

Minutes of Meeting

For the Seminar on the framework of the Project for Capacity Development for Roller Compacted Cement Concrete Pavement (RCCP) in the Kyrgyz Republic

Venue: 407 Conference Hall, 4th floor, Ministry of Transport and Roads (MOTR), Isanov Str.,42

Date: July 10th, 2019

Time: 14:00 – 17:25

Agenda:

1. Welcome speech from Excellency Minister
2. Presentation by Mr. Mizota
3. Presentation by Mr. Kamiya
4. Presentation by Mr. Yamamoto
5. Coffee break
6. Presentation by Mr. Kagata
7. Discussion, exchange of views
8. Speech and closing remarks from Mr. Mamaev K.A.

Participants list is in Appendix 6

1. **Welcome speech from the Minister of MOTR, read by Mr. M. Alypsatarov M.D. (Speech text in Appendix 1)**
2. **Clarification of the presentations and introducing of the expert group, Mr. Kamiya, Mr. Kagata and Mr. Yamamoto, by Mr. Mizota, the team leader of JICA Expert Group.**
3. **Presentation by Mr. Kamiya. (Speech text in Appendix 2)**

【Comments and questions from Mr. Sadakbaev T.】

Question: Where is it possible or not to apply the RCCP technology? Because the climate in the Kyrgyz Republic is not much rainy area, the consistency of fresh concrete may change during the concrete mix is transported. The issue is how to maintain adequate consistency of fresh concrete without adding water, because in this case, the cement-water ratio changes. I think you cannot use RCCP on the spot with sharp changes in daytime temperature.

【Answer from Mr. Kamiya】

On the applicability of the RCCP, it is an advantage in a dry area not in a rainy climate.

There are several advantages of this project as follows:

- (1) Although the 2010-Year pilot project was carried out in the hottest period in August, this pilot project will be conducted in September, when the air temperature slightly subsides.
- (2) The transportation time of the fresh concrete mix will be shorter than in the 2010-Year pilot project. Because It is extremely important to determine the consistency of concrete with respect to time.

【Answer from Mr. Kagata】

In 2010 VC equipment has not yet been used, and Marshall testing was used to determine changes in consistency over time. Now, we have especially utilized this equipment in the selection of consistency and conduct training on its use.

【Comments from Mr. Sadakbaev T.】

I think it is better to apply the RCCP in the south of the capital since there the geotechnical condition is weak.

【Comments from Mr. Mamaev KA】

This seminar is very useful. By the presentation of Mr. Kamiya, we all understood that for the successful implementation of this project, it is extremely necessary to properly design the concrete mixing and to conduct construction supervision with an adequate level.

【Comment from Mr. Kamiya】

There is no specific rule to decide an adequate place for applying RCCP. The most important issue is to educate human resources for RCCP technology as indicated by Mr. Mamaev. For example, it seems to me that this technology is suitable in rural areas with a large-sized motor vehicle traffic road.

4. Presentation by Mr. Yamamoto. Appendix 3.

【Comments from Mr. M. Alypsatarov. M.】 (Speech text in Appendix 4)

Mr. Alypsatarov expressed the hope that, having implemented a pilot project this year, the pilot project of RCCP will continue next year. He also mentioned the importance of learning from past failure, and this time, when calculating the life-cycle cost, to take identical conditions - overhaul for asphalt pavement and overhaul of RCCP.

5. Coffee break.

6. Presentation by Mr. Kagata. (Speech text in Appendix 5)

7. Discussion.

【Questions from Mr. Sadakbayev T.】

Why a larger aggregates size, for example, 40 mm is not applied to reduce the amount of cement. How about the thickness of the concrete?.

【Answer from Mr. Kagata】

In case that aggregates size would be 40 mm, concrete aggregate could be segregated during the operation of loading dump truck and placing concrete on the road

Therefore, maximum size of aggregate should be set at 20mm. Thickness of the RCC pavement should be from 15 to 25 cm.

【Questions from Mr. Sadakbayev T.】

The placing operation of concrete damages the paver augers, are there any safety features? Because Spare parts in the Kyrgyz Republic are difficult to access and may create problems.

【Answer from Mr. Kagata】

No. A placing operation would not damage a paver auger in Japan.

【Questions from Mr. Sadakbayev T.】

How is the operational control of the concrete mix? It is also necessary to take into account the properties of local materials and resources.

【Answer from Mr. Kagata】

We check the consistency of freshly mixed concrete with a measurement of the time in seconds of leaking up of cement paste by the VC device. Based on this, the composition of concrete mixing is decided to take into account the time of transportation. The properties of local materials and resources are also taken into account.

【Questions from Mr. Sadakbayev T.】

When building it is necessary to call the media to cover the project.

【Answer from Mr. Mizota】

This was agreed with the RMD, they promised to attract the media during the construction.

【A comment from Mr. Apsemetov M.Ch.】

It is extremely important to take into account the time of transportation and the change in consistency in the selection of the composition of the concrete mix.

8. Speech and closing remarks from Mr. Mamaev K.A.

Mr. Mamayev K.A. noted that the MOTR of the Kyrgyz Republic, in order to update the destroyed pavements and ensure their reliability for the long term, requested the Japan International Cooperation Agency JICA to propose a technology for the installation of concrete pavements. It was assumed that the laying of the concrete mix is carried out directly on the old permitted coating with further reinforcement to the required thickness and strength. On the JICA side, in response to an inquiry from the MOTR KR, the technology of compacted rolled concrete pavement was proposed, and the section of the Koy-Tash - Yssyk-Ata Resort road outside the village of Koy-Tash, 1 km long, was chosen as the experimental one. As a result, in 2011, the site was completed, arranged according to the proposed technology of RCCP coverage. After almost 8 years, the coverage was not bad preserved, and it can be assumed that the goal of updating the damaged pavements and ensuring their reliability for the long term was achieved.

The number of concrete plants is increasing in Kyrgyzstan, concrete plants are operating in the cities of Kant and Kyzyl-Kiya, in the villages: Aravan and Kurmenty, construction has begun of a cement plant with a capacity of one million tons per year in the city of Tash-Kumyr. The use of cement and the construction of cement concrete coatings in the future allows us to stimulate a local cement producer, providing them with a sales market and, subsequently, road organizations will gradually reduce the consumption of scarce material - road oil bitumen.

Despite the fact that the initial cost in the life cycle cost of the pavement is higher than the asphalt concrete pavement in two layers, at least 10-12 cm thick, which reflects the time between average repairs of the road surface, all the same, the total cost of maintenance and the content of cement concrete coatings tend to decrease.

There is a need to revise the RCCP Manual and retrain it in the format and methodology of Kyrgyz standards and technical specifications, there may be several standards, for example, the standard "Materials for rolled concrete compacted pavements" or "Test methods for materials for rolled concrete compacted pavements" and others, which should be considered at TC-55 "Roads and Transport Facilities" and recommended for approval by the State Agency of Architecture, Construction and Housing and Public Utilities under the Government of the Kyrgyz Republic. It is imperative that you prepare a draft of the Technical Specifications for the RCCP.

There is an urgent need for training of personnel of this technology - on RCCP mixture and quality control.

Today it is necessary to note the further action plan for RCCP, recommend MOTR of the KR to more thoroughly prepare a project on the distribution of RCCP in different regions, where the climatic conditions of the regions are very different from each other, designate pilot sites and allocate funds for their implementation.

After discussing the submissions and exchanging views, the seminar:

- Notes:

1. Using the experience of the installation of the rolled compacted concrete pavement in the conditions of the Kyrgyz Republic is very important now.

The results of phase one, which was carried out in 2011 on the experimental part of the Koy-Tash-Issyk-Ata road, showed the viability of the RCCP technology. There are no deformations on the coating, with the exception of small and rare single defects, the surface of the RCCP is flat, there are no serious cracks.

2. In the period between the average repair periods of the road pavement, the total cost of maintenance of cement concrete pavements tend to decrease compared to asphalt concrete pavement, the cost is decreased for defects elimination, patch works, pouring cracks and restoring the wear layer with a single coating surface treatment, or an overlay layer of asphalt concrete pavement, at least 3-4 cm thick.

- Recommends:

1. The Ministry of Transport and Roads of the Kyrgyz Republic, for further study, envisage in the budget for the next fiscal year funds for the preparation and implementation of a project for the overhaul of existing road pavements using RCCP technology in regions with different natural and climatic conditions.

2. To turn a special attention on the education and training of specialists in JICA courses on the proposed RCCP technology, including all the processes of designing the composition of concrete mixtures for RCCP, construction and operation of RCCP, and monitoring the costs of maintaining RCCP in the period between average and capital repairs.

3. To revise the Manual for RCCP and prepare in the format and methodology of Kyrgyz standards and technical specifications with the approval of the State Agency for Architecture, Construction and Housing and Communal Services under the Government of the Kyrgyz Republic.

- Considers it appropriate:

Continue and conduct in-depth study of the RCCP technology in the conditions of regions with different natural and climatic conditions.

Director of Road Department of the Ministry of Transport and Roads of the Kyrgyz Republic	Team Leader of the JICA Expert Group, Japan
Alypsatarov M. «12» th of July 2019	Mizota Yuzo «12» th of July 2019

Dear Mr. Kamiya!

Dear guests and participants of the seminar!

Allow me, on behalf of the leadership of the Ministry and on my own behalf, to personally welcome Mr. Kamiya, with a visit to Kyrgyzstan, to discuss the possibility of using concrete pavement in Kyrgyzstan, and to thank Japan International Cooperation Agency JICA for their assistance in conducting this seminar.

The geographical position of the Kyrgyz Republic, where 94% of the territory is occupied by mountains, determines the priority development of the republic's road network, which provides up to 96 percent of road freight and passenger traffic.

The total length of the road network in the Kyrgyz Republic is 34,050 km, of which 18,871 km of public roads served by road units of the Ministry of Transport and Roads of the Kyrgyz Republic.

Due to the complexity of the country's topography, the system of international road corridors provides access for the Kyrgyz Republic to regional markets for goods, works and services, and plays a significant role both in providing communication between the main economic centers within the country and in terms of its participation by international integration associations.

In the territory of the Kyrgyz Republic in conditions with a harsh climate, accompanied by cold winters and hot summers due to the constant increase in the traffic load on the road surface, the priority task of the road authorities is to increase the reliability of roads.

In modern conditions, road agencies need to search for new technologies to improve the reliability and durability of roads and road structures, prevent the formation of cracks and premature destruction on roads, it is necessary to ensure high stability to create a durable frame in road surfaces and ensure stable operation of roads under load.

Currently, subordinate road organizations of the Road Department under the Ministry are carrying out preparatory work on the installation of rolled compacted concrete pavement using Japan's technology, as a pilot project in the experimental section (0-1) km of the Kok-Zhar-Ala-Too highway, 200 meters long. The project is scheduled for implementation in the third quarter of 2019.

Particular attention should be paid to concrete pavements, including the installation of rolled compacted concrete pavement according to the proposed technology. Refine the feasibility of the device of concrete coatings, modern

technologies of repairing coatings, extending the time between repairs and reducing operating costs.

I consider it necessary to improve the regulatory and technical base for the construction and repair of roads, taking into account the technical regulations of the Customs Union "Road Safety" of the TP TC 014/2011 TR and new methods and equipment for testing road-building materials.

I am sure that this Seminar on pavement in Japan, especially concrete pavement, will be useful for the participants and especially the road industry specialists, its results will help to solve the problems and tasks that are set before us.

Thank you for your attention, I wish you successful work of the seminar!



Provision of RCCP in Kyrgyz Republic

July 10 2019

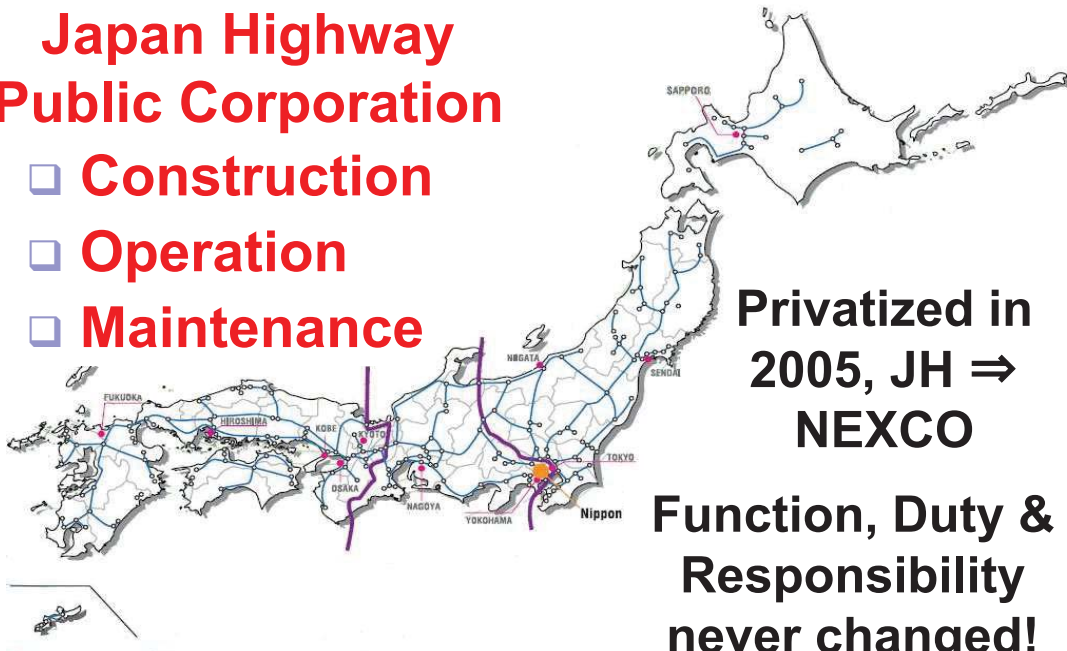
Keizo KAMIYA

Chief Researcher for Pavement
NEXCO Research Institute, JAPAN

Ex-NEXCO: JH since 1956

**Japan Highway
Public Corporation**

- Construction**
- Operation**
- Maintenance**



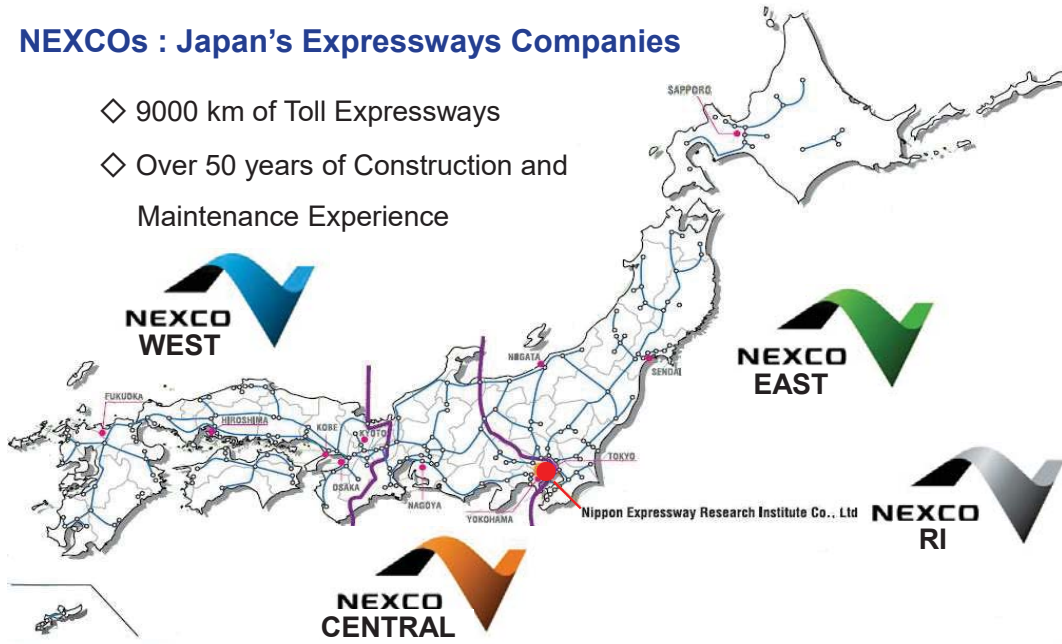
**Privatized in
2005, JH ⇒
NEXCO**

**Function, Duty &
Responsibility
never changed!**

Expressway Network in Japan

NEXCOs : Japan's Expressways Companies

- ◇ 9000 km of Toll Expressways
- ◇ Over 50 years of Construction and Maintenance Experience



NEXCO: Nippon Expressway Company Ltd.

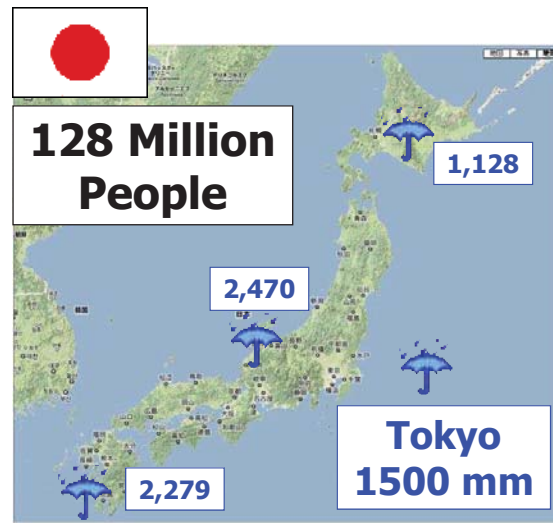
NEXCO総研

株式会社高速道路総合技術研究所
Nippon Expressway Research Institute Co., Ltd.

Country Information



198,500 km²



378,000 km²

Forest 250,000 km²

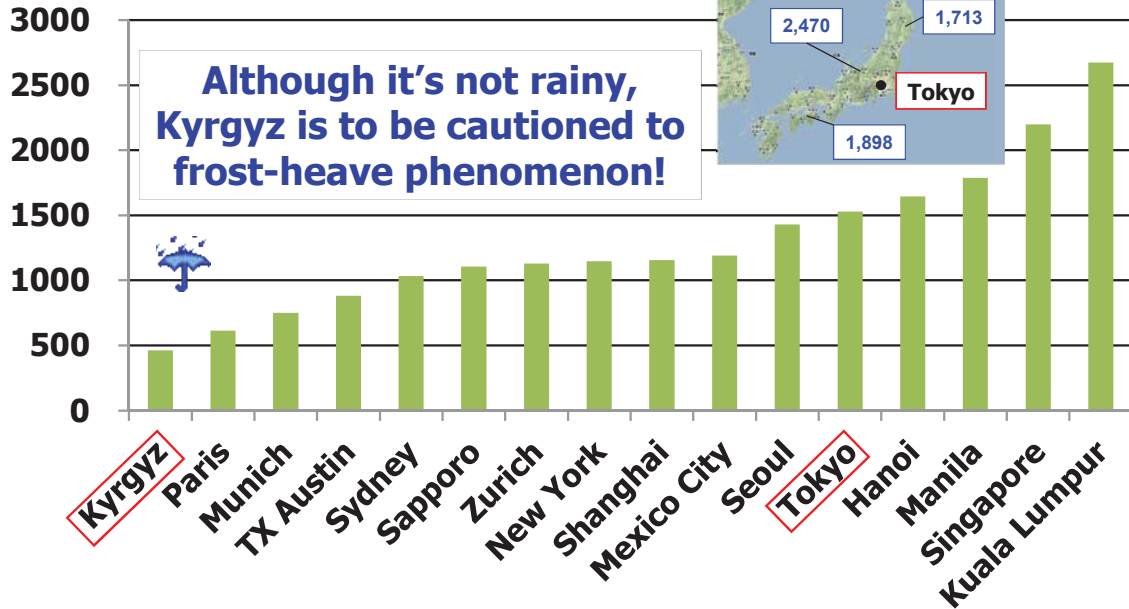
Source: Internet Web

NEXCO総研

株式会社高速道路総合技術研究所
Nippon Expressway Research Institute Co., Ltd.

Annual Rainfall

Annual Average Rainfall (mm)



High Structures Ratio



1,445 km - 1,545 Tubes 1,250 km - 13,500 Brgs

Germany, Autobahn, Frankfurt - Hannover



USA, Interstate Highway, North Carolina



Operation Services



Traffic Control Center



Traffic Information



Pavement Rehabilitation



Vehicle Information & Communication Service

Today's Topics



Road History

Pavement Types

Effectiveness of RCCP

Summary

Japan's Roads 1600's



A nationwide highway network was established during the Edo era based on five major highways. This wood print work captures hustle and bustle of Nihonbashi in Edo (Tokyo).

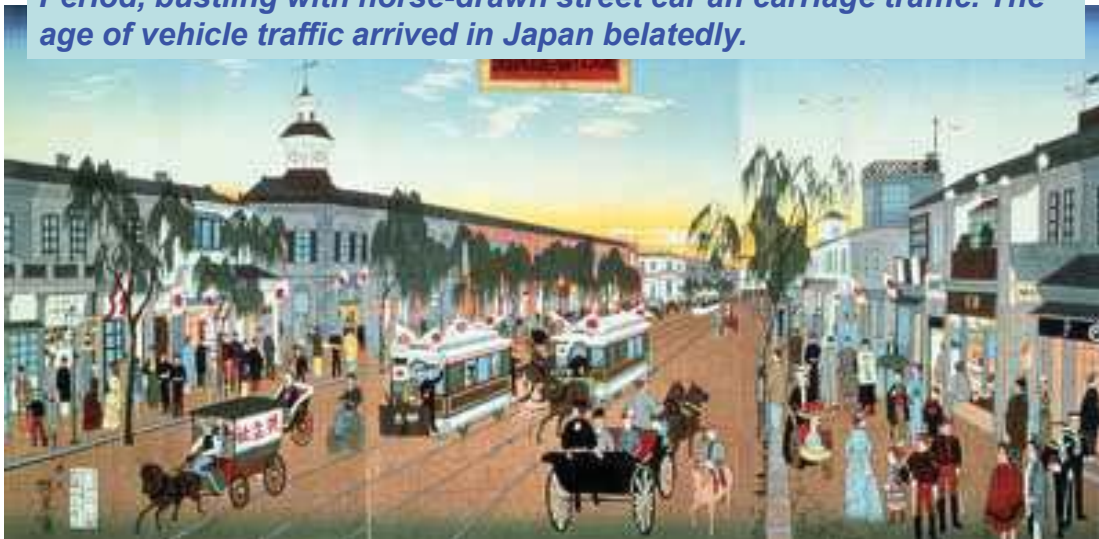


Source: "Roads in Japan, History of Japanese Roads," Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Japan

Japan's Roads 1890's



This color print is a depiction of Ginza Street in Tokyo in the Meiji Period, bustling with horse-drawn street car and carriage traffic. The age of vehicle traffic arrived in Japan belatedly.

