

学位論文の要旨

氏名

湯地 輝

学位論文題目

材料と機器の適合性を考慮した乾式吹付けコンクリートの
品質管理手法に関する基礎的研究

本論文は、乾式吹付け工法を社会基盤構造物の長寿命化を実現するための有用な工法の一つとして確立することを目的に、品質確保の面で信頼性が低い、施工中のリバウンドや粉じんが比較的多い、施工後のコンクリートの品質確認にコア採取を伴うため時間と費用を要することなどといった乾式吹付け工法の問題点の改善手法を示しつつ、材料と機器の適合性を考慮した乾式吹付け工法の新たな品質評価システムの提案についてとりまとめたものである。

本論文は、以下に示すように9章からなる。

第1章は、本研究の背景と目的および論文の構成を示した。

第2章は、吹付けコンクリートに関する既往の研究とし、吹付けコンクリートの開発経緯、湿式吹付け工法と乾式吹付け工法に関する既往の知見、吹付けコンクリートのこれまでの利用状況と今後の課題について整理した。

第3章は、乾式吹付けコンクリートの品質に影響を及ぼす要因の抽出とその影響メカニズムとし、乾式吹付けコンクリートの品質低下に影響すると考えられる各種要因を抽出し、各要因の影響度を把握するための実験的検討を実施し、各要因の影響メカニズムを整理した。

そこで計量、練混ぜ、打設それぞれの影響メカニズムを検証した結果、以下の知見が得られた。

- ・材料圧送量の変動による配合が強度に与える影響は小さいことが明らかになった。
- ・ノズル形状が品質に与える影響は大きく、吹付け施工を行う場合には材料にあったノズルの選定が重要である

・吐出後の吹付け距離が品質に与える影響が大きく、吹付け施工時には吹付け圧力に応じた吹付け距離の選定、あるいは吹付け距離に合わせた材料の選定が重要である。

第4章は、材料と機材の適合性を考慮した乾式吹付けシステムの評価とし、吹付けコンクリートの施工中におけるノズル内の材料の挙動を個別要素法によって表現することにより、吹付け用材料と機材の適合性を解析的に評価した。その結果以下の知見が得られた。

- ・ノズル形状を変えることによりノズル内の速度の分布が変化することが示された。
- ・ノズル内を通過する材料の方向ベクトル挙動も変化することが分かり、ノズル形状の変化による材料の練混ぜ効率の変化が定量的に評価された。

第5章は、乾式吹付けコンクリートの配合推定手法とそれに基づく施工管理とし、施工時における乾式吹付けコンクリートの材料配合を推定する手法を検討し、その妥当性を検証するとともに、それを活用した施工管理手法を提案した。その結果以下の知見が得られた。

- ・吹付け直後のモルタルの含水率と骨材量を計測することにより、コンクリートの強度を予測することが出来る可能性がある。

第6章は、乾式吹付けコンクリートの簡便な品質検査手法では、施工後の乾式吹付けコンクリートの品質検査をコア採取によらない、より簡便な方法で実施する方法について検討した。結果より、以下の知見が得られた。

- ・4×4×16cm供試体では、品質検査にばらつきが大きいことが示唆された。

第7章は、乾式吹付けコンクリートのさらなる高性能化に向けた取り組みとして、ケミカルプレストレスの導入による高じん性付与の可能性を検討した。結果より以下の知見が得られた。

- ・短繊維、膨張材を用いることにより「練混ぜ」はもちろん、乾式吹付けコンクリートの場合においても、高じん性を与えることが出来た。

第8章は、新たな乾式吹付けの施工システムを提案した。

第9章は結論であり、本研究で得られた成果を取りまとめた。

Summary of Doctoral Dissertation

Title of Doctoral Dissertation:

Fundamental Study on Quality Control Method for Dry Mixed Shotcrete Considering Compatibility with Material and Equipment

Name: Yuji Hikaru

This doctoral dissertation aims to establish Dry Mixed Shotcrete as one of the useful methods for creating long operating life on social infrastructural contractures. In this paper, quality evaluation system of dry mixed shotcrete considering compatibility between material and machine is newly proposed by indicating improvement approaches to problems on dry mixed shotcrete .

This thesis consists of 8 main chapters and the contents of each chapter are briefly explained as follows.

Chapter 1 describe the general background, objectives and composition of this thesis.

In chapter 2, the latest research works regarding to shotcrete such as development chronology, the difference between Dry mixed shotcrete and Wet Mixed Shotcrete, utilization situation are summarized. In addition, future tasks are proposed.

In chapter 3, primary factor on deteriorating quality of Dry Mixed Shotcrete and the mechanism which how that factor effect on it are indicated by carrying out experimental studies to make clear the influence of them. Following results are obtained by verifying each mechanisms of 'Batching', 'Mixing', 'Casting'.

- Influence of variation of material pumped to strength is small.
- Nozzle form has significant influence to quality. Therefore, selecting appropriate nozzle form is quite important when shotcrete is carried out.
- The distance of shotcrete has also significant influence to quality. Therefore, selecting appropriate distance and materials are important.

Chapter 4 suggests assessment of shotcrete system considered between material and machine.

To evaluate compatibility between material and machine, distinct element method for behavior of materials in nozzle while casting are carried out and following results are obtained.

- Distribution velocity is changeable by changing nozzle form.
- Transition in behavior of orientation vector of materials in nozzle is made clear in this chapter. Therefore the efficiency of mixing by changing nozzle form is established quantitatively.

In chapter 5, Estimation method mix proportion of Dry Mixed Shotcrete and contraction control are suggested.

To evaluate suitability of them, a method for establishing mixture of materials for Dry Mixed Shotcrete is discussed and new contraction control method by using it is proposed. Results of this method is follows.

- Strength of concrete can be predicted by measuring moisture content of mortal and aggregate content just after shotcrete.

In chapter 6, testing method of Dry Mixed Shotcrete without coring is discussed and following result is obtained.

- In case of $4 \times 4 \times 16$ specimen, That vary widely in quality inspection has been confirmed.

In chapter 7, for further improving performance of Dry Mixed Shotcrete, installing chemical prestress for high quality toughness is discussed. Following results are obtained.

- High quality toughness can be given by using short fiber and expanding material to mixing and Dry Mixed Shotcrete.

Chapter 8 describe the new Dry Mixed Shotcrete system are proposed.

Chapter 9 describe the general conclusions of this study.