、管内圧力損失も増加する。両者の間には相関関係が認められる。

今回得られた知見から、汎用的に圧送計画を行うことが可能となった。この結果、品質の担保されたスリムクリートの圧送により、DAYFREEの合理的な施工を実現できる。今後も床版更新工事において、交通規制期間を短縮できるDAYFREEを展開していく。

謝辞

本研究の実施にあたり、宇部興産株式会社ならびにアシス株式会社にご協力いただきました。関係各位に感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 長谷俊彦：高速道路橋における長寿命化の取組み，コンクリート工学，Vol. 57, pp. 329-334, 2019.5
- 2) 土木学会：超高強度繊維補強コンクリート「スリムクリート」に関する技術評価報告書，技術推進ライブラリーNo. 10, 2017.1
- 3) 佐々木一成，他：高耐久・短工期を実現するプレキャスト道路橋床版接合工法「スリムファスナー®」，大林組技術研究所報，No. 82, 2018.12
- 4) 岩城孝之，他：夜間1車線規制下での床版取替え工法の技術開発と施工 —中央自動車道弓振川橋床版取替工事—，橋梁と基礎，Vol. 5, pp. 21-25, 2021.5
- 5) 塩畑英俊，他：防水層にUFCを用いた複合プレキャストPC床版の開発，コンクリート工学，Vol. 59, No. 7, pp. 574-581, 2021.7
- 6) 土木学会：コンクリートのポンプ施工指針 [2012年版]，コンクリートライブラリー135, 2012.6
- 7) 西澤彩，他：薄肉断面への充填を可能とした高耐久モルタル「スリムフローグラウト®」の開発と適用，大林組技術研究所報，No. 84, 2020.12
- 8) 石関嘉一，他：常温硬化型UFCのポンプ圧送試験および現場施工，土木学会第66回年次学術講演会講演概要集，V-198, 2011.8