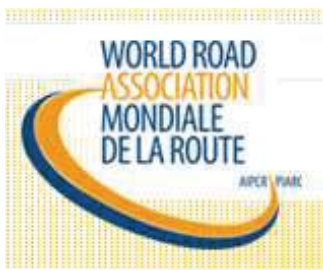


Source: "Roads in Japan, History of Japanese Roads," Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Japan

Birth of PIARC (1909)



Permanent International Association of Road Congress



常設国際道路協会(1909-)

世界道路協会(1995-)

道路交通の政策とその実現に関する
情報提供を行う国際機関(120政府)

- ・4年ごとのストラテジックプラン(基本戦略計画)
- ・開発途上国を含めた国際協力や技術移転
- ・新しいニーズへの対応

Background



自動車クラブ(欧米 Maker & User)

1900年 第1回 国際自動車会議
(Paris: 世界の製造拠点)

1906年 第3回 国際自動車会議(Milan)
「道路舗装の新設と補修」、「自動車交通の国際的な
常設委員会の設立」

自転車サイクルクラブ、健康団体の要請: 粉塵対策



1908年 第1回 国際道路会議(Paris) -
「将来の道路」 33ヶ国 2,000人の参加者



1909年 常設国際道路協会(PIARC)



PIARC 実行委員会

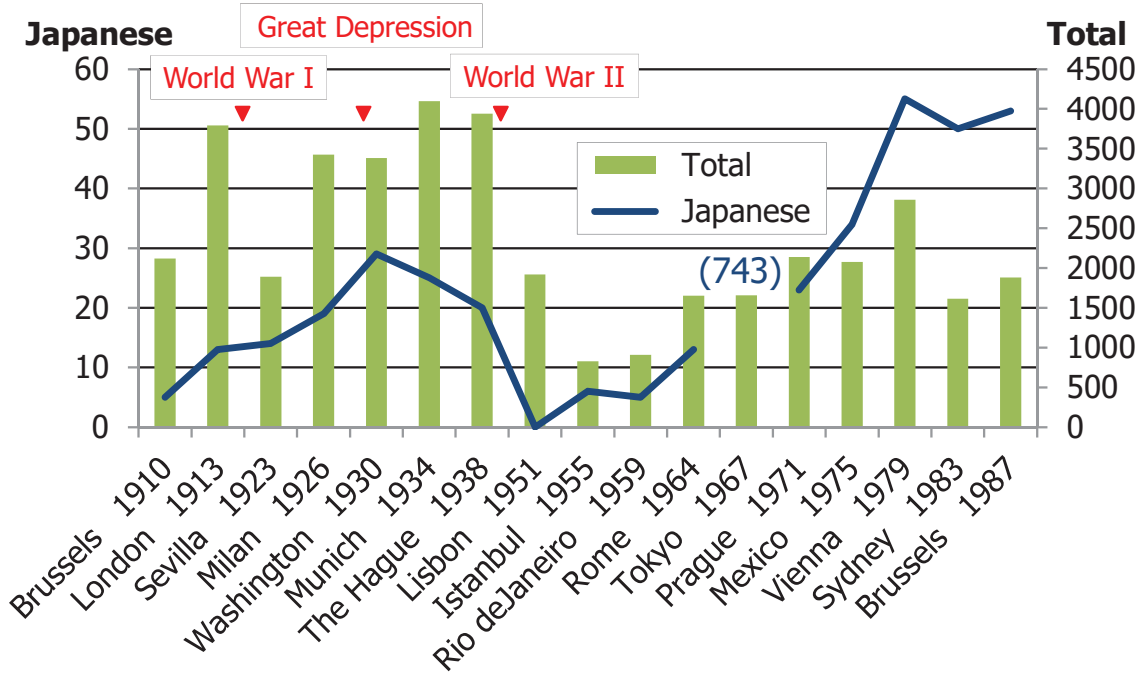


各国へ依頼

National Report: 道路の建設管理と交通運用

1910年 第2回 国際道路会議(Brussels)

World road Congress



Early Year's Issues



1910 Brussels Road Congress 1913 London " "

- 1910 Brussels, National Report
1. Section: Construct & Maintain
- Question 1: 道路の磨耗と粉塵問題
 - Question 2: 地盤と排水方法
 - Question 3: 路面軌道部の補修
 - Question 4: 清掃方法
 - Question 5: 表面処理
 - Question 6: 照明・散水方法



塵芥問題: タール・アスファルトの表面処理

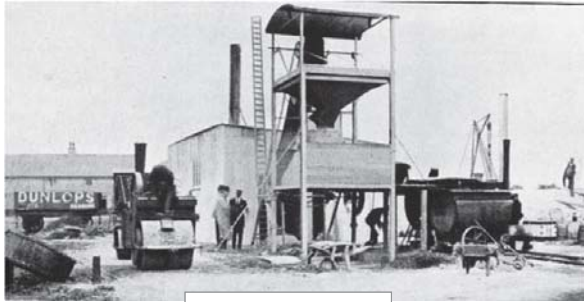


- 1913 London, National Report
2. Section: Traffic & Policy
- Question 5: 照明の方法
 - Question 6: 路面損傷
 - Question 7: 交通法令
 - Question 8: 道路管理者
 - Question 9: 建設資金

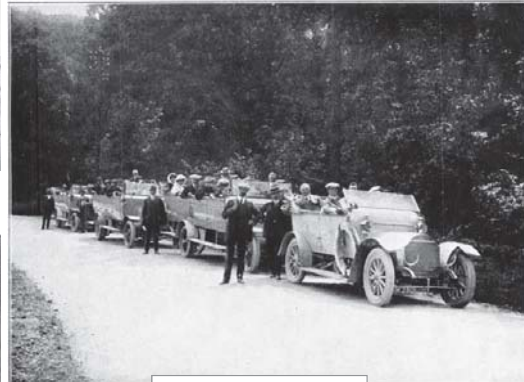


異種交通の政策

London Study Tour



Asphalt Plant



視察用乗用車



Asphalt Macadam 補修

Japanese Speech



わが国の道路は立ち遅れていますので、本会議に対して全く貢献できないことを大変申し訳なく思います。その一方で、全世界の皆さまにお会いして、実務に資する貴重なご意見を拝聴できたことは、光栄の限りです。ここで得られた知見は、わが国道路の今後の発展における大きな布石になると確信いたします。 1913 London 大会 閉会式

MR. Nakahara, First Delegate of the Imperial Japanese Government (speaking in English)



1926 Milan Congress



1926年 “austrada” Milan-Varese 開通

自動車専用道路(重交通・高速走行)



資金運用・管理体制
“austrada” 有料道路制

建設と管理: Con舗装, As 舗装, 材料, 標準試験

交通と政策: センサスの方法, 交通計画, 自動車専用道路

NEXCO総研

株式会社高速道路総合技術研究所
Nippon Expressway Research Institute Co., Ltd.

1930s Motorways



1930 Washington Congress

New York 近郊(Con 舗装)

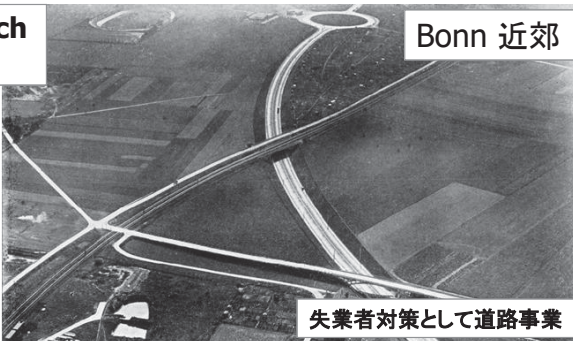


失業者対策として道路事業

建設と管理:
cement・煉瓦, Tar Asphalt, 植民地での道路建設

1934 Munich Congress

Bonn 近郊



失業者対策として道路事業

交通と政策:
交通安全の促進策, 法令(都市・郊外), 車両と表層の関係

NEXCO総研

株式会社高速道路総合技術研究所
Nippon Expressway Research Institute Co., Ltd.

1912-1926 Taisho Era, Japan

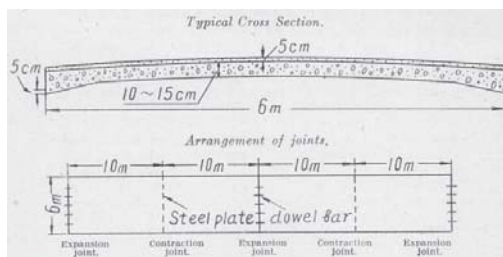


NEXCO総研

株式会社高速道路総合技術研究所
Nippon Expressway Research Institute Co., Ltd.

1934 National Reports

1934 Munich Congress



膨張目地

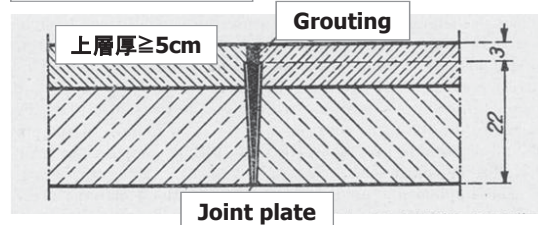
収縮目地

膨張目地

Japanese Concrete Pavement

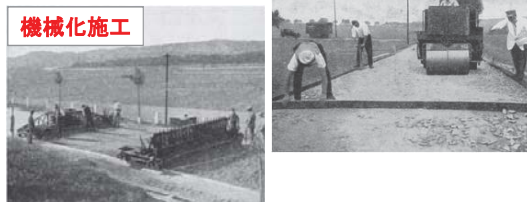
横目地間隔 7.8-9.8m

縦目地間隔 4.8-6.0m



地盤の締固め

機械化施工

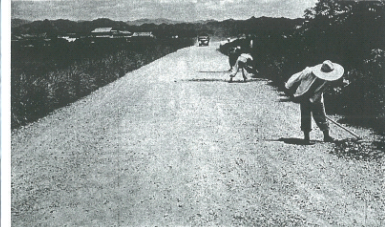


German Concrete Pavement

NEXCO総研

株式会社高速道路総合技術研究所
Nippon Expressway Research Institute Co., Ltd.

Japan's Roads 1950's



According to the Watkins' Report in 1956,
 "The roads of Japan are incredibly bad. No other industrial nation has
 so completely neglected its highway system."

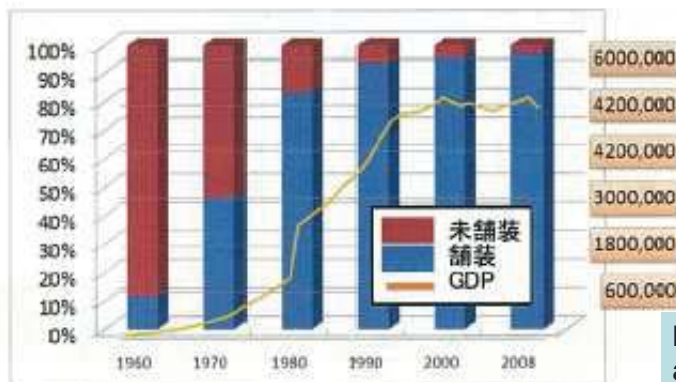
Source: "Roads in Japan, History of Japanese Roads," Ministry of Land,
 Infrastructure and Transport, Japan

Increased Road Stock



Since 1956, road construction and development work
 has been conducted by establishing institutional
 framework and finance back up.

Present economic and social development in Japan
 is supported by the road infrastructures.



In 2015
Expressway 9,000Km
National Road 55,000Km

Source: "Roads in Japan,
 History of Japanese Roads,"
 Ministry of Land, Infrastructure
 and Transport, Japan

1964 Rome Congress



Section 1. 道路の建設と管理

Question 1: 土工部の設計と施工

Question 2: AS舗装厚の設計 報告者: 舗装設計委員会

Question 3: Con 舗装の設計と施工 報告者: 材料試験委員会

Question 4: Surface Qualities of Roads 報告者: 路面すべり委員会

Question 5: 道路の再構築 報告者: 道路トンネル委員会

Question 6: 軽交通道路の問題 報告者: ローコスト委員会

Section 2. 交通・経済性・安全性

Question 7: 交通特性、線形と交通要件

Question 8: 道路計画と経済性

Question 9: 駐車場、サービス

Question 10: 景観 報告者: 交通安全委員会

Venice-Padua Motorway



1963 Japan's 1st



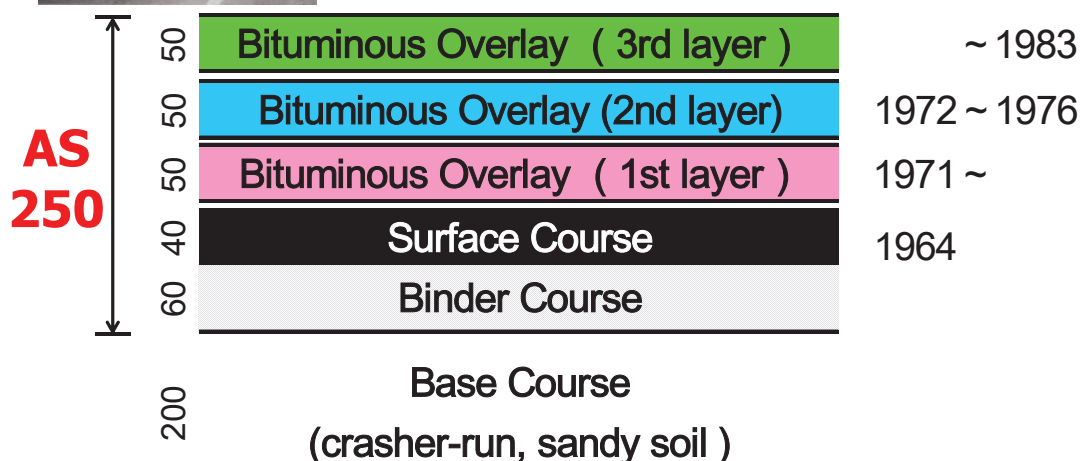
Meishin Expressway

Three Layers put on Meishin



米国 CBR 設計法を採用したが、ひび割れ発生により、3層 Overlay を実施した。

➡ shift to TA (SN) method



1975 Mexico Congress



Question 1: プロジェクトの最適化, 土工, データバンク, 道路トンネル

Question 2: AS 舗装 **AS 舗装委員会**

Question 3: Con 舗装 **Con 舗装委員会**

Question 4: 高速道路の交通要件 **交通・安全委員会, 冬季管理委員会**

Question 5: 都市道路

Question 6: 環境

Question 7: 資金・経済性 **資金・経済性委員会**

Question 8: 軽交通道路 **ローコスト委員会**

路面性状委員会, 材料試験委員会, 道路トンネル委員会



典型的な高速道路舗装の構造

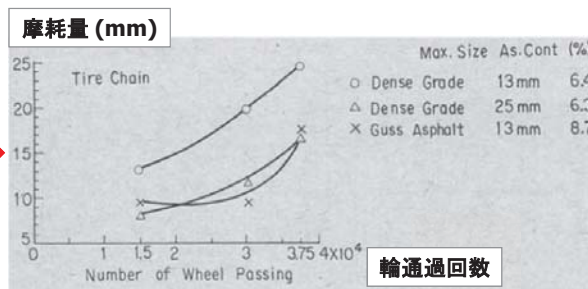
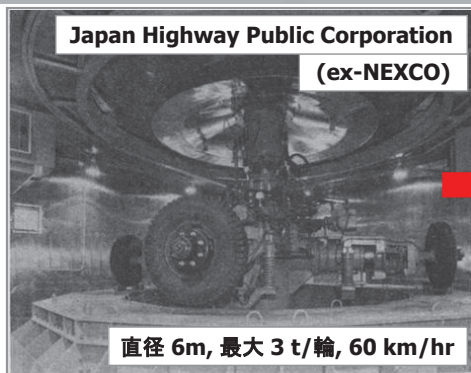
TA Method

FRANCE	GRANDE - BRETAGNE	ITALIE	JAPON
<p>8 cm AS 8cm 25 cm Grève-bitume de couche de base GB (B) 30 cm Grève de couche de fondation 63 cm Classe de sol S₂</p>	<p>10 cm AS 10cm 17 cm Couche de base en enrobes hydrocarbonés 35 cm Couche de fondation en grève non traitée 62 cm CBR = 4%</p>	<p>8 cm AS 8cm 19 cm Couche de base en grève-bitume 30 cm Min. couche de fondation avec grève non traitée 53 cm 53 cm min.</p>	<p>20 cm AS 20cm 20 cm Gravier concassé 10 cm Grève non traitée * 50-70 cm</p>

NEXCO総研

株式会社高速道路総合技術研究所
Nippon Expressway Research Institute Co., Ltd.

Accelerated Pavement Tester



NEXCO総研

株式会社高速道路総合技術研究所
Nippon Expressway Research Institute Co., Ltd.

1987 Brussels Congress



Question 1: 土工・排水・路床 **TC 12 - 土工・排水・路床委員会**
Question 2: AS 舗装 **TC 8 - AS 舗装委員会**
Question 3: Con 舗装の建設・管理 **TC 7 - Con 舗装委員会**
Question 4: 都市間高速道路 **TC 4 - 都市間高速道路委員会**
Question 5: 都市内道路 **TC 10 - 都市内道路委員会**
Question 6: 開発途上国の道路 **TC 3 - 開発途上国の道路委員会**
TC 1 - 路面性状委員会, TC 2 - 材料試験委員会, TC 5 - 道路トンネル委員会,
TC 6 - メンテナンス委員会, TC 9 - 経済・資金委員会, TC 11 - 道路橋委員会

Conference Discussion 1: 安全とインフラ

Conference Discussion 2: 開発途上国への技術移転

Conference Discussion 3: 道路マネジメントシステム

Special Session: 道路組織の民営化

In 1980s, Japan highway already established its own pavement technologies.



1995 Montreal Congress



Minister's Session: Road Safety

Question 1: 道路の供用性マネジメント **Con 舗装 (C7), 交通管理 (G3)**
Question 2: 舗装の強とメンテナンスの新技術
Question 3: 施工中の品質 **道路橋梁 (C11), 骨材の安定的供給 (C7, C8)**
Question 4: 交通と都市空間計画

道路トンネル (C5), タイヤと車両技術 (C1), AS 舗装 (C8), 都市内道路 (C4), 防災 (G2), 道路と環境視点 (C14), 開発中の二次ネットワークの役割 (C3), 路面性状 (C1), 都市アクセス (C10), 土工・排水・路床 (C12), 技術開発 (C3), 道路マネジメント (C6), 大型トレーラー (G4), 空港舗装 (C1, C7 and C8), 都市道路の交通 (C10), 経済性・資金 (C9), 環境 (C14), 道路の安全性 (C13), 路面性状の自動測定 (C1)

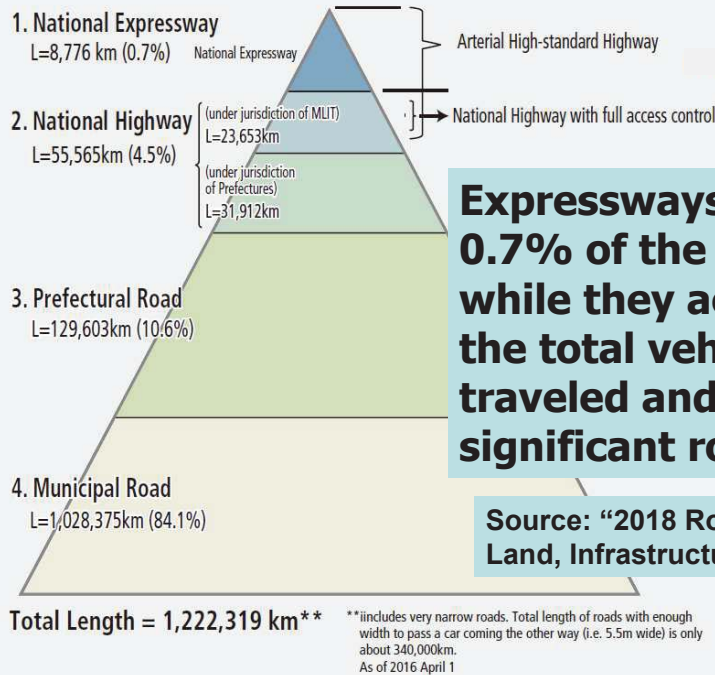
Japan Highway (ex-NEXCO)



Porous Asphalt Pavement



Current Road Share



Expressways account for only 0.7% of the total road length, while they account for 9% of the total vehicle kilometers traveled and play a significant role in road traffic.

Source: "2018 Roads in Japan," Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Japan

Summary of Road History



Until 1950s, Japan neglected its road development.

According to the Watkins' Report in 1956,

"The roads of Japan are incredibly bad. No other industrial nation has so completely neglected its highway system."

Since 1956, road construction and development work has been conducted by establishing institutional framework and finance back up.

Japan learned a lot from overseas and successfully customized their engineering points into its situation.

Appropriate design and sufficient QC during jobs are a key to longer durability.

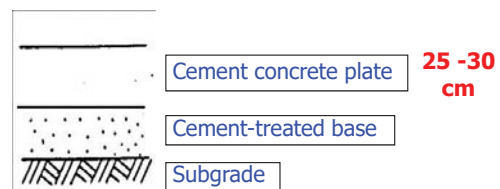
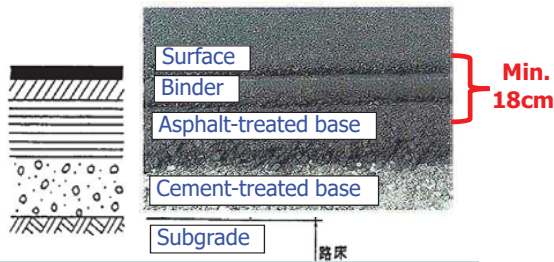
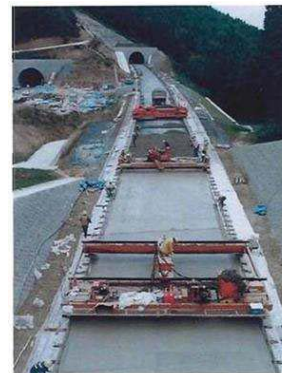
Road History

Pavement Types

Effectiveness of RCCP

Summary

Conventional Types

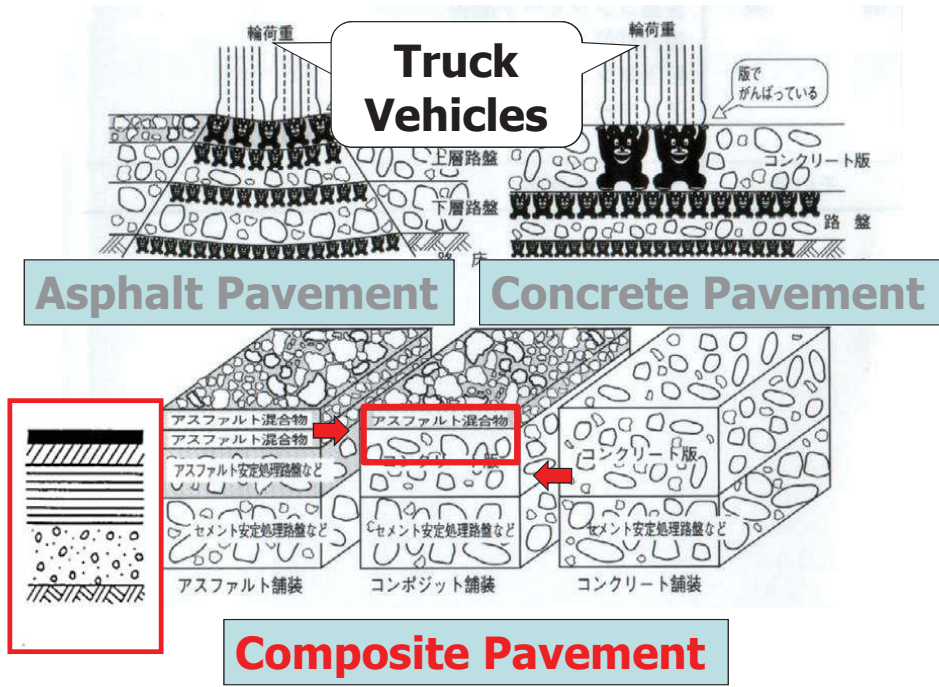


Asphalt Pavement

96% at NEXCO

Concrete Pavement

Composite Pavement



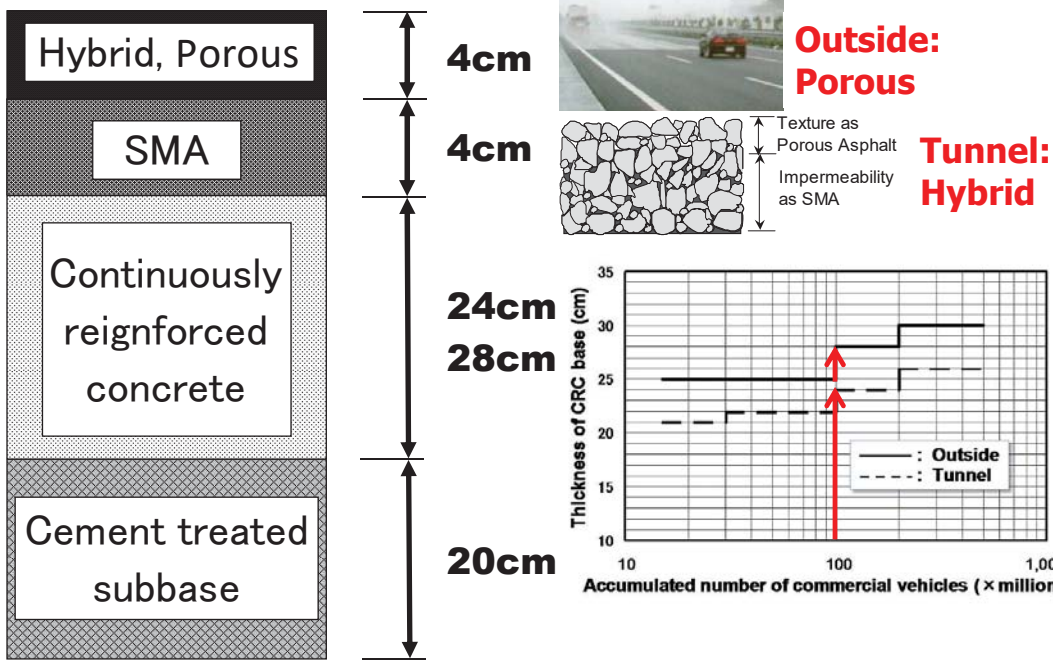
Shin-Tomei Expressway



Commercial vehicles share 50% or higher

Bridge section 31%
Tunnel section 26%
the Others 43%

Shin-Tomei Pavements



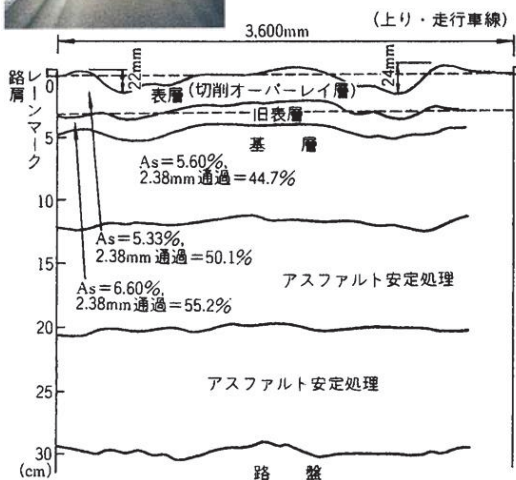
NEXCO総研

株式会社高速道路総合技術研究所
Nippon Expressway Research Institute Co., Ltd.

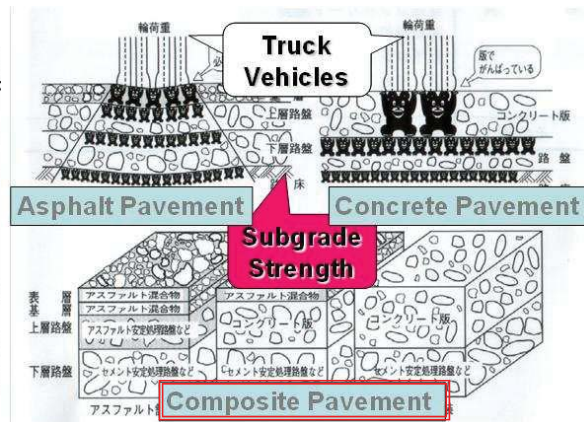
Why Composite needed?



'No more rutting!' Concept



Tomei Expressway, 1980s



To be applied for Shin-Tomei

NEXCO総研

36

株式会社高速道路総合技術研究所
Nippon Expressway Research Institute Co., Ltd.

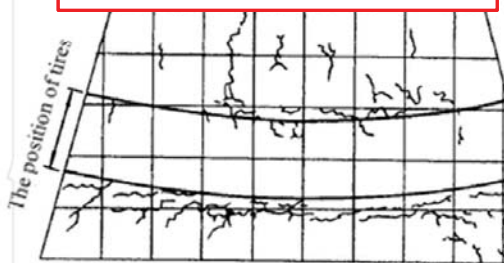
Full-scale tests (1989)



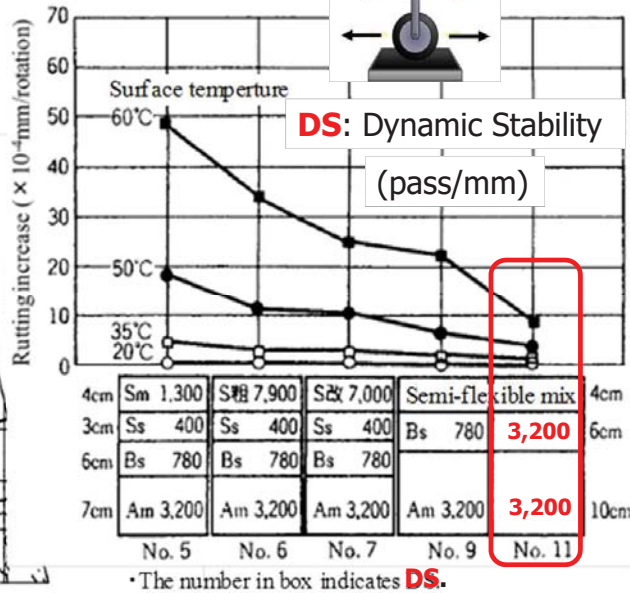
Accelerated Pavement Tests



No. 11 Semi-flexible mix



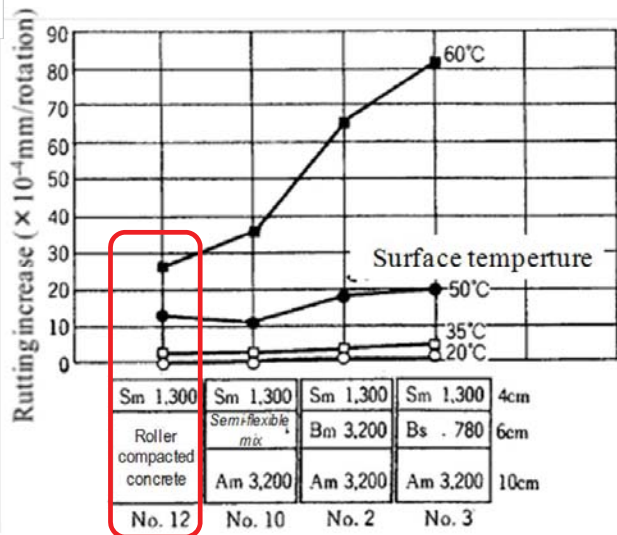
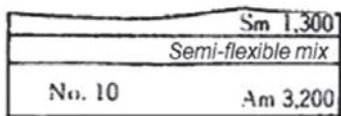
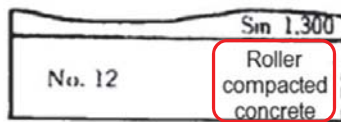
<< Wheel Tracking Test >>



Full-scale tests (1989)



Accelerated Pavement Tests

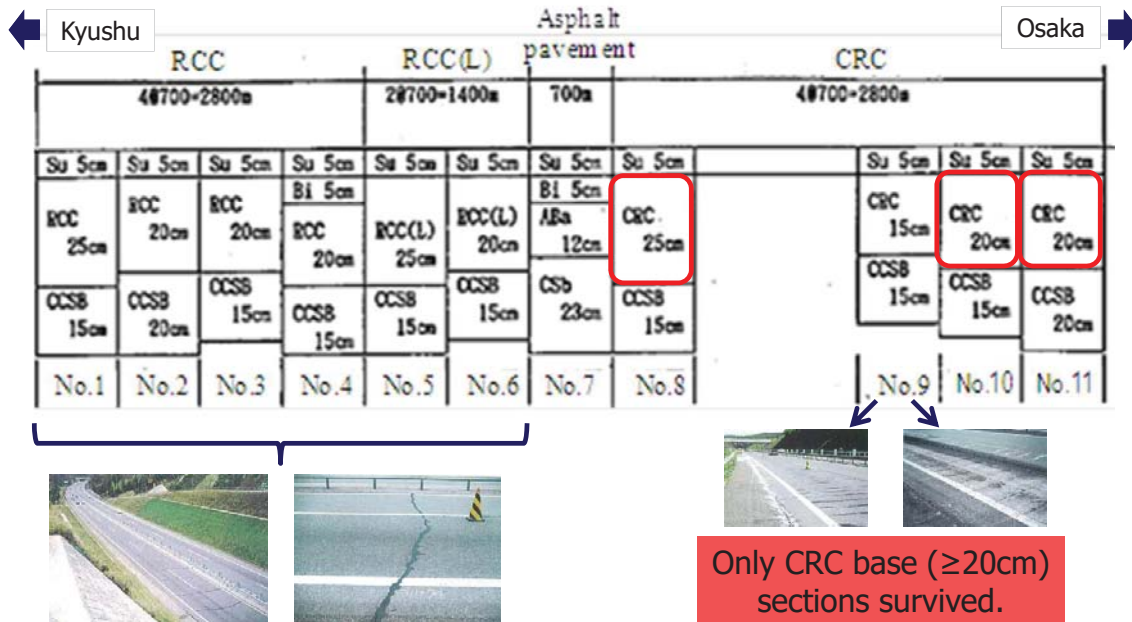


Rigid base is promising for composite base.

10-year Field Test Result



San-yo Expressway Experiments since 1990 to 2000



Finding from Study



Rigidity of concrete type is effective as countermeasure against rutting.

Composite structure requires **the base layer's rigidity**, but this is **also applicable to asphalt and concrete types of pavement.**

If base course is poorly designed or constructed, there is no expecting the pavement's longevity.



Cracks on Composite Pavement with weak base course

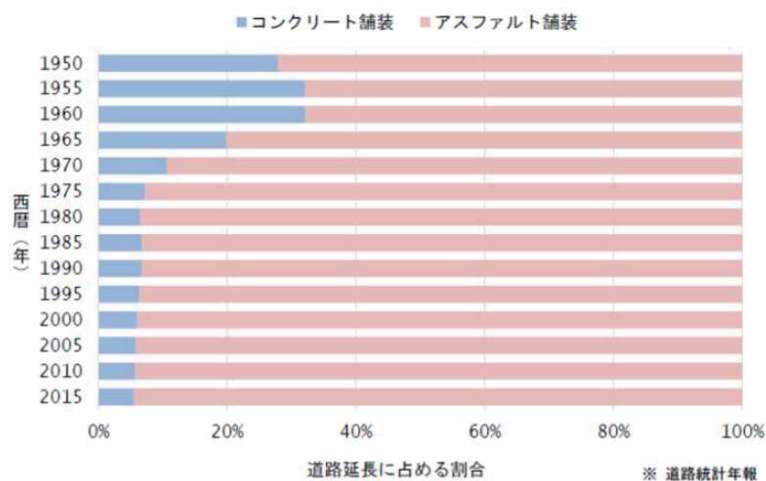
Road History

Pavement Types

Effectiveness of RCCP

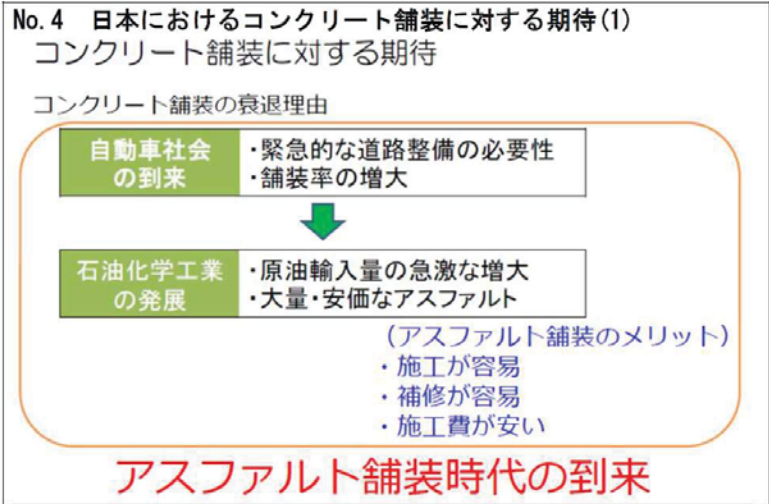
Summary

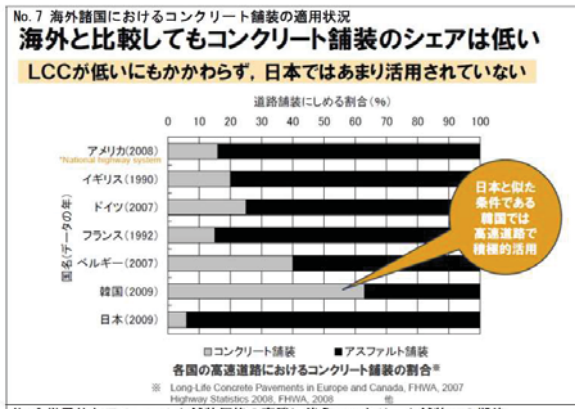
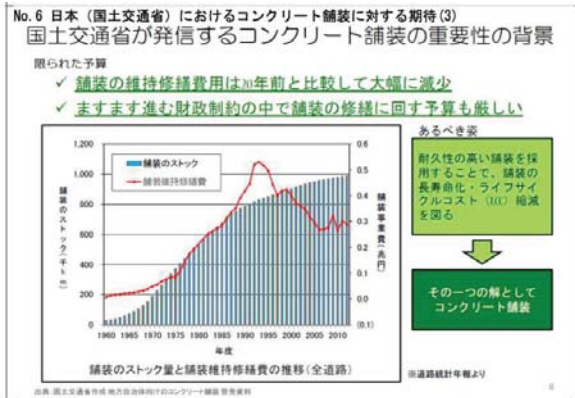
No. 3 日本におけるコンクリート舗装比率の推移 コンクリート舗装の比率の推移

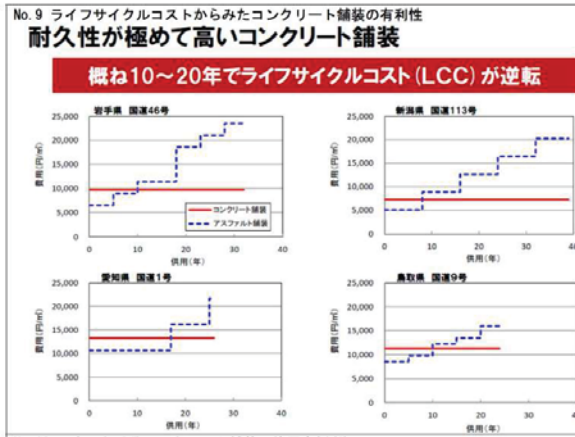


最近のコンクリート舗装の比率は5%程度

出典:国土交通省作成 地方自治体向けのコンクリート舗装普及資料







ИСТОРИЯ ПРОЕКТА УУБП

ЯМАМОТО ХИРОЮКИ

СОВЕТНИК ПО ДОРОЖНОМУ АДМИНИСТРИРОВАНИЮ

JICA / MOTR

2009年：セメント工場活用による内需拡大とライフサイクルコスト面から維持管理費の削減

2

1. 2009年7月、БАТКЕН州 Кызыл-Кыя にセメント工場が完成
 - 年間100万トンの生産能力。КАНТセメント工場の次に大きな規模
2. 価格安定には国内セメント需要拡大が必要→セメントコンクリート舗装導入の検討開始
3. アスファルトコンクリート舗装：セメントコンクリート舗装より施工が簡単、初期コストが安い
 - キルギス共和国でアスファルトコンクリート舗装が用いられてきた理由
4. セメントコンクリート舗装：維持管理を含めたLCC: LIFE CYCLE COSTはアスファルト舗装より優位
5. 鉄筋を用いないRCCP転圧コンクリート舗装は、初期コストを抑えられる
6. RCCP転圧コンクリート舗装技術はソビエト時代の基準・要領になかった
7. MOTC運輸通信省(当時)は、JICAに対し技術協力を要請した

2009年～2010年：PHASE I

3

1. 技術指導とパイロットプロジェクト： КОЙ-ТАШで約1KM

- セメントコンクリート舗装の有効性が確認できた
- MOTC技術者に技術指針、材料試験基準、施工マニュアル、維持管理マニュアル、セミナー等を通じて技術移転ができた
- キルギス保有の資材・機材・技術力でRCCP施工が可能

2. PHASE Iで得られた課題

- さらなる技術者の能力向上
- 配合設計、品質管理用の材料試験機材、試験室の整備
- RCCP舗装施工用機材の整備



RCCP Seminar

10 июля 2019 г.



RCCP Seminar

10 июля 2019 г.

4

- 19 СЕНТЯБРЯ 2010 ГОДА
- ПРОЕКТ ДОРОЖНЫЙ, ПРОЕКТ НАДЕЖНЫЙ
 - PROJECT ROAD, PROJECT RELIABLE

新聞記事：オトンバエワ大統領の視察 2010年9月19日

2011年～2012年：PHASE II

5

1. PHASE Iでわかった課題を解決すべくPHASE IIを実施

しかし、

- 当時の首相の意向で、C/PがMOTCからBISHKEK市となり、
- PHASE Iで施工担当したAERODROMDORSTROYが参加できず、
- MOTC職員もうまく関与できず、
- プロジェクト側専門家チームの指揮系統分散
- 結果、試験施工箇所でも損傷が多発し、BISHKEK市からMOTCとJICAに対して責任追及の騒動まで発展した

RCCP Seminar



RCCP Seminar

10 июля 2019 г.

6

Phase II : 損傷状況と補修状況 $t = 4\text{cm}$ Overlay

2015年：PHASE IIIの要請

7

1. 2014年6月、当時のRAAがMOTCからRCCP再開の要望を受けた
2. 2015年3月11日キルギス議会からコンクリート舗装促進についての新聞報道
3. RCCP技術の普及はКАНТセメント工場、КЫЗЫЛ-КЫЯセメント工場の利用促進
4. PHASE I、IIで購入したVC試験機、強制攪拌ミキサー等がКОЧКОР試験室に保管
5. 積載車両による路面損傷問題が深刻
 - 中華人民共和国からの大型貨物車両が通行するОШ~САРИТАШ~ЭРКЕШ-ТАМ道路(OSI道路)では過積載車両対策用としてコンクリート舗装が施工
6. RCCP技術は道路防災対策の一つになりうる。
 - のり面から土砂災害対策で部分的にコンクリート舗装が施工されている

RCCP Seminar

10 июля 2019 г.

Депутаты ЖК предложили не жалеть деньги на дороги и делать бетонное основание

16.16.11 марта 2015 3 505



Tazabek - Депутаты 11 марта на заседании Жогорку Кенеша предложили не жалеть деньги на дороги и делать бетонное основание.

«Скупой платит дважды. Есть весогабаритный контроль, но есть нагрузка на дороги. Мы каждый год по 100-200 км дорог делаем», - сказали они.

По словам депутатов, с бетонным покрытием дороги прослужат дольше, хотя и будет меньше построено.

«Сейчас много проектов есть. может, вы это сделаете как пилотный проект или предложение в

RCCP Seminar

• ДЕПУТАТЫ ЖК ПРЕДЛОЖИЛИ НЕ ЖАЛЕТЬ ДЕНЬГИ НА ДОРОГИ И ДЕЛАТЬ БЕТОННОЕ ОСНОВАНИЕ

Tazabek

- 16:16, 11 МАРТА 2015
- TAZABEK - ДЕПУТАТЫ 11 МАРТА НА ЗАСЕДАНИИ ЖОГОРКУ КЕНЕША ПРЕДЛОЖИЛИ НЕ ЖАЛЕТЬ ДЕНЬГИ НА ДОРОГИ И ДЕЛАТЬ БЕТОННОЕ ОСНОВАНИЕ.
- «СКУПОЙ ПЛАТИТ ДВАЖДЫ. ЕСТЬ ВЕСОГАБИРИТНЫЙ КОНТРОЛЬ, НО ЕСТЬ НАГРУЗКА НА ДОРОГИ. МЫ КАЖДЫЙ ГОД ПО 100-200 КМ ДОРОГ ДЕЛАЕМ», - СКАЗАЛИ ОНИ.
- ПО СЛОВАМ ДЕПУТАТОВ, С БЕТОННЫМ ПОКРЫТИЕМ ДОРОГИ ПРОСЛУЖАТ ДОЛЬШЕ, ХОТЯ И БУДЕТ МЕНЬШЕ ПОСТРОЕНО.
- «СЕЙЧАС МНОГО ПРОЕКТОВ ЕСТЬ, МОЖЕТ, ВЫ ЭТО СДЕЛАЕТЕ КАК ПИЛОТНЫЙ ПРОЕКТ ИЛИ ПРЕДЛОЖЕНИЕ В ПРАВИТЕЛЬСТВО ВНЕСЕТЕ», - СКАЗАЛИ ОНИ.

10 июля 2019 г.

8

新聞記事：Parliament proposed not to save money and construct cement roads



2019年～2020年：PHASE III

10

1. 日本で最高の技術力を持つ専門家チームを編成
 - RCCP転圧コンクリート舗装第一人者：加形専門家、鎌田専門家
 - 日本・世界の舗装業界最高峰の神谷専門家
2. さらに、道路行政アドバイザー、JICA事務所、本部が一体となって技術支援を実施する体制

→ PHASE III でこれまで実施した成果

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

RCCF Seminar

10 июля 2019 г. 11

The need for a RCCP is high in terms of the following points. If the results of the currently planned pilot project are good, the MOTR intends to continue the RCCP project next year also. In this regard, we would like to ask to continue the transfer of technology for pilot projects supported by JICA, also next year.

Because This time the length of the pilot section is small - 200 meters, we hope next year it will be longer, and we expect more technology transfer.

- 1) In Kyrgyzstan there are five cement concrete plants throughout the country.
- 2) In 2009, a cement plant was built in Kyzyl Kyya in the south of Kyrgyzstan, capable of producing 1 million tons per year.
- 3) The Government of Kyrgyzstan is considering the possibility of introducing a concrete pavement, such as RCCP, to expand domestic demand for cement concrete.
- 4) RCCP more durable and less susceptible to damage than asphalt pavement.
- 5) From the point of view of life cycle costs, including the cost of long-term maintenance for more than 20 years, RCCP will most likely have an advantage over asphalt.

2019.07.10

RCCPプロジェクト

これまでの主な実施内容 今後の予定（案）

これまでの実施状況

1、Phase 1（2010）の供用性調査

調査結果は、「RCCPガイドライン案」の付録（RCCPの不具合事例とその要因と対策）に反映



2、プロジェクト実施に向けての現状技術レベルの確認など 舗設機械、コンクリートプラント、プロジェクト実施予定地



3、RCCPガイドライン：ドラフトの作成（セミナーで提示）

ガイドライン（案） 目次

- 1、まえがき
 - 2、RCCPの構造
 - 3、材料
 - 4、転圧コンクリートの配合
 - 5、施工
 - 6、管理と検査
- 付録
- ①用語集
 - ②転圧コンクリートの配合設計例
 - ③VC振動締固め試験方法
 - ④マーシャル突き固め試験方法
 - ⑤曲げ強度試験用供試体の作製方法
 - ⑥含水比の測定方法（直火法）
 - ⑦切取りコアの表面乾燥状態密度測定方法
 - ⑧不具合事例とその要因及び発生抑制策
 - ⑨室内でのコンクリート製造・VC試験結果例
 - ⑩RCCP舗設作業要領

4、RCCP用コンクリートの配合設計技術に関する習得支援（実習含む）

現地技術補助員による説明・実技講習



5、プロジェクト工事発注仕様書の作成支援

- ① 舗装設計書（PIC）の設計内容の確認、設計不足事項の提示
- ② 発注仕様書の概略案作成
 - * 予備試験施工を含む概略材料使用料
 - * RCCP用コンクリートの配合（目安）
 - * RCCP舗設用の主な機械
 - * その他 施工計画書・日報などの提出義務などを記述

今後の予定

- 1、コンクリートの配合設計（含む：骨材性状の確認）技術の向上支援
- 2、実機プラントでのコンクリートの試験練り技術の向上支援
- 3、予備試験施工実施によるコンクリートの
示方配合・施工要領策定支援
- 4、プロジェクト工事実施支援（施工監理・品質管理含む）
- 5、RCCPガイドラインの修正
- 6、プロジェクト工事の供用性調査→ガイドラインの修正
- 7、セミナー実施：RCCPガイドラインの説明
- 8、その他

Title: Attendance List of the Seminar on the framework of the Project for Capacity Development for Roller Compacted Cement Concrete Pavement (RCCP) in the Kyrgyz Republic

Date	July 10, 2019
Venue	st. Isanova 42 MOTR buildings
Participants	<ol style="list-style-type: none"> 1. Alypsatarov M. – Director of RD MOTR 2. Mamaev K.A. – Road Engineer of DI 3. Sadakbaev T. - Chairman of the public council of MOTR 4. Abdyrashym kyzy A. - Head of OUA RMD 5. Abyshov T. – Specialist of RD-1 6. Aytkuliev A. – Deputy Director of PIC 7. Mukanbetov D. – Chief Engineer of DEU-25 8. Kabulova J. – Engineer DI 9. Imanalieva A. - Head of Planning and Technical Department of DEU-34 10. Abdrahmanov S. - Chief Engineer of MPDH Karakol city 11. Akymbaev T. – Deputy Director of Bishkek Roof Company 12. Bozalaev K. – Chief Engineer of UAD BNT 13. Salymbekova A. – Specialist of Gosstroy 14. Bekbaev A. - Specialist of Gosstroy 15. Adjybekov A. - Specialist of Gosstroy 16. Apsemetov M. - Vice Rector of KGUSTA University 17. Nurlan uulu M. - Main Specialist of RD MOTR 18. Shirimbekova A. – Specialist of RD MOTR 19. Bektursunov J. – Specialist of RMD 20. Bekiev N. – Main Specialist of BOUAD 21. Isakov E. - Main Specialist of BOUAD 22. Abduldaeva A. – Manager of Tokyo Rope 23. Kulova N. – Assistant of Tokyo Rope 24. Kalabin Y. – Chief Engineer of Tokyo Rope 25. Suerkulov K. – Engineer of Tokyo Rope 26. Kojombardiev A. – Main Specialist of RD MOTR 27. Yntymak uulu A. – Chief Engineer of DEU-43 28. Kamiya Keizo – Chief Researcher for Pavement Road Research Department 29. Kagata Mamoru - Expert of RCCP 30. Mizota Yuzo – Team Leader 31. Yamamoto Hiroyuki – JICA Road Administration Advisor 32. Abdrazakova S. – Assistant of JICA 33. Abdrakmanova A. – Interpreter 34. Makenov A. – Interpreter 35. Kalygulov Belek – Assistant of RCCP 36. Osmonaliev Samar- Volunteer of RCCP



Photo 1: Mr. Kamiya makes presentation



Photo 2: Mr. Yamamoto makes presentation



Photo 3: Mr. Kagata makes presentation



Photo 4: Speech by Mr. Alypsatarov



Photo 5: Overview of seminar participants



Photo 6: Overview of seminar participants

RCCPの品質管理方法

1. RCCPの概要

特徴・施工法・配合など

2. 骨材試験の必要性

3. コンシステンシー管理不足により発生したRCCPの不具合事例

加形 護 博士(工学)
鎌田 修 博士(工学)

1: 転圧コンクリート舗装の概要

(RCCP: Roller Compacted Concrete Pavement)

通常のコンクリート舗装と異なり、著しく単位水量が少ない硬練りのコンクリートを、アスファルトフィニッシャーで敷きならし、ローラで転圧して仕上げる工法。



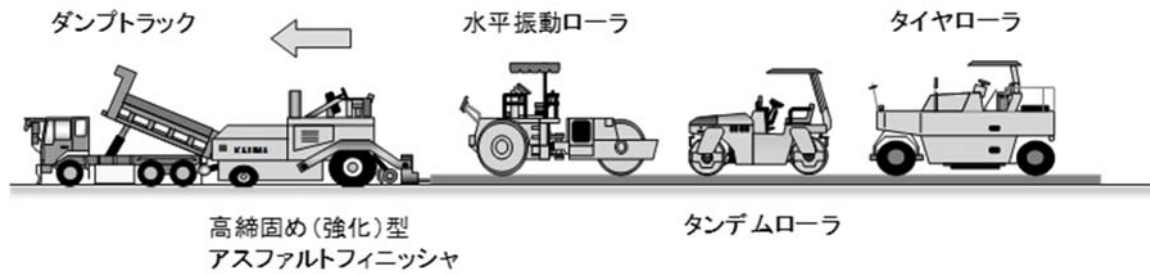
RCCPの特徴

- ・アスファルト舗装に比べて耐久性がある
- ・アスファルト舗装用機械を用いて施工でき、施工性が良い
- ・必ずしも型枠を用いないので、版厚を自由に設定できる
- ・施工速度・供用開始が早い
- ・As舗装に比べて、LCCの低減を図れる

普及が期待される適用箇所

- ・地方道、トンネル内舗装、コンテナヤード舗装、工所用道路など

転圧コンクリート舗装の施工



- ・コンクリートの練混ぜから転圧開始まで: 目標 1時間以内(出来れば30分以内)
- ・収縮目地カッティング: 角欠けが生じない範囲の早期(夏季: 当日夜・翌早朝、
冬季: 舗設翌日夕方)
- ・養生: 普通ポルトC 3日間、早強ポルトC 1日間(日本)、
タイヤチェーンなどの交通による路面損傷が生じない期間まで

RCCPでの要求性能

- ・締固めによる密度確保
- ・所要の路面性状確保(平たん性、肌目)

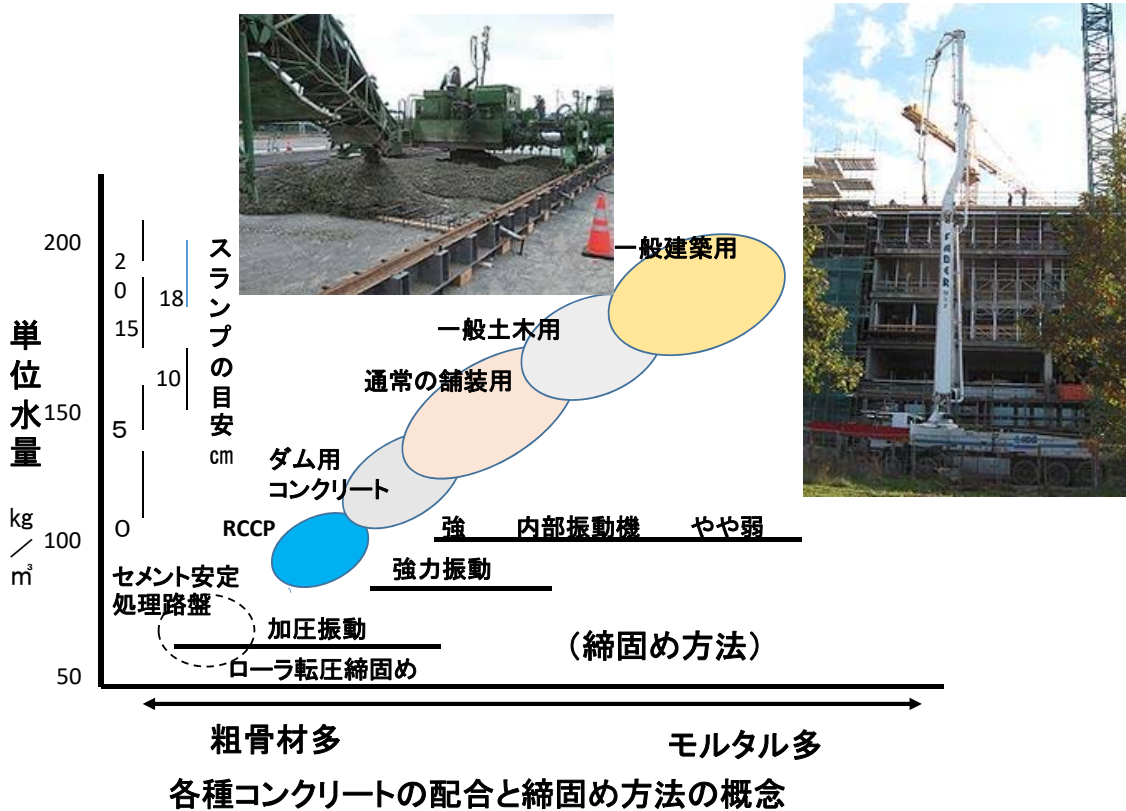
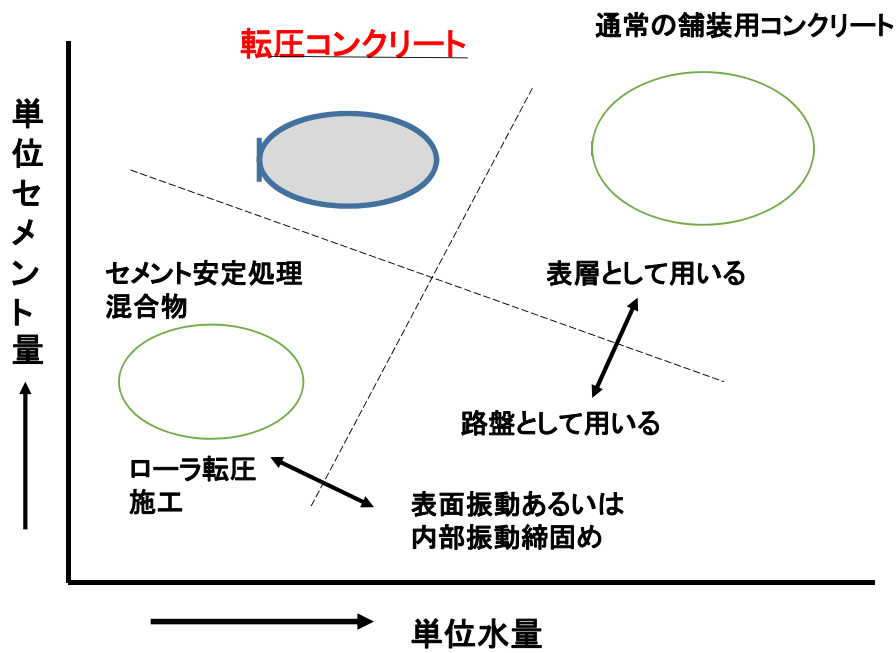
要求性能を満足させるために、

コンクリート(RCC)での対応としては、

- ・材料分離抵抗性、転圧施工性、フィニッシュビリティなどの
コンシステンシーを評価・管理することが重要である。

RCC: 著しく単位水量を減じた硬練りコンクリート

- ・少量の単位水量変化でコンシステンシーは著しく変化する
→ コンシステンシー管理が難しい → 普及阻害



ペースト余剰係数 K_p 、モルタル余剰係数 K_m

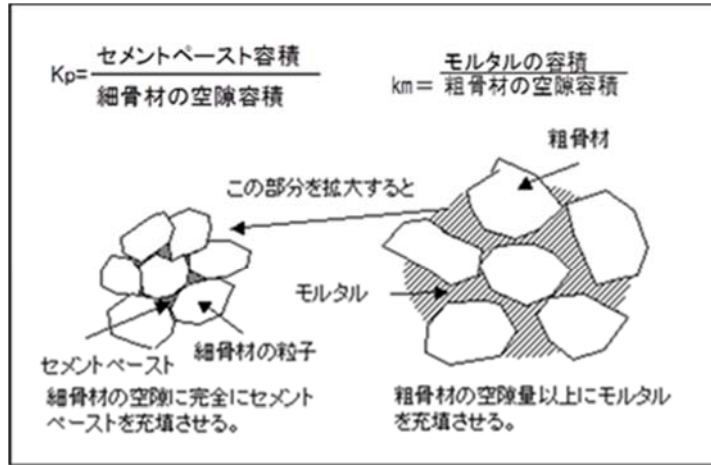


図-6.4.3 K_p , K_m の概念

- $K_p > 0.9$ 締固め易さ、コンシステンシーの経時変化、転圧時の骨材飛散
 $K_m \geq 1.7$ 材料分離抵抗性(プラントホッパ排出、D/Tからの荷おろし、AF敷均し)
 ≤ 1.9 ローラ転圧時の収まり、微細空隙を充填するペースト量
 (単位水量・セメント量)

4

転圧コンクリートの配合

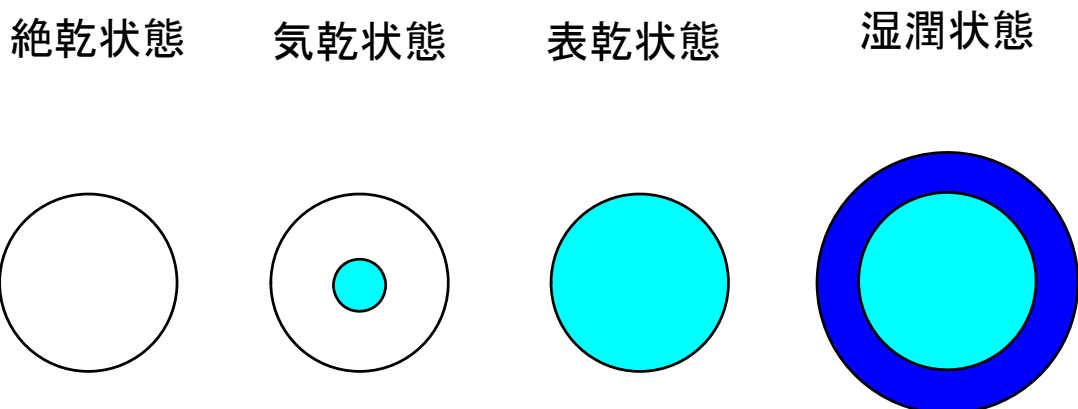
配合条件

- (1) 配合強度 配合曲げ強度 $f_{br} = \text{配合強度 } f_{bp} \times \text{割増し係数 } p$
 $f_{bp}: (\text{設計基準曲げ強度 } f_{bk} + \text{締固め安全強度})$
 $5.7\text{MPa} = (4.4 + 0.8) \times 1.09$
- (2) ワーカービリティー
コンシステンシー評価法: VC振動締固め方法
 (or **マーシャル突き固め試験方法**)
 敷均し時目標値: 修正VC値 50秒(締固め率96%)
- (3) 粗骨材の最大寸法 $G_{max}: 20(25)\text{mm}$
 細骨材: 川砂、粗骨材: 碎石
- (4) 細骨材率 (S/a) 35~50% (42~43)
- (5) 単位水量 (W) 90~115(103) Kg/m^3 (103)
- (6) 単位セメント量 280~320 kg/m^3 (300)
 普通ポルトランドセメント
 (初期凍害防止・早期交通開放: 早強ポルトランドセメント)



2. The Necessity of Aggregate Tests

骨材の含水状態

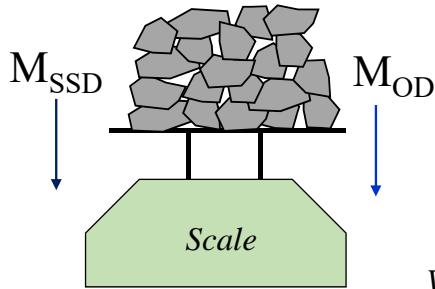


RCC品質管理に必要な骨材試験

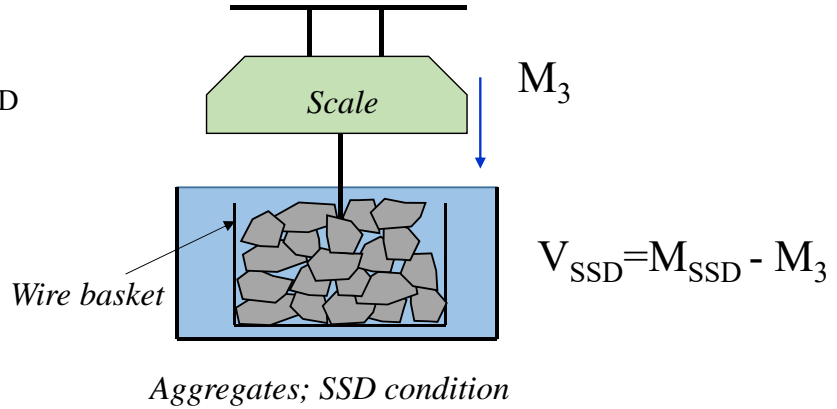
- # 絶乾密度
- # 表乾密度
- # 吸水率
- # 単位容積密度(実積率)

計算方法

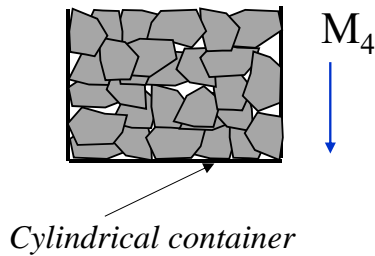
気中での測定



水中での測定(粗骨材)



容器内での測定



- # 表乾密度 = M_{SSD}/V_{SSD}
- # 絶乾密度 = M_{OD}/V_{SSD}
- # 吸水率 = $(M_{SSD}-M_{OD})/V_{SSD} * 100$
- # かさ密度 = $M_4/V_{container}$

これらの骨材試験の必要性

1. コンクリートの品質確保のため

高い吸水率の骨材を使用した場合

- コンシステンシーロスが大きくなる
(ワーカビリティの低下が早い)
- 凍害での被害の危険性大

絶乾密度の低い骨材を使用

- コンクリート強度が低下

日本の基準

	粗骨材	細骨材
吸水率	3%以下	3.5%以下
絶乾密度	2.5t/m ³ 以上	2.5t/m ³ 以上

これらの骨材試験の必要性

2.配合設計のため

配合設計は骨材が表乾状態で行う

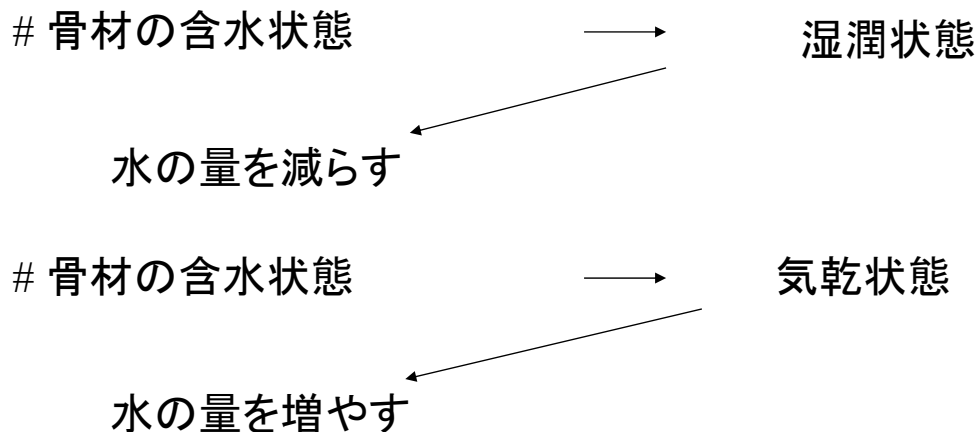
なぜならば、表乾状態の骨材は水を吸収したり、余剰な水分を保持したりしていない。だから、コンクリートに必要な水量を骨材の含水状態の影響なしに調査することができる。

かさ密度(実積率)はRCCの K_p , K_m の決定する際に必要である。

これらの骨材試験の必要性

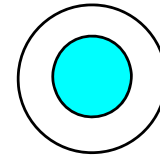
3.コンクリートプラントで練る際の配合修正のため

プラントでの骨材の含水状態は表乾状態ではない。投入する水の量は骨材の含水状態に応じて調整する必要がある。



配合修正の例

a) 骨材の含水状態が気乾状態の時



配合設計

W/C	s/a	weight; kg/m ³			
		W (Water)	C (Cement)	G (Gravel)	S (Sand)
32%	43%	100	310	1200	920

プラントで練る際の骨材の含水状態

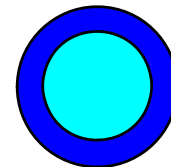
粗骨材; 0.4% (吸水率0.5%)
砂 ; 1.0% (吸水率;2.0%)



水の不足量(表面乾燥状態に対して)
 $1200*(0.5-0.4)/100+920*(2.0-1.0)/100=10.4$
よって, 計量する水の量
 $100+10.4=110.4 \text{ kg/m}^3$

配合修正の例

b) 骨材の含水状態が湿潤状態の時



配合設計

W/C	s/a	weight; kg/m ³			
		W (Water)	C (Cement)	G (Gravel)	S (Sand)
32%	43%	100	310	1200	920

プラントで練る際の骨材の含水状態

粗骨材; 1.0% (吸水率;0.5%)
砂 ; 3.0% (吸水率;2.0%)



余剰な水量(表面乾燥状態と比べて)
 $1200*(1.0-0.5)/100+920*(3.0-2.0)/100=15.2$
よって, 計量する水の量
 $100-15.2=84.8 \text{ kg/m}^3$

3. 不適切なコンシステンシー管理による RCCPの破損(例)

Ⅱ : RCCPの損傷分析(2010年 施工箇所)

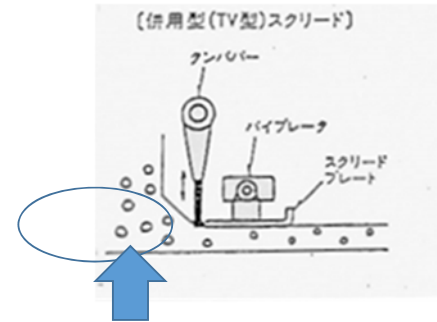
1、2019. 3. 20現況調査他

左側: 先行レーン舗設終了箇所部
右側: 後続レーン舗設開始箇所部
手前: アスファルト舗装



舗設終了部: 表面飛散が生じている
RCC敷均しに時間がかかり過ぎ、コンクリートのコンシステンシー悪化
人力敷均しを伴い、敷均し・締固め密度が不均質
舗設開始部: 左レーンに比べて良好
舗設作業の慣れ、学習効果あり
コンクリートのコンシステンシー適切

後続レーン: 版中央部の縦ひび割れ



施工延長 中央部1か所に見られた
RCCのコンシステンシー低下(乾きすぎ)により、フィニッシャの敷均しスクリード
手前で、材料分離を生じやすくなっていた

表面の剥がれ(スケーリング)



コンクリートのコンシステンシー悪化(乾燥しすぎ)
連続運搬・連続舗設、コンシステンシーの経時変化を考慮したRCC配合設計
としなければならない！
縦型枠際の締固め不十分(転圧作業方法の事前熟知が必要)

横方向さざ波現象(ウエービング)



左側: 高所から低所に向けての舗設

振動ローラ転圧: 昇降切り替え時の振動を手動で切ること

急激な停発進としないこと

タイヤローラ転圧: 急激な停発進(昇降切り替え)としない

右側: 舗設作業不慣れ(RCCのコンシステンシー低下、敷均し時の補助作業必要)

横方向のティアリングクラック(引きずり)



コンクリートのコンシステンシー: 柔らかすぎ(製造時の骨材表面水量過多): 製造管理

アスファルトフィニッシャの敷均し速度が速すぎた: 敷均し表面を見ながらの速度調整

経時的にひび割れ端部の角が取れ、深さ方向にも進展していく

縦ひび割れ発生・ポットホール・破損に進展していく

表面の摩耗



使用骨材にやや柔らかい骨材が混在している

できれば、硬質砂岩が望ましい

摩耗が進展すると、舗装表面の滑り抵抗性が低下し、交通事故発生の可能性が高くなる可能性がある(特に下り方向)

良質骨材の選定・コンクリートコンシステンシーの管理(製造・舗設・舗設補助作業)

Title: Minutes of Seminar on Quality Control for Concrete Production on RCCP Project №6th Seminar

Date	August 20th, 2019r
Venue	Concrete Plant «Kum-Shagyl»
Participant	<ol style="list-style-type: none"> 1. Abyshov T. – Specialist of RD-1 RMD 2. Bektursunov J. – Specialist of RMD 3. Tabyldiev N. – Specialist of RMD 4. Ormonova A. – Laboratory assistant of Concrete Plant 5. Abdireshov A. – Chief Engineer of DEU-958 6. Seitkaziev B. – Chief Engineer of DEU-954 7. Kudaibergenov A. – Chief Engineer of DEU-1 8. Dildemuratov K. – Deputy Director of Concrete Plant «Kum-Shagyl» 9. Jyldyzov Ch. – Site Manager of Contractor 10. Kanchoroev M. – Specialist of Contractor 11. Karatoktuev Z. – Operator of roller of Contractor 12. Akmatbekov K. – Operator of Asphaltfinisher of Contractor 13. Turdukulov N. – Operator of Asphaltfinisher of Contractor 14. Тенеев А. – Chief mechanical Engineer of Contractor 15. Ismailov R. – Mechanical Engineer of Contractor 16. Jeenbekov A. – Head of Laboratory of Contractor 17. Nurkulov K. – Foreman of Contractor 18. Tobokel uulu M. – Foreman of Contractor 19. Toktobek uulu N. – Laboratory assistant of Contractor 20. Kagata Mamoru – Expert of RCCP 21. Makenov A. – Interpreter 22. Kalygulov B. – Coordinator of RCCP
Contents of Meeting	<ul style="list-style-type: none"> • Explanation of concrete mix and construction method of RCCP • Necessity of aggregate tests • Discussion of past RCCP project



Photo 1: General View.



Photo 2: General View.

9月5日試験施工実施後の今後の改善点

1. プラント出荷および配車

(1) VCの目標値

RCCP 敷設カ所での VC 目標値は 50±10 秒である。可能限り 50～55 を目指す。

- ・コンクリートのプラントと現場でのコンシステンシーの変化が少ない。気候が涼しくなっていることと、現場で待ち時間がなく打設ができているためと思われる。よって、コンクリートプラントにおける VC 試験の目標値は以下のように設定すべきと考える。
 - ① 温度が夏のように晴天の時；VC=20 秒程度（9/5 と同じ）
 - ② 温度が 30℃程度以下で晴天の場合；VC=30 秒程度（9/5 から水量 3～40/m³ 程度減少）
 - ③ 温度が 25℃程度以下で曇りの場合（9/5 の気象条件に近い場合）
；VC=40～50 秒程度（9/5 から水量 7～80/m³ 程度減少）
- ・9/5 はプラントが故障していたため、事前に骨材を 1t ずつ抜いて、骨材採取箇所の底に溜まった水を抜くことができなかった。この作業ができなかったために、含水量を測定する際の砂の試料とコンクリートを練る際の砂の含水量が一致せずに 1 バッチ廃棄することになった。この作業は必ず実施する。
- ・9/5 はミキサーがドライな状態であったために、骨材でミキサーに残っているコンクリートや水を取り除く作業をしなかった。次回は実施する必要がある。

(2) 1 バッチの練り時間

1 バッチ練り時間は 90 秒とする。

- ・プラントでの 1 バッチ練り時間は、8/29（実機試験練り）は 90 秒、9/5（試験施工）は 120 秒であった。一般的なプラントマンは練り時間を短くしたいと考える人が多い中で、自分から 1 バッチを 120 秒という長い時間を言ってきたあのプラントマンは優秀だと思う。しかし、本施工ではフィニッシャーの施工速度が遅くなりすぎるので、施工する日は、日本でも実績があり、8/29 に実施して問題のなかった 1 バッチ 90 秒で練り混ぜるように頼むようにする。

(3) 配車トラック台数

配車数は 10 トントラックを 6 台以上とする。敷設位置で敷設トラックを待たせないようにする。

- ・現場では配車が間に合わず、フィニッシャーの速度が一定にならなかった。トラック（バンパー無し）を増やす、あるいは 5 バッチ以上積載できるトラックを手配するなど工夫する。
- ・プラントの出荷能力と配車、フィニッシャーの施工速度はすべて繋げて考える必要がある。特にフィニッシャーを止めないように、かつ、トラックを待機させすぎてコンシステンシーが変化しすぎたコンクリートを施工しないように配車とフィニッシャー施工速度を計画する必要がある（敷設位置とコンクリートプラントの情報共有を図るための通信設備を確保する）。
- ・1 バッチ 90 秒の場合、10t 車の場合、1 台につき 90 秒×4 バッチ+車の入れ替え 1～2 分=約 7～8 分出荷までにかかる。よって、1 時間当たりのプラント出荷能力は、(60/7.5) 台×4m³=32m³ 程度である。トラックを目安にするか、具体的に配車するトラックの積載量を基に再計算する。
- ・1 台につきプラントを出てまた戻ってくるまでの時間は、現場までの往復 30 分+現場での荷卸し 10

分=40分程度必要である。1台に7~8分出荷にかかるので、10tトラックでは5~6台必要になる。
フィニッシャーへの供給を止めたくないので6台準備した方がよい。積載量の大きなトラックを使用するならばこの計算を参考に台数と配車を考える。

(4) 出荷間隔調整のための人員配置

配車状況を管理する担当者を1名決める。

- ・フィニッシャーの施工速度は、プラントの出荷能力が $32\text{m}^3/\text{h}$ であるので、幅 3.5m 、深さ 0.2m から、 $45.7\text{m}/\text{h}=0.76\text{m}/\text{sec}$ が目安となる。基本的には、フィニッシャーは $0.7\sim 0.8\text{m}/\text{秒}$ の施工速度で施工する必要がある。ただし、コンクリートの供給が途切れそうな時は、速度を落として極力止まらないようにする。
- ・フィニッシャーが極力動きを止めることがないようにコンクリートを供給する必要がある。
- ・一方で、コンクリートを炎天下で待機させすぎると、コンシステンシーが大きく変化する。トラックが複数台待機する場合は、出荷間隔をあけるようにプラントに指示を出す。
- ・上記、配車状況を管理する担当者を決めておく必要がある。

2. 現場での RCCP 敷設作業

(1) 路盤高さの設定を一定とする

路盤高さ 20cm を一定に確保し、転圧による圧縮率を($23\text{cm}\Rightarrow 20\text{cm}$)とする。

路盤の高さが変わると、コンクリートの表面の凸凹に大きく影響を与えるため、極力コンクリート厚さが 20cm で一定になるように路盤を仕上げる。

(2) 路面管理の実施

ふるい作業など路面管理者1名、作業員2名を決める。さらにスコップ作業員2名を決める。

- ・フィニッシャーで仕上げた後、ポットホールのような小さな孔や晴天の場合は表面にムラや引きずり跡のようなものが発生する。それは、ふるいでコンクリートをふるって表面に散布する必要がある。施工面全面ふるいをかける計画にしておく必要がある。
その場合、作業員は2名必要である。ふるいは一人で持ち運べる丸ふるいの方が効率がよい。一輪車でコンクリートを運べるようにしておけばよい。担当者を決めておく必要がある。
- ・AFの敷均し速度は、RCCと供給とバランスをとる。AFが止まらない様に(RCCP施工後の表面波うち(凹凸)の大きな原因の一つとなる)。
- ・型枠際、スコップでの突き固めはもう少し強く：作業員2人以上。担当者を決めておく必要がある。

(3) 振動ローラの稼働管理の実施

振動ローラの稼働管理を実施する管理者1名を決める。

- ・大型振動ローラの前に $2\sim 4\text{t}$ 程度の小型ローラを入れた方がよい。AF開始直後にローラ転圧が可能となるように準備する。
- ・振動ローラの掛け方は、レーン中央部から。往復の折り返しは折り返し点が千鳥になるようにして、また幅寄せはローラマークが残らない様に漫勉に。
- ・振動ローラ：晴天の場合：無振動で $2\sim 3$ 往復、弱震で $2\sim 3$ 往復。
- ・AFホップ開閉は行わない(延長 100 程度まで)。残ったコンクリートは最後の施工ジョイント

擦りつけよう使用する。

- ・晴天の場合、タイヤローラでの仕上げ転圧には水を噴霧する。

3. 前日の打合せ

- ・施工前日も少なくともチンギスさん、アルマスさん、加形さん、ベレックさん、アディールさんはここに記載されている項目やその他の施工に向けての協議事項について、協議および確認を実施する必要がある。
- ・天気予報を配慮し、RCCP 施工実施の有無を判断する。
- ・型枠固定用の杭高を照査する。
- ・VC 値変動の推定を行う。

2 バッチ程度をプラントで練り、トラックで 10 分、20 分、30 分程度走行し、走行前と各走行後の VC 値変動を比較し、走行後の VC 目標値が 50 ± 10 程度となるための、走行前 VC 値を想定する。

6. 帰国前の鎌田さんとの情報共有（コンクリート出荷について）

次回本格打設時の気象状況（晴れ、温度など）を想定し、以下の試験練りを行い VC 値変動を確認することを施工会社（チンギス氏）へ提案する。

また、上記を踏まえ、以下について、今後、加形さん・鎌田さん（ヴェレック、アリマス）の意見を踏まえ、検討する。

余裕があれば、天気が、曇りの場合の VC 値変動も把握することも提案する。

また、9月5日のローラ転圧作業を配慮し、トラック運搬後の VC 目標値が 40 を下回ることを避け、トラック運搬後の VC 目標値が 50 程度（硬め）となることも許容範囲とする。

Construction of roller compacted concrete pavement on the road Kok-Zhar - Ala-Too 50 m Test construction

Project for Capacity Development for Roller
Compacted Cement Concrete Pavement

Project Purpose

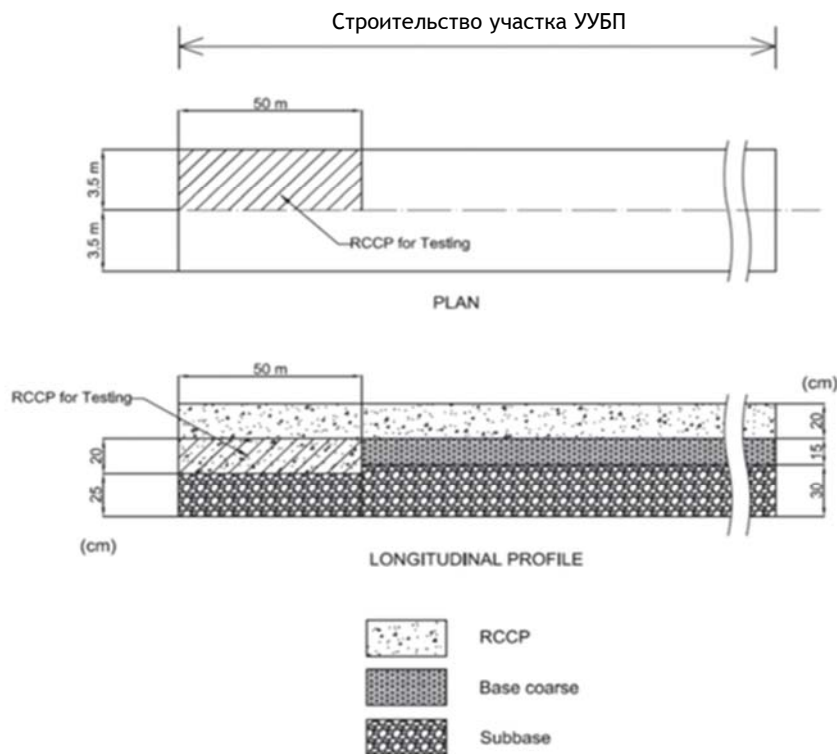
- *Distribution of the roller compacted concrete pavement (RCCP) throughout the country.*
- *The technical standards of the RCCP are formulated and certified, and on the basis of these standards MOTR will be able to plan, design and build the control system.*

Map of the construction site

(transportation time is 10 minutes)

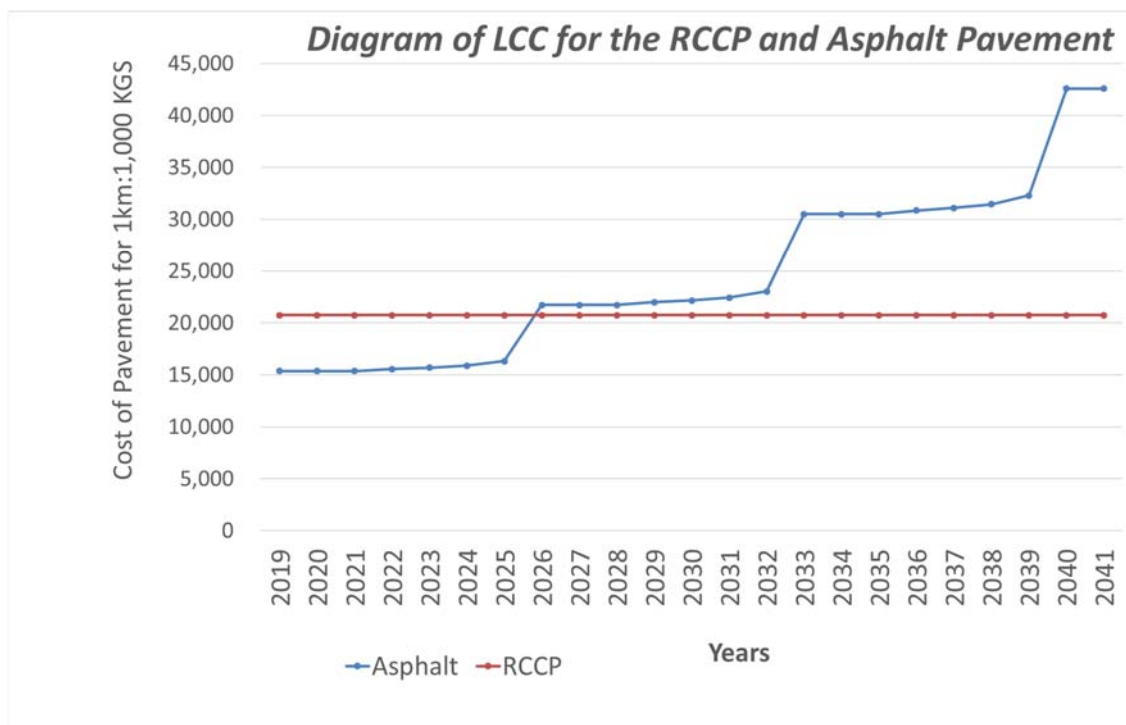


Test construction part for RCCP



The Benefits of RCCP

- ◉ **Fast construction:** without formwork or surface finishing and minimal labor, the RCCP is laid quickly. Quick opening of the road - the RCCP road can often be opened for transport only in 4 hours after installation, and heavy vehicles can travel after 24-48 hours after installation.
- ◉ **Lighter surfaces:** this can reduce the effect of the heat island in the city and the lighting requirements for parking lots and storage rooms.
- ◉ **Durable:** high external strength (500 to 1,000 psi), high compressive strength (4,000 to 10,000 psi) and high shear strength
- ◉ **Low shrinkage Simple design / Construction:** No steel reinforcement or dowels. Aggregate locking to ensure excellent load distribution eliminates the need for dowels. There is no formwork or finish, cutting joints on the coating as desired for aesthetic purposes.

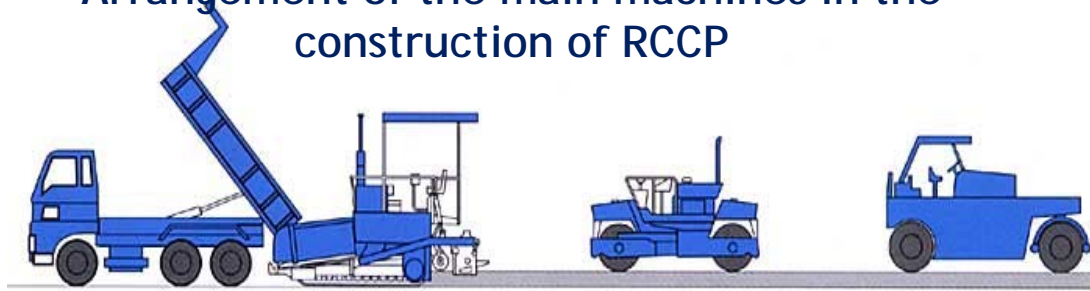


Comparison of the cost of concrete and asphalt pavements building based on actual indicators in the Kyrgyz Republic (created by MOTR)

LLC for RCCP is much cheaper, than LLC for asphalt pavement

Construction Method

Arrangement of the main machines in the construction of RCCP



Dump truck Asphalt finisher Vibrating Roller Pneumatic roller

- Used asphalt paver with ONE tamper beam (but **DOUBLE** tamper is recommended)
- Vibrating roller (12 tons) began to roll RCCP from the edge of the coating (you must first roll from the center of the covered area)
- The mix must be supplied without interruption (i.e. transportation must be planned so that the asphalt finisher does not stop when paving)

Existing asphalt dismantling works



- According to the results of GOSSTROY laboratories, the density of the earth roadbed= 95%
- Subgrade Materials - Soil from the excavation

Condition of the roadway and its construction



- ⦿ Density = 95%

SUBBASE Construction



- ⦿ Material for the bottom layer of the base
Gravel and sand mix < 80mm
- ⦿ Density according to the GOSSTROY results = 97%

Formwork construction status



○ Formwork height=20cm

Concrete plant “Kum-Shagyl”



Aggregates Storage view



Test to determine the moisture content of gravel and sand



Tests for mix design



○ Test on VC equipment

Table of Concrete Mix Design

0. 使用材料 (Materials)

項目	略記	表乾密度 (g/cm^3)	絶乾密度 (g/cm^3)	単位容積質量(kg/l)	実績率(%)	空隙率(%)	吸水率 (%)	備考、産地
セメント Cement	C	3.1						
細骨材1 Fine aggre	S1	2.64		1.852	69.4	30.6	0.8	
細骨材2 Fine aggregate	S2	2.69					1.4	
粗骨材 Coarse aggre	G	2.74		1.562	57.2	42.8	0.5	
混和剤 Admixtuie	A							

1. 骨材表乾状態での示方配合

No.	W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m^3)					AE剤 (C×%)	理論密度 (kg/m^3)	Kp (0.80:Kp)	Km (1.85:Km(1.95))
			W	C	S1川砂	S2砕砂	G				
s/a=45%	35.5	45.0	110	310	474	474	1191	0.003	2558	1.34	1.73

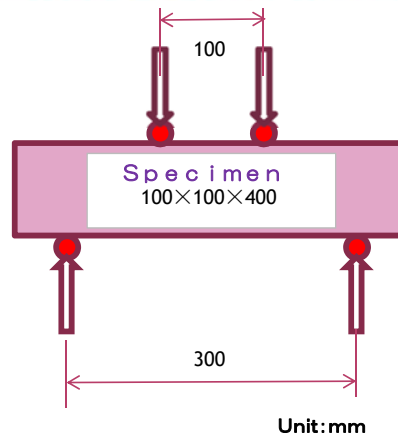
2. 計量値 (Water content (%))

この時の実測含水率	G (Gravel)	
	S1 (River sand)	5.5 %
	S2 (Crushed sand)	4.9 %

3. プラントでの計量値 (Weights of Mix at The Plant)

No.	W/C (%)	s/a (%)	単位量 Unit Volume(per 1 m^3)					
			W Water (ℓ)	C Cement (kg)	S1 River sand (kg)	S2 Crushed sand (kg)	G Coarse aggregate (kg)	AE剤 Admixture (kg)
s/a=45%	35.5	45.0	63.1	310	496	490	1198	0.930

Scheme of the Mixture test design(2)



The result of a bend test should be
= >4.4 mPa

Concrete mix transportation to the construction site



- It is required to cover the board during transportation with tarpaulin!

Construction of RCCP



- Asphalt finisher with one tamper
- It started to rain during the RCCP construction
- Several workers need to keep track of the AF and smooth out defective areas by sifting RCCP with a sieve

Construction of RCCP



- Vibrating roller follows the AF and it is important that the rolling starts from the CENTER of the coverage area

Protection of concrete from drying – coating with wet material



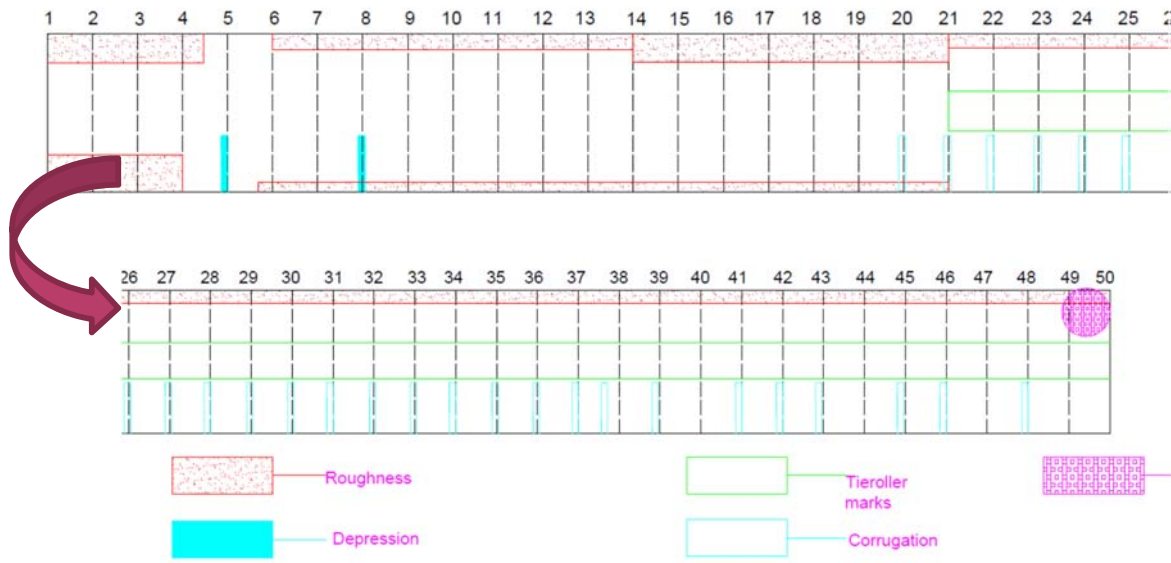
- Covering material must be poured with water for 3 days
- If the weather is hot, you need to moisten the material every time it dries

After curing state



- After 6 days of curing, some defects were revealed: 1) roughness occurred 2) waviness in some places 3) traces of a pneumatic roller remained
- Due to heavy rains did not dry out

Defective areas of the experimental site



DEFECTIVE AREAS OF THE EXPERIMENTAL SITE



- Insufficient compaction at the edge of some places

Ride Condition Test



- ◉ When driving at a speed of 30km / h, waviness is felt
There wasn't much noise
If you drive on an SUV, then no defects or noise is noticeable

Construction of shrink joints



- ◉ The first cuts of shrinkage joints are made immediately the next day after pavement - every 20 meters (cutting depth 7cm)
- ◉ After 4 days of laying, cut out every 4m at a depth of 7cm

Curing state



- Concrete pavement in dry state


Recommendations for the following UUBP constructions

- The target value of VC in the area of RCCP is 50 ± 10 seconds. Aim for 50-55 as much as possible.
- Mixing time of one batch is 90 seconds.
- The number of vehicles sent will be at least 6 10-ton trucks. Avoid waiting for the truck to be stacked in the stand-by position.
- Identify one person responsible for factory management.
- The height of the roadway 20 cm will be maintained constant, and the compression loss during rolling will be 3 cm. (23cm \Rightarrow 20cm)
- Identify one person in charge and two workers for screening the sieves. In addition, two people for road works

Work progress - Concrete Plant

- 15:00 - 15:43 to determine the moisture content of materials (river sand, gravel)
 15: 50-16: 25 Concrete delay due to engine failure in the mixer
 16: 30-16: 50 VC-test of the 1st batch! 1st batch is not successful (VC test result, batch is dry)
 17: 00-17: 15 mixing the 1st test batch again successful
 17: 22-17: 28 Mixing of the 2nd, 3rd and 4th batches on 1 truck, 4 m³)
 17:30 1 track (4 m³) left the factory with fresh concrete
 • 15: 00 30°C • 16: 00 29.5°C • 17: 00 27°C

Work progress - Construction site

- 17:40 The first truck with fresh concrete arrived at the construction site! Transportation time -10 minutes from the concrete plant
 17: 46-19: 30 RCCP laying on the 50m training zone
 19: 35-21: 00 rolling with the roller
 21: 20-21: 40 rolling by a pneumatic roller
 • 18: 00 26°C • 19: 00 24°C • 20: 00 20°C • 21: 00 18°C
- 
18:00-23:00 it was raining

Activities	Responsible Persons
1. Management of placing of Fresh Concrete 1.1 Monitoring of the Surface of RCCP 1.2 Managing of prevention of defects formation:	1 Manager
<ul style="list-style-type: none"> • To use Screening for scattering fresh concrete 	2 workers
<ul style="list-style-type: none"> • To use small tamper for compaction at initial placing stage of concrete 	1 worker
<ul style="list-style-type: none"> • To use a scoop to place fresh concrete to avoid material segregation 	2 workers
<ul style="list-style-type: none"> • To use small tamper for compaction the edges on both sides 	1 workers
2. Management of transportation of Fresh Concrete 2.1 Ensuring of delay-free supply of fresh concrete to the asphalt finisher not to stop placing RCCP	1 Manager
3. Management of concrete mix at the Concrete Plant 3.1 Monitoring of moister ratio in the materials 3.2 To conduct VC test of fresh concrete	1 Manager

**Title: Minutes of Seminar on the review of results of test construction on 50m of RCCP
№7th Seminar**

Date	September 19, 2019r
Venue	DEU-25
Participant	<ol style="list-style-type: none"> 1. Abdraimov R. – Head of DEU-39 2. Abdireshov A. – Chief Engineer of DEU-958 3. Mukanbetov D. – Chief Engineer of DEU-25 4. Bektursunov J. – Specialist of RMD 5. Moldokanov U. – Chief Engineer of DEU-40 6. Mizota Yuzo – Team Leader 7. Osmonaliev S. – Coordinator of RCCP 8. Makenov A. – Interpreter 9. Kalygulov B. – Coordinator of RCCP
Contents of Meeting	<ul style="list-style-type: none"> • Results of test construction on a 50m of RCCP. • Explanation of defective areas of the test construction. • Recommendations of RCCP construction based on the results of test construction. • Explanation of responsibility of the contractor during the construction process.



Photo 1: General View.



Photo 2: General View.

キルギス国 転圧コンクリート（RCCP）技術能力向上プロジェクト

プロジェクトの実施概要

目次

Page-2

(1) プロジェクト実施工程

(2) プロジェクト成果

①RCCPガイドラインの概要

②RCCP施工結果（1車線目）の分析

③コンクリート配合の決定（曲げ強度試験結果）

Main Works	Year 2019										
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1. Survey & Design		■									
2. Preparation of RCCP Guideline	■										
3. Selection of Contractor				■							
4. Concrete Mix Design in Laboratory			■								
5. Construction of RCCP Pavement (1 st Lane)							■				

- ① RCCPガイドラインの作成・修正
- ② RCCP施工（1車線目）結果の分析
- ③ コンクリート配合の決定

(1)RCCPガイドラインの構成

(2)RCCP技術の実用化のための補足説明・留意事項に係る事例 紹介

(1) RCCPガイドラインの構成

ガイドラインは、以下の項目1～項目6の内容で構成されている。

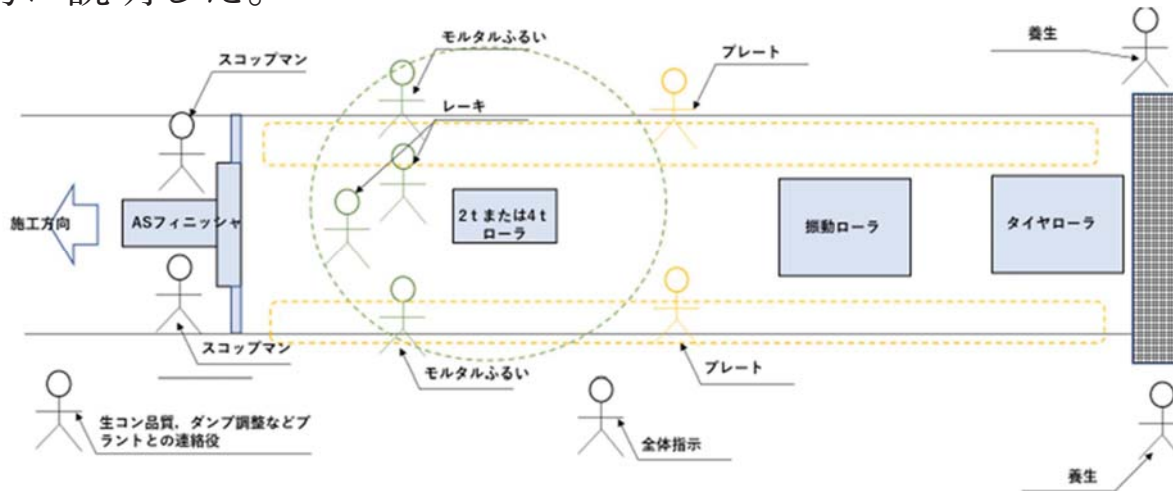
- | | |
|------------------|----------------|
| 1. 概説 | 4. 転圧コンクリートの配合 |
| 2. 転圧コンクリート舗装の構造 | 5. 施工 |
| 3. 材料 | 6. 管理と検査 |

さらに、ガイドラインを適用する上での補足説明、留意点などについて、下記の資料が参考資料として添付されている。

- | | |
|-------------------------|--------------------------------|
| 1. 日本基準とキルギス基準の関係 | 6. 含水比の測定方法（直火法） |
| 2. セメント系混合物の配合と締固め方法の概念 | 7. 切取りコアの表乾密度測定方法 |
| 3. 転圧コンクリートの配合設計例 | 8. 切取りコアの表乾密度測定方法 |
| 4. VC振動締固め試験方法 | 9. 室内予備試験練り結果検討報告書 |
| 5. 曲げ強度試験用供試体の作製方法 | 10. 転圧コンクリート舗装における施工管理・品質管理の要点 |

(2) RCCP技術の実用化のための補足説明・留意事項に係る事例紹介

ガイドラインに添付されている補足説明・留意事項に関し、特に、施工管理・品質管理の要点に関連し、作業者の配置計画について以下のとおり具体的に説明した。



2 - ②. RCCP施工結果（1車線目）の分析

RCCP試験施工における不具合要因分析および対応策

- (1) RCCP施工実施状況
- (2) 不具合状況
- (3) 不具合の主要要因
- (4) 不具合の対応策

(1) RCCP施工実施状況

<p>コンクリート 配合設計・製造 説明状況</p> 	<p>コンクリート 運搬状況</p> 
<p>中型ローラ・ ビブロプレート 端部締固め状況</p> 	<p>敷均し・転圧状況 全景</p> 

(2) 不具合状況

①表面粗面



コンクリートが乾燥しかけた状態での転圧により、モルタルと骨材が分離、特に型枠設置不良個所での粗面が発生

②ポットホール



交通車両走行により、粗面がポットホールへと進展

③小波



フィニッシャの敷均し密度不十分の中で、中型ローラ自重により生じた小波

④収縮クラック



敷均し不均一、湿潤養生不十分、セメント特性などにより、収縮量が大きくなり生じた初期温度収縮クラック

⑤不具合状況



コンクリート運搬中にカバーシートが舞い上がりコンクリートを乾燥させる場合がある



夜間、型枠際の養生用シートが飛ばされ、未固結状態となった箇所

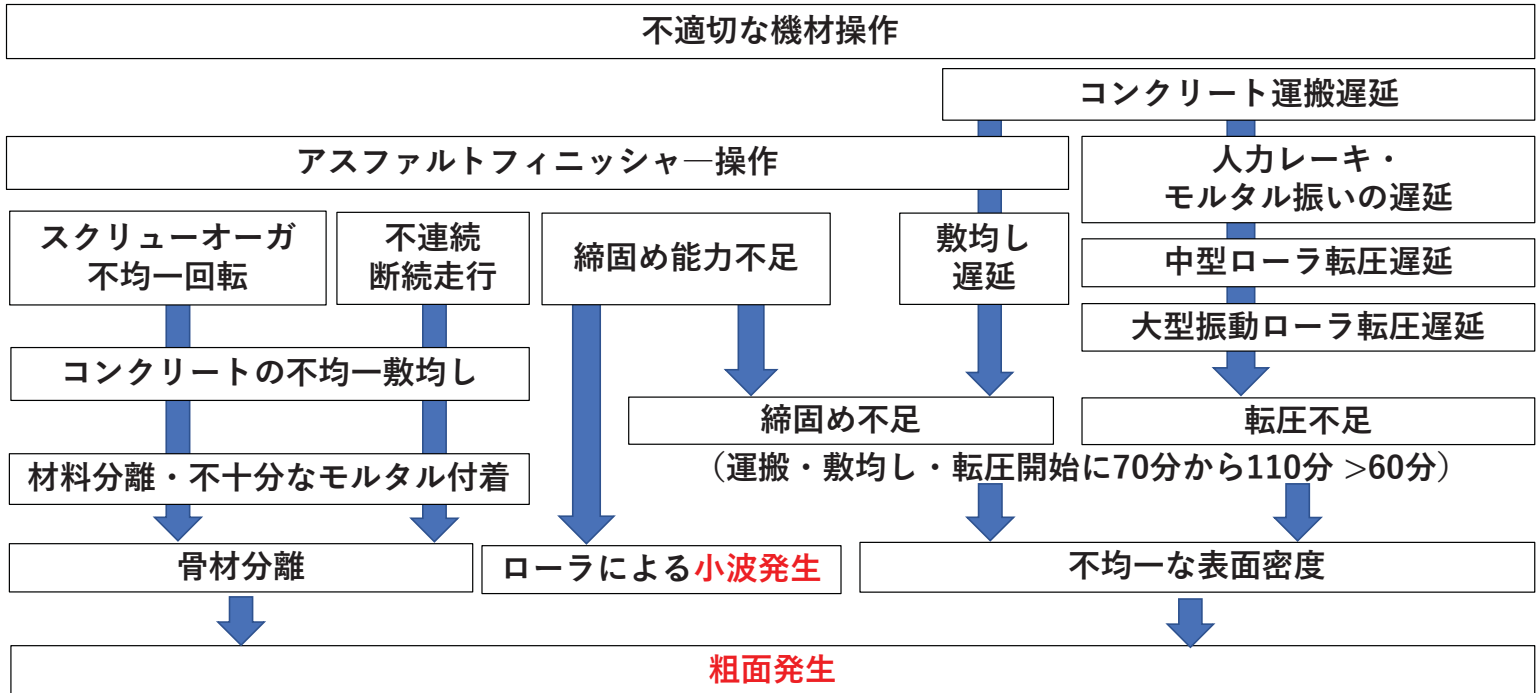


敷均し速度が不安定なため、穴が開き締固め不足・ポットホールの原因となっている

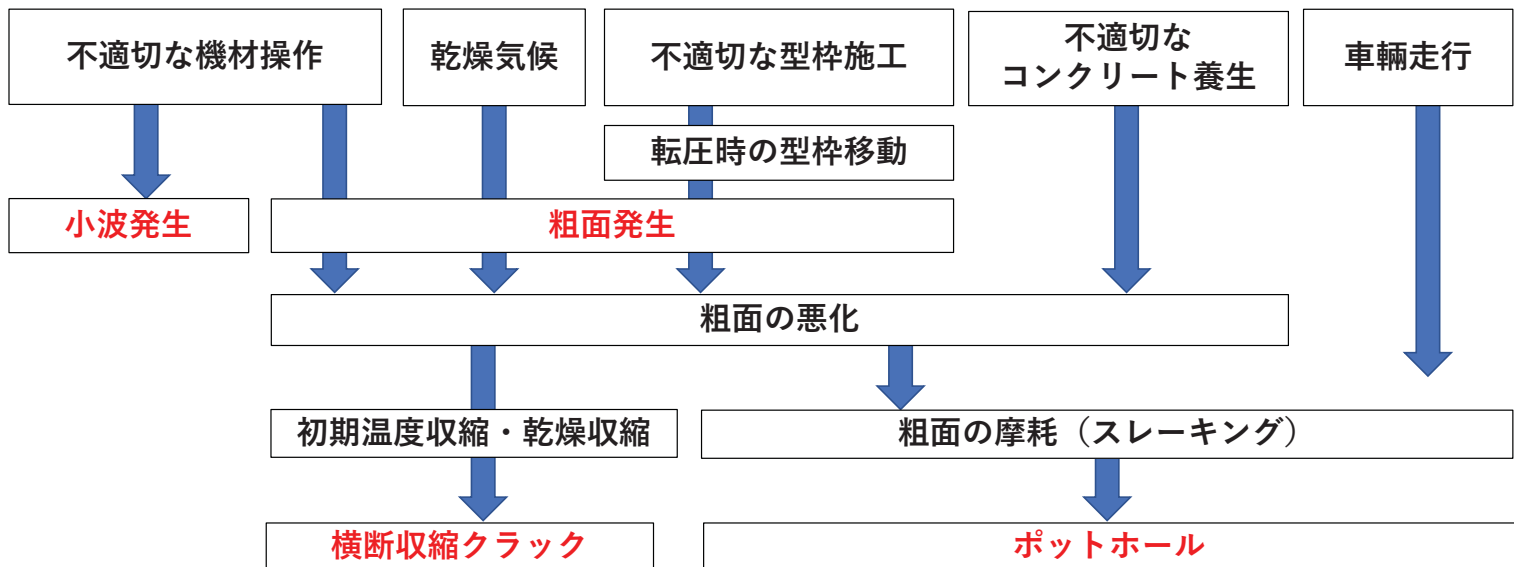


型枠が確実に固定されていない箇所があるため、転圧時に型枠が移動する

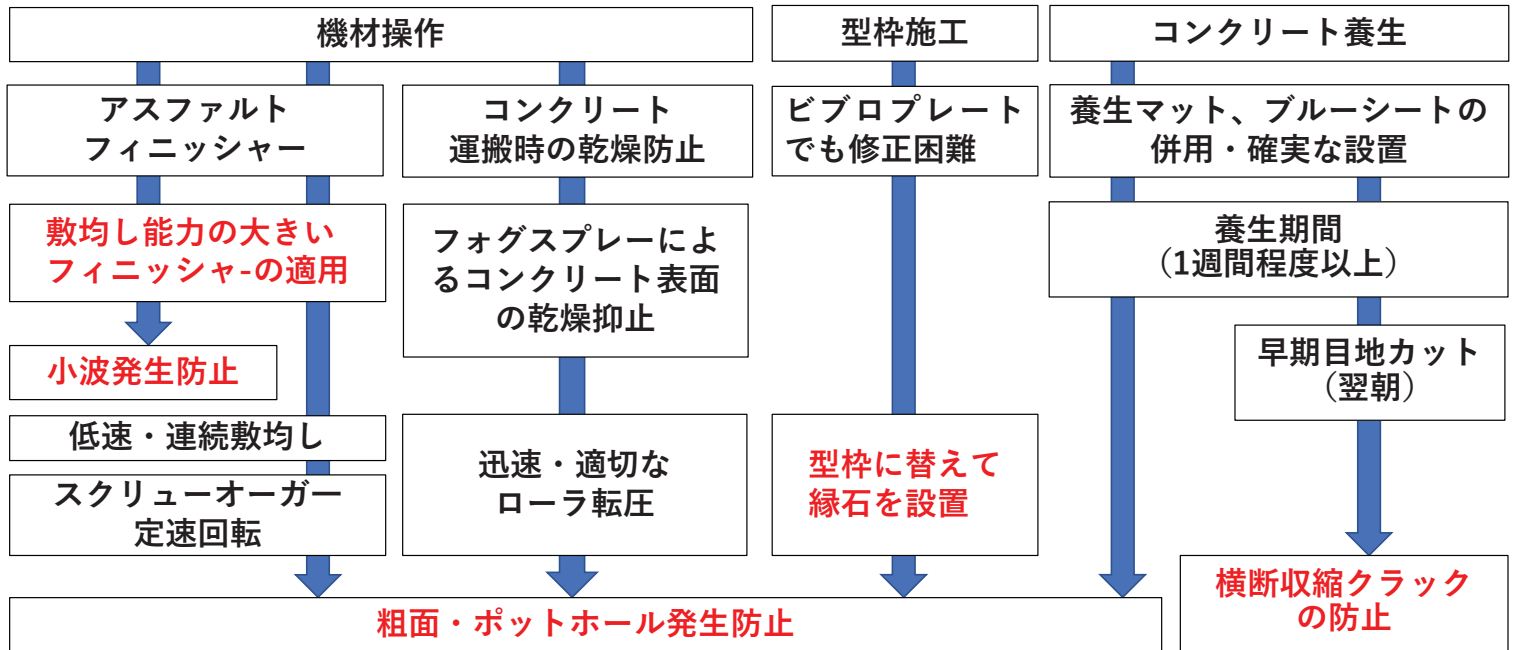
(3) 不具合の主要要因 (a)



(3) 不具合の主要要因 (b)



(4) 不具合の対応策



- (1) 骨材の粒度分布
- (2) 骨材の性能
- (3) 試験室での曲げ強度
- (4) 施工舗装版の曲げ強度

(1) 骨材の粒度分布 ⇒ 日本規格に適合

① 粗骨材 (Gravel) の粒度分布

Sieve Size	ふるい通過割合	
	試験結果	日本規格
25 mm	100.0 %	100 %
20 mm	96.2 %	90 - 100 %
10 mm	21.4 %	20 - 55 %
5 mm	3.0 %	0 - 10 %

② 細骨材 (Sand) の粒度分布

Sieve Size	ふるい通過割合	
	試験結果	日本規格
10 mm	100.0 %	100 %
5 mm	87.0 %	90 - 100 %
2.5 mm	82.8 %	80 - 100 %
1.25 mm	73.5 %	50 - 90 %
0.6 mm	58.3 %	25 - 65 %
0.3 mm	16.8 %	10 - 35 %
0.14 mm	1.3 %	2 - 10 %

2 – ③.コンクリート配合の決定（曲げ強度試験結果） Page-19

(2) 骨材性能 (Performance of Aggregates) ⇒ 日本規格に適合

骨材性能	Gravel	Sand	Japanese Standard
Density (t/m ³)	2.74	2.67	More than 2.50
Water Absorption (%)	0.5	1.1	Gravel: Less than 3.0 Sand: Less than 3.5

2 – ③.コンクリート配合の決定（曲げ強度試験結果） Page-20

(3) 試験室での曲げ強度（7日後） ⇒ 日本規格に適合（4.5 MPa以上）

Unit: MPa

Cement Volume	Specimen			Average
	No.1	No.2	No.3	
310 kg/m ³	6.42	7.12	6.50	6.68
320 kg/m ³	6.75	7.02	6.51	6.76
330 kg/m ³	6.49	6.60	6.57	6.55

(4) 施工舗装版の曲げ強度 ⇒ 日本規格に適合（4.5MPa以上）

Section	コアサンプルの密度（%）				密度に対応する強度換算値 （日本での経験値）
	No.1	No.2	No.3	Average	
1 st	91.3	90.6	91.2	91.0	5.3MPa
2 nd	96.9	95.1	93.6	95.2	6.0MPa

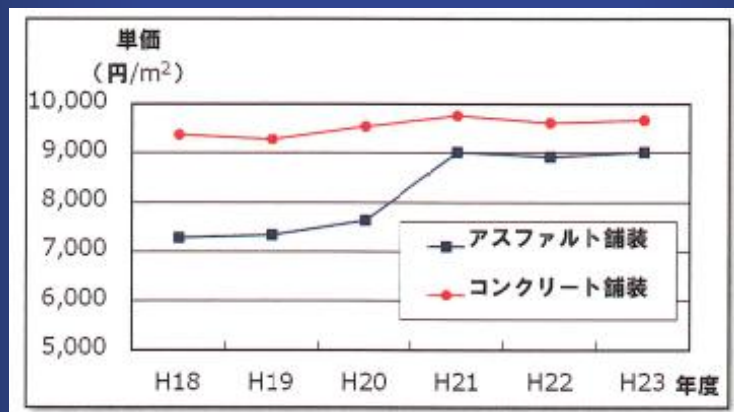
日本におけるコンクリート舗装（RCCPを含む） の適用状況



KAJIMA ROAD

コンクリート舗装の特徴

- 日本では現在、LCCに優れるコンクリート舗装を適材適所で活用しようという動きがある
- 初期コストもアスファルト舗装との差が縮まっている



【参考文献】大城;道路舗装の長寿命化に向けて, 道路, Vol.851, pp.32-33, 2012.2.

【通常適用される設計耐用年数】

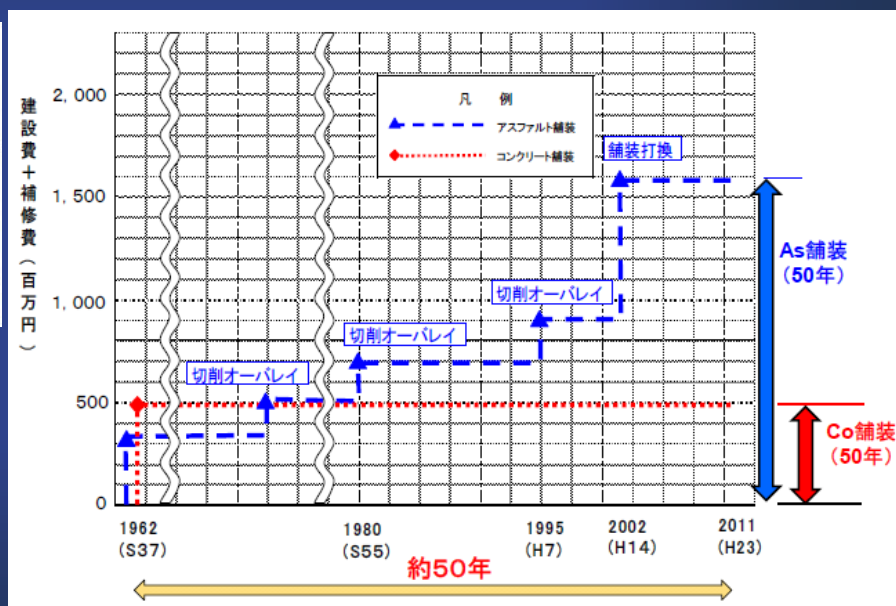
- アスファルト舗装→10年
- コンクリート舗装→20年

コンクリート舗装の高耐久性の事例

●国道20号線 東京都八王子市～高尾町(延長約4km)



- 1963年供用開始。現在まで大規模補修を実施せず
- LCCはアスファルト舗装の1/3程度

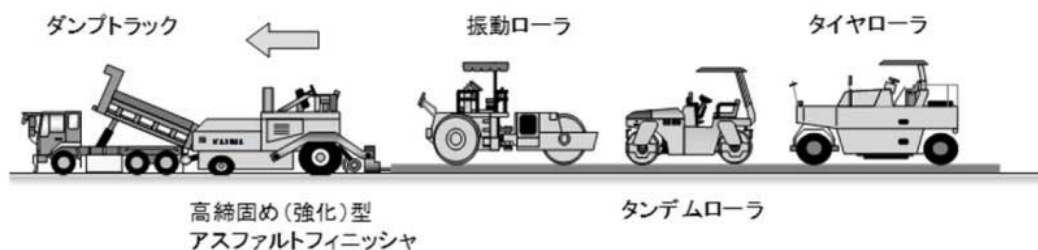


【参考資料】

国土交通省道路局：舗装の長寿命化・LCC縮減に向けて～コンクリート舗装の特長を活かした活用がカギ～

2

転圧コンクリート舗装



- アスファルト舗装機械を活用可能⇒コスト縮減が可能
- 運搬・締固め時の湿潤管理どが難しい⇒施工熟練が必要
- アスファルト舗装との比較⇒耐久性が高い
- 通常コンクリート舗装との比較⇒早期供用開始可能(養生期間3日程度)⇒工期短縮が可能。

●主な適用箇所

- 一般道路(版厚制限が25cm以下であり、交通量の比較的少ない地方道路に適している)
- トンネル内道路
- コンポジット舗装の基層
- コンテナヤード

セットフォーム工法機械編成

- 日本で一般的なコンクリート舗装工法
- 機械数が多い ブレード型スプレッダ(敷均し)



コンクリートフィニッシャ(締固め)



コンクリートレベラ(平たん仕上げ)



4

スリップフォーム工法

- 日本で増加傾向にあるコンクリート舗装工法(全実績約820万m²のうち、約58%がこの5年間で実施)
- 敷均し, 締固め, 平たん仕上げまでの一連の作業を1台で実施



5

舗装用スリップフォーム工法の特徴

●スリップフォーム工法とセットフォーム工法の違い

スリップフォーム工法



セットフォーム工法

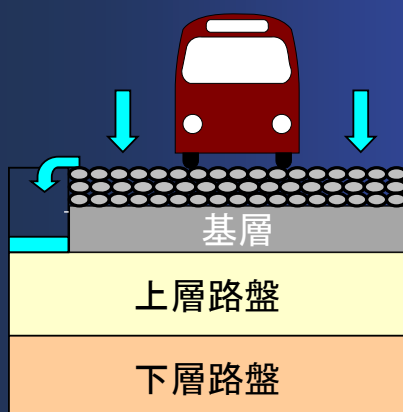


6

注目されている特殊コンクリート舗装技術

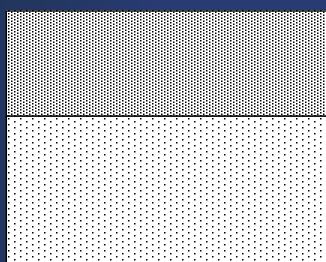
①ポラスコンクリート舗装

空隙率が15～20%程度あり、路面雨水を浸透させる舗装



7

② コンポジット舗装



アスファルト舗装
(良好な走行性・容易な補修)
+
コンクリート舗装(高耐久性)



新東名高速道路新設工事では、標準の舗装構造になっている

8

③ 簡易舗装フィニッシャー



締固め状況



施工後

地方自治体などでの適用事例が多い

SP8-16

9

コンクリート舗装の特徴（RCCPとの比較）

工法	特徴
普通コンクリート舗装・ 連続鉄筋コンクリート舗装 （セットフォーム工法・ スリップフォーム工法）	<ul style="list-style-type: none"> • RCCPに較べてコンクリート養生に時間を要するため、施工速度が遅い。 • アスファルトフィニッシャーに較べて、施工機械が高価なため、RCCPに較べて工事費が割高となる。特にキルギスの場合、アスファルトフィニッシャーが既に活用されているが、新規にコンクリート用フィニッシャーを購入する必要があるため、RCCPに較べて割高となる。 • 施工機械の操作技術がRCCPに較べて難しい。 • RCCPに比べて高価で機械操作が難しいが、作業員も少なく、品質確保の精度がRCCPに比べて高い。
転圧コンクリート舗装 （RCCP）	<ul style="list-style-type: none"> • 固練りコンクリートのため、施工速度が速い。 • キルギスの場合、既往のアスファルトフィニッシャーを活用可能であり、コンクリートフィニッシャーを新規購入する必要がないため、施工費を縮減可能である。 • 既往のアスファルト舗装機械を活用可能なため、機械の操作技術は容易である。 • 品質を確保するため、作業員の訓練が必要となる。



END

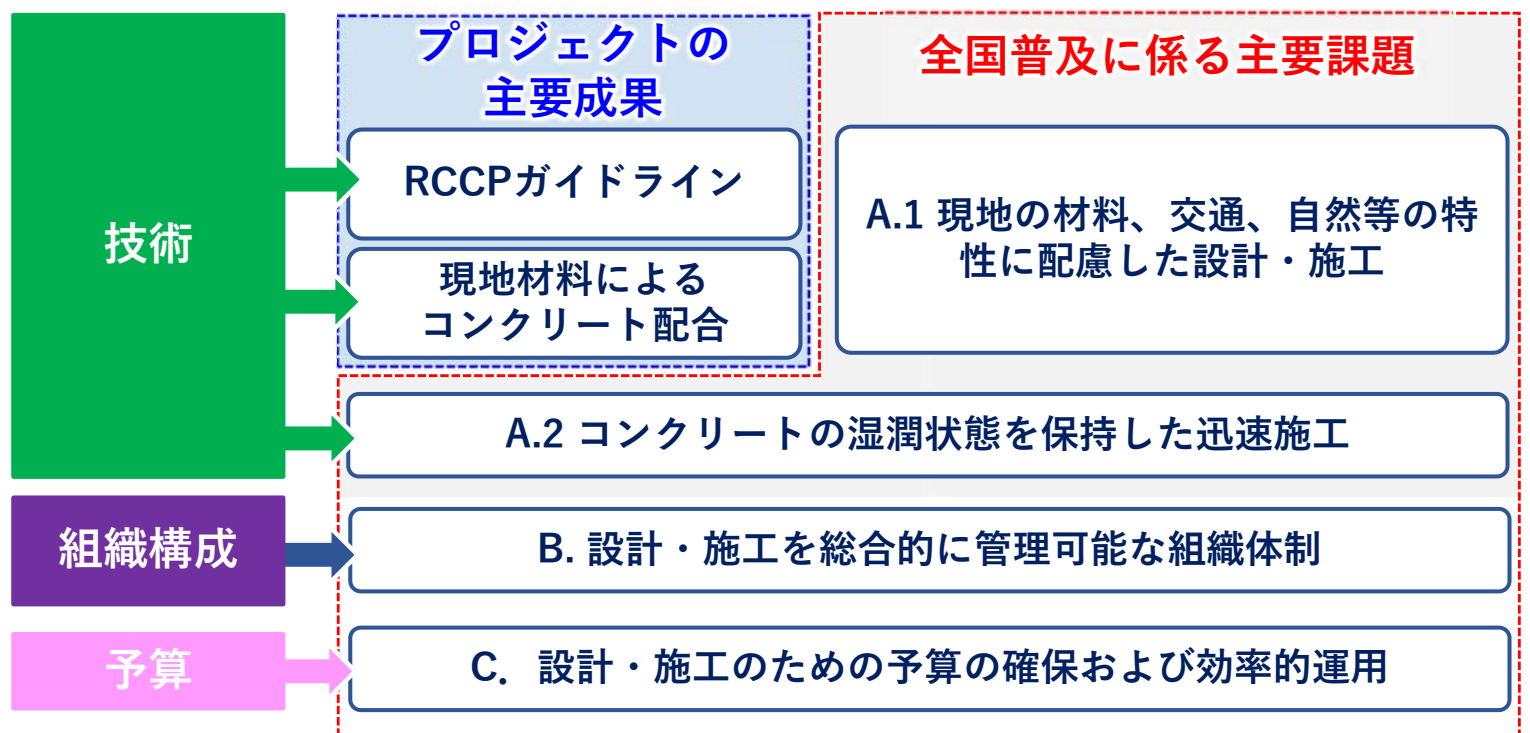
ご清聴ありがとうございました

キルギス国 転圧コンクリート（RCCP）技術能力向上プロジェクト

キルギス国におけるRCCP技術の全国普及のための提案 （日本人専門家の意見）

概要

Page-2



課題

夏期および冬期の気
温条件を配慮した設
計・施工
(+40°C~-40°C程度
の年間における地域
的気温差)

対策

+5°C~+25°Cの間に施工することを基本とする

上記実施が困難な夜間・日中施工

凍上対策、寒中・暑中コンクリートの
製作技術を有する現地民間会社からの技術支援



散水養生



給熱養生

課題

勾配の緩い道路
へ適用
(急勾配での建
設は難しい)

交通量の少ない
道路へ適用
(重車両の多い
道路への適用は
難しい)

対策

勾配のある道路に係る2010年
RCCP施工実績(3~5%)を参考
に、さらに、勾配道路の施工方法
を検討

交通特性に配慮した設計方法

- 地下埋設物の少ない地方道路
- 現地で調達可能な敷均し・転圧機材により、重車両交通の通行可能範囲を検討
- 通常、1方向日当たり大型車交通量(250~1000台未満)



課題

骨材の噛み合わせに劣る川砂利を適用している場合がある



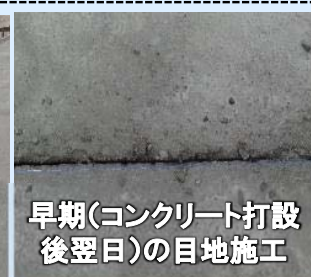
対策

骨材の噛み合わせが良い
碎石適用への転換



初期強度（コンクリート打設後翌日）が発現し難く、早期ひび割れを生じ易いスラグセメント（高炉あるいは火薬製造により産出）を混和したセメント使用への対応

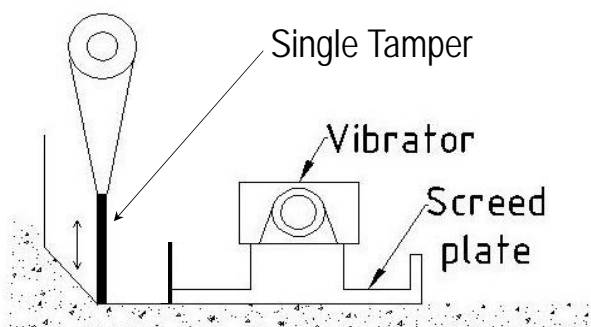
- 初期強度が発現し難いスラグセメント使用を可能な限り回避
- 初期強度発現遅延に対する長期養生（1週間以上）後の2枚刃目地施工
- 早期ひび割れ防止のため、早期（打設後翌日）の1枚刃目地施工を検討



課題

コンクリートの迅速・確実な
運搬・敷均し・転圧

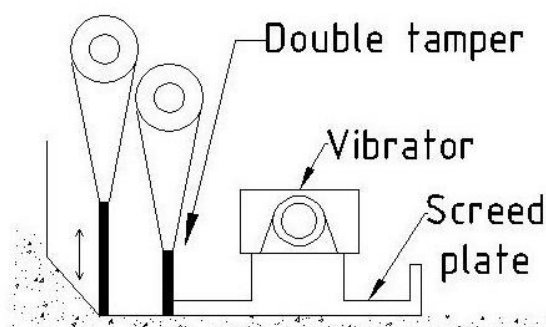
機材能力により品質が左右される

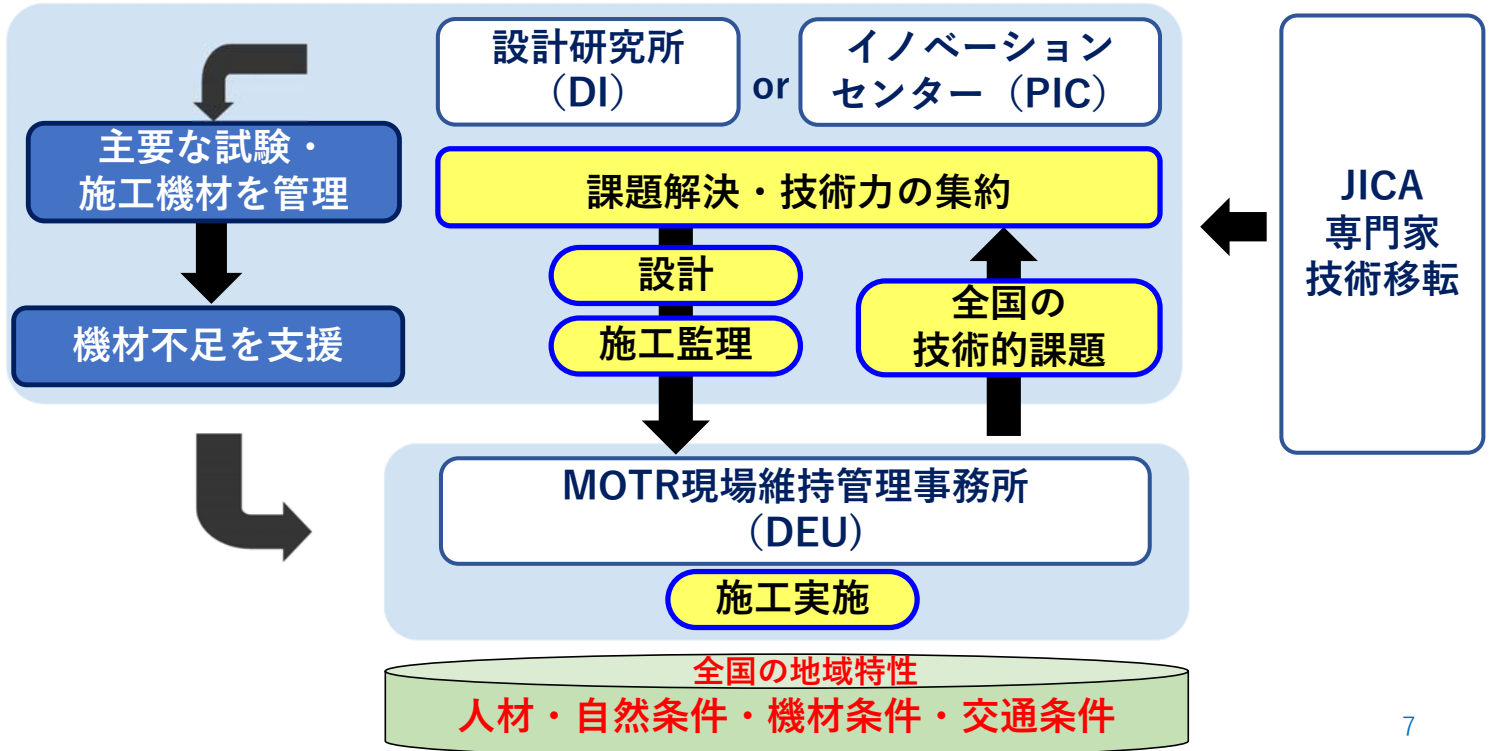


対策

RCCPガイドラインに沿って1時間以内

高締固め能力（ダブルダンパー装備）の
アスファルトフィニッシャー





主要な試験機材

全国の地域特性に配慮した試験配合に使用



曲げ試験供試体用ポッシュタンパ



試験配合用小型ミキサー



湿潤状態(コンシステンシー)確認用VC試験機

主要な施工機械

確実・迅速な敷均し・転圧用機械



アスファルトフィニッシャー (ダブルタンバー装備)

大型ローラ (10トンクラス)

予算の確実な確保

予算削減



設計の中断
DIからPICへの変更

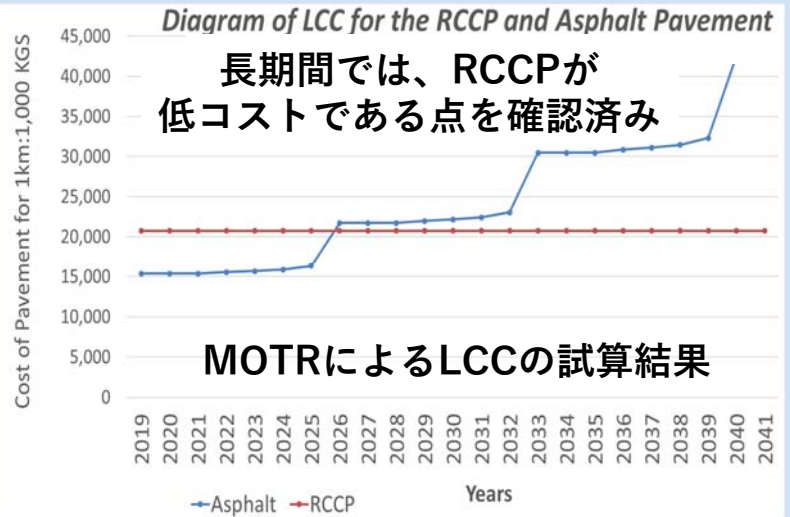


建設直前における
建設対象区間の縮小
(1kmから200mへ縮小)

予算の効率的運用

舗装の長寿命化

LCCの最小化



今後のさらなる技術向上を期待します。

THE PROJECT FOR CAPACITY DEVELOPMENT ON
TECHNOLOGY OF ROLLER COMPACTED CONCRETE
PAVEMENT IN THE KYRGYZ REPUBLIC

Dissemination Methods of RCCP
Technology in the Kyrgyz Republic.

November 2020

Workshop content

- 1. Background of the project**
- 2. Implementation of the Project in 2019**
- 3. Message from the Deputy Minister of MOTR Kyrgyz Republic by official letter dated 10/08/2020 No. 09-6/779**
- 4. System for the implementation of the RCCP project by the MOTR of the Kyrgyz Republic**
- 5. Concrete Plants and Cement Factories Location Map**
- 6. Table of used Materials and their Properties**
- 7. Support of JICA**

1. Background of the project

The Ministry Transport and Roads (MOTR) of the Kyrgyz Republic, by letter dated 05.02.2019 No. 09-6 / 726, addressed to JICA, expressed an interest in studying the experience of Japan in the improvement and implementation of new construction technologies, rehabilitation and reconstruction of highways and transport facilities. In this regard, MOTR of the Kyrgyz Republic allocated funds for the implementation of the Project for Capacity Development on the Technology of Roller Compacted Concrete Pavement (RCCP), as a result of which it was decided to carry out appropriate work to prepare a project for the reconstruction of the road section using the RCCP technology.

2. Implementation of the project in 2019

In 2019, a number of shortcomings were identified during the implementation of the Pilot Project on RCCP. One of the main disadvantages is that the Contractor used a paver with a low compaction capacity during construction of the RCCP. Its compaction capacity is insufficient compared to pavers used in Japan, Europe and America. To ensure the compaction of a 20cm thick concrete slab of RCCP, it is better to equip the paver with a double tamper, which has a sufficient compaction capacity even for concrete about 25cm. In connection with the COVID-19 pandemic, the Ministry of Finance of the Kyrgyz Republic reduced the budget of the MOTR by 1.7 billion soms drastically. In such conditions, the resumption of the construction of the 2nd lane of RCCP was difficult to conduct in 2020.

3. Message from the Deputy Minister of MOTR Kyrgyz Republic by official letter dated 10/08/2020 No. 09-6/779

Based on the above and as a result of the study of the RCCP construction, MOTR of the Kyrgyz Republic considers it expedient to carry out the following measures in Kyrgyzstan to further improve the technology of construction of the RCCP:

1. The Guidelines for RCCP and the many construction training, in accordance with the established procedures for further use during construction in various climatic, topographic and geological conditions of Kyrgyzstan. The RCCP Construction Guidelines will outline the methods for the design and construction of the RCCP, the design of concrete mix and the technology for the continuous paving of the RCCP, taking into account the current practice and technologies of construction in the Kyrgyz Republic.
2. Training and education of specialists for the construction of RCCP in cooperation with JICA.

3. Creation of the Integrated Mechanized Group under the Production and Innovation Center (PIC) of MOTR for the design and construction of the RCCP.
4. Equipping the Integrated Mechanized Group for the design and construction of the RCCP with the necessary equipment, mechanisms, technologies and regulatory technical documentation for the construction of roads using the RCCP technology.
5. Registration of an application to JICA for the training of specialists and for the supply of the necessary machines, equipment, mechanisms, technologies and normative technical documentation for the construction of the RCCP in the Kyrgyz Republic.

MOTR of the Kyrgyz Republic believes that the implementation of these measures will ensure the transition to new technologies and will lead to solving the problems associated with the increase in the service life of road surfaces and cost savings in the long term.

4. System for the implementation of the RCCP project by the MOTR of the Kyrgyz Republic

1. It is necessary for the PIC to play a central role in the implementation of projects related to new technologies such as RCCP.
2. It is important to create a newly Integrated Mechanized Team that manages the RCCP exclusively under the PIC. Taking into account the various climatic, topographic and geological conditions of the whole country, it is necessary to control the integrated management of technologies related to RCCP (design, construction, maintenance), equipment and necessary documents on a national scale.
3. PIC needs to effectively implement the construction of RCCP by providing technical assistance according to the needs of each region.
4. It is important for the PIC to have all the necessary equipment for the design and construction of RCCP and to support the construction of the RCCP in every region of the whole country.
5. It is important to take into account usage of local materials (cement and aggregate) produced in Kyrgyzstan. This suggests that there is no need to import materials for the pavement construction.

5. Concrete Plants and Cement Factories Location Map

The map shows the locations of the largest Concrete Plants and Cement Factories in the Kyrgyz Republic



6. Table of used Materials and their Properties

Materials used for the preparation of Concrete mix RCCP

Materials	View
Cement	Standard Portland Cement
Fine aggregates	Coarse (earthen) sand
Fine aggregates	Crushed sand
Coarse aggregates	Crushed stone (maximum size 20 mm)
Additive	Additive reducing water demand and air entraining reagent

General Properties of the Used Aggregates

Items		Coarse aggregate	Fine aggregate	
		Crushed stone	Ground Sand	Crushed sand
Dry density	(g/cm ³)	2.64	2.59	2.60
Water absorption rate	(%)	0.84	1.67	1.23
Mass specific volume	(t/m ³)	1.59	-	-
Actual moment	(%)	60.8	-	-

7. Support JICA

The above implementation system can be created by MOTR of the Kyrgyz Republic, if a sufficient budget will be provided to PIC with the technical cooperation of JICA for the next implementation of the Project.

Title: Attendance List of Seminar on Nationwide Dissemination of RCCP Technology in the Kyrgyz Republic

Date	November 5, 2020
Venue	Online Zoom Conference
Participants	<ol style="list-style-type: none"> 1. Soltobaev T. – Deputy Minister of MOTR 2. Kojomberdiev A. – Main Specialist of RD MOTR 3. Shirimbekova A. – Specialist of RD MOTR 4. Nurlan uulu A. – Specialist of RD MOTR 5. Dykanbaev B. – Representative of RD MOTR 6. Sagymbaev A. – Representative of RD MOTR 7. Adyshev E. – Representative of RD MOTR 8. Usonbekov A. – Head of Asset Management Department of RMD 9. Bazarbaeva E. – Main Specialist of RMD MOTR 10. Mallabek uulu E. – Specialist of RMD MOTR 11. Osmonaliev A. – Specialist of RMD MOTR 12. Nurlan uulu A. – Specialist of RMD MOTR 13. Mamaev K.A. – Road Engineer of DI 14. Kabulova J. – Engineer of DI 15. Jumagulov U. – Road Engineer of DI 16. Isaev U. – Engineer of DI 17. Kanat uulu N. – Representative of PIC 18. Toktomushev B. – Main Specialist of Bishkek-Osh RD 19. Asanaliev R. – Main Specialist of Bishkek-Osh RD 20. Abyshov T. – Specialist of RD-1 21. Mukanbetov D. – Chief Engineer of DEU-25 22. Isakov E. – Chief Engineer of DEU-45 23. Moldokanov U. – Chief Engineer of DEU-40 24. Seitkaziev B. – Chief Engineer of DEU-954 25. Kamiya Keizo – Chief Researcher for Pavement Road Research Department of NEXCO Japan 26. Mr. Ikeda – Representative of JICA in Kyrgyz Republic 27. Mr. Vatanabe – Representative of JICA in Kyrgyz Republic 28. Wachi Takashi – Official of JICA in Tokyo 29. Mizota Yuzo – Team Leader 30. Kagata Mamoru – Expert of RCCP 31. Kamada Osamu – Expert of RCCP 32. Sawada Kentaro – Expert of RCCP 33. Yamamoto Hiroyuki – JICA Road Administration Advisor 34. Mr. Janybek – Interpreter 35. Makenov A. – Interpreter 36. Aituvarov A. – Interpreter 37. Kalygulov B. – Assistant of RCCP Project

PROTOCOL

Online Workshop on Rolled Compacted Concrete Pavement Technology Capacity Development Project organized by Japan JICA and CTI ENGINEERING Consulting Company, Japan

1. Introductory speech of the Deputy Minister of Transport and Roads of the Kyrgyz Republic T.O. Soltobaev

The Ministry of Transport and Roads of the Kyrgyz Republic is interested in the introduction of new technologies for the construction and reconstruction of roads and road structures, and for these purposes use the experience of Japan in the device of rolled compacted concrete pavement (RCCP). This position of the Ministry was confirmed by the Minister of Transport and Roads of the Kyrgyz Republic Berdaliev B.Ch. Dated 10/30/2020 No. 09-5 / 1321, which states that the Ministry of Transport and Roads of the Kyrgyz Republic decided to reconstruct 10 (ten) km of roads using RCCP technology, developed by specialists in Japan.

2. Greeting from the Representative of JICA office in the Kyrgyz Republic (Mr. Ikeda)

3. Presentations

Presenter

- ◆ Team Leader of JICA Project: Mr. Mizota
- ◆ A member of JICA Project: Dr. Kagata
- ◆ A member of JICA Project: Dr. Kamada
- ◆ Advisor of Design institute: Mr. Mamaev

Contents of Presentation

(1) Outline of the Project

The outline of the "Kyrgyz version guideline", which is an important result of this project, and the result of technology transfer of concrete compound design were explained. In addition, construction issues, points to consider, and countermeasures by pilot construction were introduced.

(2) Current status of concrete pavement in Japan

In order to utilize concrete pavement in Kyrgyzstan, the features of RCCP and other concrete pavements were introduced.

(3) Explanation from Japanese experts regarding the nationwide dissemination of RCCP technology

In order to disseminate RCCP technology nationwide, it is necessary to comply with the RCCP guidelines that are the result of this project, ensure that PIC or DI design and construct RCCP, and possess and manage the equipment necessary for testing and construction. In addition, the importance of comprehensive management of RCCP and the need to secure a budget were explained.

(4) Opinion on the spread of RCCP technology in Kyrgyzstan

The importance of RCCP technology in Kyrgyzstan was explained. In particular, in Kyrgyzstan, cement

plants and cement factories are increasing mainly around Bishkek and Osh. Currently, a new cement factory is being built in Tash-Kumyr town, and the domestic cement production capacity is increasing, so it is judged that the expansion of RCCP technology is important.



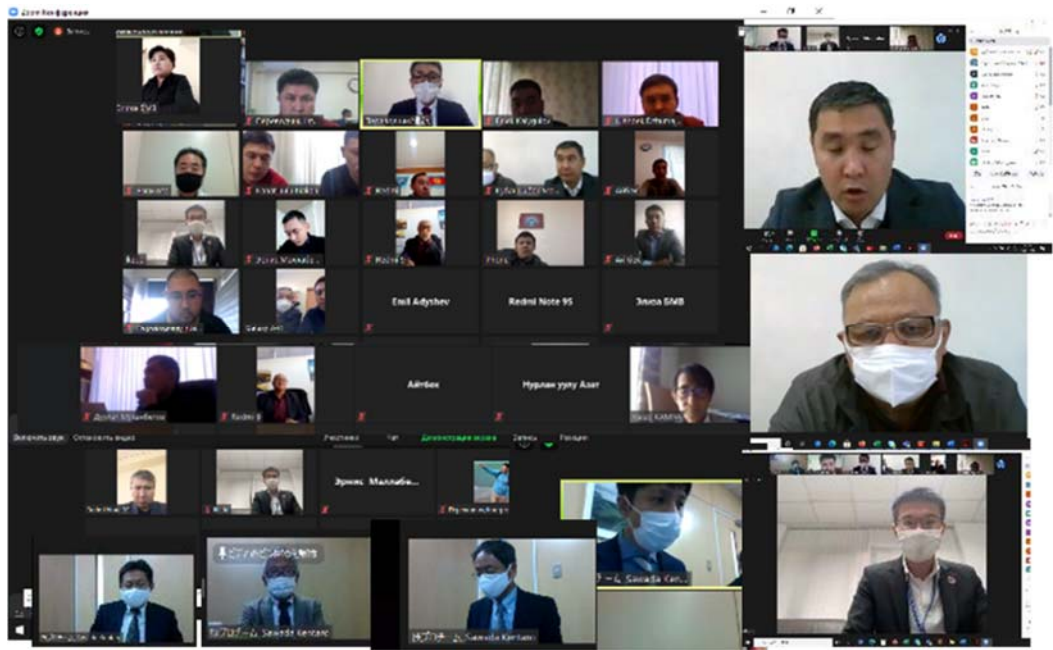
Figure Cement Plants and Cement Factories in Kyrgyz Republic

4. Request from the Kyrgyz side (MOTR)

Mr. Mamaev explained the following regarding the dissemination of RCCP technology in Kyrgyzstan.

The RCCP technology considered in the framework of this project is very promising for Kyrgyzstan. The Ministry of Labor and Defense of the KR expressed interest in the dissemination of this technology throughout Kyrgyzstan. For this, it is necessary to use the RCCP Guidelines prepared within the framework of the project as the normative documentation of the ministry.

- There is also a need for training and education of specialists for the construction of the RCCP in cooperation with JICA.
- It is planned to create a "Integrated mechanized group for the design and construction of the RCCP" on the basis of the Production and Innovation Center (PIC) under the Ministry of Labor and Defense of the Kyrgyz Republic, as well as equip the "Comprehensive mechanized group for the design and construction of the RCCP" with the necessary equipment, mechanisms, technologies and regulatory technical documentation for road construction using RCCP technology. It will be difficult for private companies to entrust the construction of roads using RCCP technology.
- The MOTR plans to carry out RCCP construction with an extension of about 10 km. Roads near the Kyrgyz and Kazakhstan borders are listed as specific candidate sites.
- PIC will be in charge of the construction of roads using the RCCP technology. After construction, the roads will be transferred to the balance of DEU for maintenance and repair.



キリギス国 転圧コンクリート舗装(RCCP)技術能力向上プロジェクト

業務実施に向けての技術面での基本方針

- I : 転圧コンクリート舗装(RCCP)の概要
- II : RCCPの損傷分析(2010年施工箇所)
- III : RCCP適用・普及に向けての現状技術レベルの確認

技術協力プロジェクト専門家
建設技研インターナショナル/RCCP
加形 護 博士(工学)

I : 転圧コンクリート舗装の概要

(RCCP: Roller Compacted Concrete Pavement)

通常のコンクリート舗装と異なり、著しく単位水量が少ない硬練りのコンクリートを、アスファルトフィニッシャーで敷きならし、ローラで転圧して仕上げる工法。



RCCPの特徴

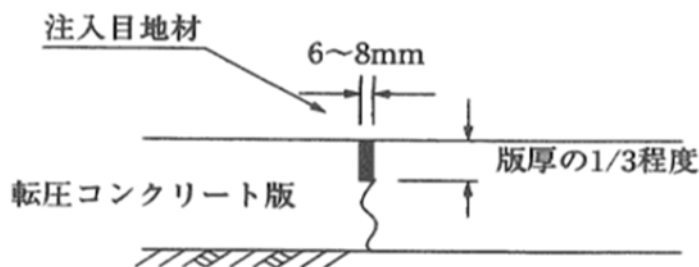
- ・アスファルト舗装に比べて耐久性がある
- ・アスファルト舗装用機械を用いて施工でき、施工性が良い
- ・必ずしも型枠を用いないので、版厚を自由に設定できる
- ・施工速度・供用開始が早い
- ・As舗装に比べて、LCCの低減を図れる

普及が期待される適用箇所

- ・地方道、トンネル内舗装、コンテナヤード舗装、工所用道路など

1、転圧コンクリート舗装の構造

- ・路盤設計・転圧コンクリート版設計：普通コンクリート舗装に準じる。
ただし、N5交通量以下、版厚：15～25cm
鉄網・タイバー・ダウエルバーは用いない
→ 剛性の大きい(K30>200MPa/m)セメント安定処理路盤などを用いるのが良い
- ・目地の構造(抜粋)
横収縮目地・縦そり目地：目地間隔 5m以下



横収縮目地の構造例

2、転圧コンクリートの配合

2-1 配合条件

- (1) 配合強度 配合曲げ強度 $f_{br} = \text{配合強度 } f_{bp} \times \text{割増し係数 } p$
 $f_{bp} : (\text{設計基準曲げ強度 } f_{bk} + \text{締固め安全強度})$
 $5.7\text{MPa} = (4.4 + 0.8) \times 1.09$

(2) ワーカビリティ

コンシステンシー評価法：VC振動締固め方法

(orマーシャル突き固め試験方法)

目標値：修正VC値 50秒(締固め率96%)

(3) 粗骨材の最大寸法 $G_{max} : 20(25)\text{mm}$

細骨材：川砂、粗骨材：碎石

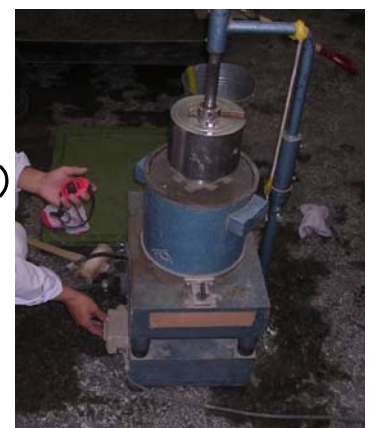
(4) 細骨材率(S/a) 35～50% (42～43)

(5) 単位水量(W) 90～115(103) Kg/m^3 (103)

(6) 単位セメント量 280～320 kg/m^3 (300)

普通ポルトランドセメント

(初期凍害防止・早期交通開放：早強ポルトランドセメント)



2-2 ペースト余剰係数 K_p 、モルタル余剰係数 K_m

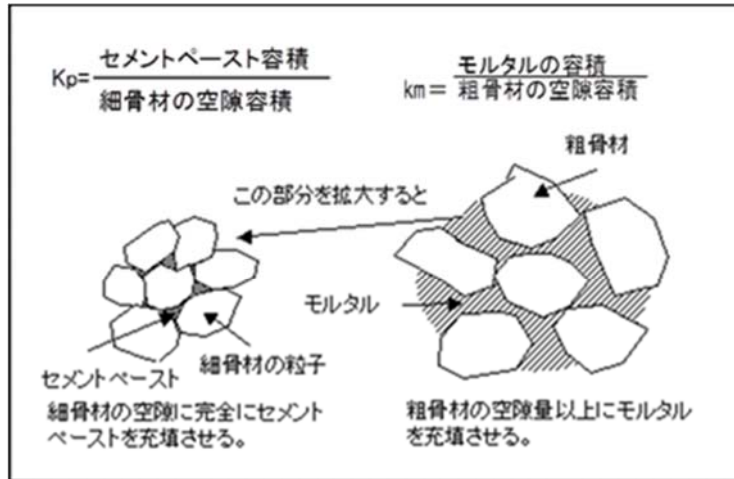


図-6.4.3 K_p , K_m の概念

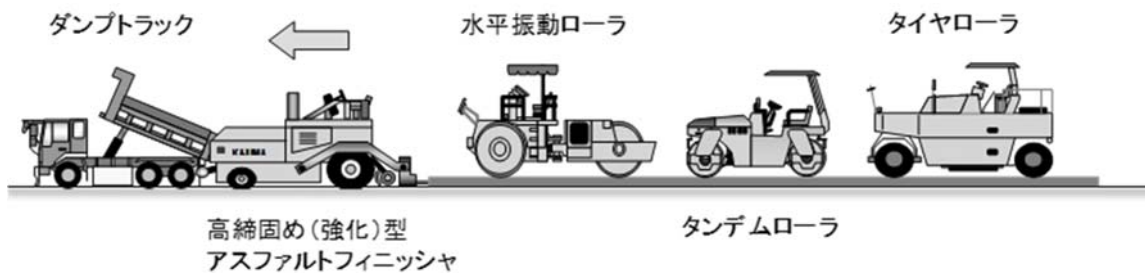
$K_p > 0.9$ 締固め易さ、コンシステンシーの経時変化、転圧時の骨材飛散

$K_m \geq 1.7$ 材料分離抵抗性(プラントホッパ排出、D/Tからの荷おろし、AF敷均し)

≤ 1.9 ローラ転圧時の収まり、微細空隙を充填するペースト量

(単位水量・セメント量)

3、 転圧コンクリート舗装の施工



・コンクリートの練混ぜから転圧開始まで: 目標 1時間以内(出来れば30分以内)

・収縮目地カッティング: 角欠けが生じない範囲の早期(夏季: 当日夜・翌早朝、
冬季: 舗設翌日夕方)

・養生: 普通ポルトC 3日間、早強ポルトC 1日間(日本)、
タイヤチェーンなどの交通による路面損傷が生じない期間まで

4、不具合発生防止に向けての留意事項

4-1 施工

(1) 敷均し

材料分離に起因する版中央部に発生する縦ひび割れ
⇒敷均し時に粗い骨材が偏らないようにする, 左右均一な締固めが得られるようにフィニッシャを調整する.



版中央部の縦ひび割れ

(2) 締固め

- ・振動ローラによる版底部までの確実な締固め
- ・ローラ面に材料が付着しないように留意
(ゴムコーティング水平振動ローラ)
- ・縦施工継ぎ目部近傍のひびわれ対策
原因: 先行レーン端部の同一箇所過転圧
対策: 転圧軌跡をずらしながら転圧する.



縦施工目地近傍のひび割れ

(3) 養生

- 供用・施工条件、使用セメントを考慮して
速やかな養生開始、養生期間を確保

(4) 目地

- カッタ目地の施工時期の把握⇒P型シュミットハンマ
(初期温度ひび割れ防止: 将来の角欠け・拡大につながる)

(5) その他

- 夏期施工の留意点
⇒散水養生, 減水剤遅延型の使用, 水噴霧しながら転圧
- 舗設レーン起・終点, 不陸調整
⇒既存不陸表面描きほぐし, フレッシュなRCCを人力で敷均し



4-2 適用を控えた方がよい箇所

- ▶ 機械施工が出来ず、人力施工となる箇所
⇒ 締固め不足・不均質などからひび割れ，骨材飛散が生じやすい
* 交差点、幅員変化箇所
- ▶ 急坂路(敷均し・転圧が難しい)

9

Ⅱ：RCCPの損傷分析(2010年 施工箇所)

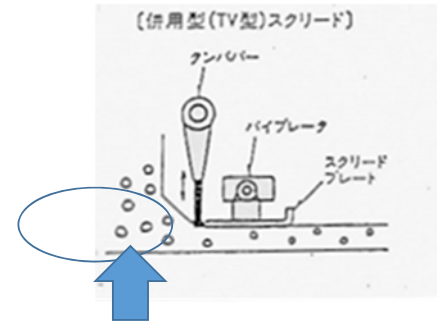
1、2019. 3. 20現況調査他

左側：先行レーン舗設終了箇所部
右側：後続レーン舗設開始箇所部
手前：アスファルト舗装



舗設終了部：表面飛散が生じている
RCC敷均しに時間がかかり過ぎ、コンクリートのコンシステンシー悪化
人力敷均しを伴い、敷均し・締固め密度が不均質
舗設開始部：左レーンに比べて良好
舗設作業の慣れ、学習効果あり
コンクリートのコンシステンシー適切

後続レーン: 版中央部の縦ひび割れ



施工延長 中央部1か所に見られた
RCCのコンシステンシー低下(乾きすぎ)により、フィニッシャの敷均しスクリード
手前で、材料分離を生じやすくなっていた

表面の剥がれ(スケーリング)



コンクリートのコンシステンシー悪化(乾燥しすぎ)
連続運搬・連続舗設、コンシステンシーの経時変化を考慮したRCC配合設計
としなければならない！
縦型枠際の締固め不十分(転圧作業方法の事前熟知が必要)

継目(ジョイント)部の状況



縦継目の材料分離が生じている(敷均し時の補助作業が必要)
型枠・先行レーン際での転圧不足(作業標準習得の必要あり)
横収縮目地(カッター目地)は良好

横収縮目地部でのひび割れ



- * 横収縮目地間隔は4mとしてあり、適切
- * 経時的に拡大し、表面飛散・縦方向のひび割れ発生・破損につながる
- * カッティング時期遅延による初期温度収縮ひび割れ
コンクリート硬化反応熱がピークを過ぎ、外気温が下がる舗設翌朝に発生
舗設翌朝にはカッティングする
- * 舗設止め型枠際の密度不足(ローラで踏み落として、翌日舗設前にカッティングし
除去するのが、良い)

横方向さざ波現象(ウエービング)



左側: 高所から低所に向けての舗設

振動ローラ転圧: 昇降切り替え時の振動を手動で切ること

急激な停発進としないこと

タイヤローラ転圧: 急激な停発進(昇降切り替え)としない

右側: 舗設作業不慣れ(RCCのコンシステンシー低下、敷均し時の補助作業必要)

横方向のティアリングクラック(引きずり)



コンクリートのコンシステンシー: 柔らかすぎ(製造時の骨材表面水量過多): 製造管理

アスファルトフィニッシャの敷均し速度が速すぎた: 敷均し表面を見ながらの速度調整

経時的にひび割れ端部の角が取れ、深さ方向にも進展していく

縦ひび割れ発生・ポットホール・破損に進展していく

表面の摩耗



使用骨材にやや柔らかい骨材が混在している

できれば、硬質砂岩が望ましい

摩耗が進展すると、舗装表面の滑り抵抗性が低下し、交通事故発生の可能性が高くなる可能性がある(特に下り方向)

良質骨材の選定・コンクリートコンシステンシーの管理(製造・舗設・舗設補助作業)

2、その他の損傷要因

(2010年施工時の動画などを基に評価)

- * ダンプトラックによるコンクリート運搬時に、コンクリートのコンシステンシー経時変化・変動を抑制するためのシート掛けが未実施
- * アスファルトフィニッシャの敷均し速度は0.7m/分程度とすべきところを、1.0~1.5m/分程度と早すぎ、かつ変動もあり連続運転でないため、舗設面の引きずり、敷均し密度 不均一 による凹凸が発生しやすくなっている。
- * アスファルトフィニッシャ・スクリードのタンパ突き出し量、振動数、敷均し速度調整が不十分な箇所(ティアリングクラック、路面凹凸など)が見受けられた。
- * 型枠際や舗設作業起終点部の補助的作業が不十分で、粗面が発生している。
- * 小型振動ローラでの初転圧回数がばらついており、コンクリートのモルタル分がローラに付着して、表面剥がれの原因となっていると思われる箇所もある。

Ⅲ：RCCP適用・普及に向けての現状技術レベルの確認

RCCPの適用・普及に向けて、主要な作業項目について、必要とされる機材および人材に関する技術レベルを次表のとおり確認する。

その際、過去2回の試験施工(2010年、2012年)の経験に関する習熟度調査を含め、2012年当時より、機械の保有状況および人材が豊富となりつつある民間の技術レベルおよび今後の可能性を確認する。

機材および人材の技術レベル(習熟度調査を含む)の確認

主要作業	必要機材	必要人材	技術レベルの確認
コンクリートの配合設計(試験)	VC締固め試験機(現在、MOTRのカチコール試験所で保管)過去2回の施工では使用せず、マーシャル試験機と日本人専門家の勤で実施	* 気象条件・運搬時間などによるコンクリートのコンシステンシー変動を考慮した配合設計のできる技術者が必要 * 過去2回の配合試験は、GOSSTROY職員を中心にMOTR職員も参加して実施。VC試験機を有するMOTR独自での実施能力育成が必要	* 過去2回の施工で育成されているが、実施能力の再確認 * MOTR職員のみならず、民間企業普及の可能性確認
コンクリートの製造	パッチャープラント(ダンプトラックに排出可能)	変動の小さいコンクリートの製造管理能力が必要	製造能力・品質管理能力の確認(含む:試験室)
コンクリートの運搬	ダンプトラック	連続舗設を意識した運転手	
敷均し	アスファルトフィニッシャ(過去2回の施工では、シングルタンパスクリード)	* 硬練りコンクリートのコンシステンシー変動を把握可能できる技術者・運転員 * 配合・製造技術者とコンシステンシーに係る情報共有を行い、適切に連続舗設を可能にできる技術者	* キリギスの民間で保有しているダブルタンパ付きAFの保有・適用の可能性確認 * 損傷要因の理解程度、コンシステンシー・敷均しなど品質管理能力の確認
転圧	小型振動ローラ 大型振動ローラ タイヤローラ(水噴霧装置付き)	コンシステンシーの変動を把握し、初転圧、2次転圧、仕上げ転圧などの作業を確実にできる技術者	実施能力確認
養生・目地	給水/散水装置、ダイヤモンドカッター	養生方法・期間、カッティング時期・方法の管理できる技術者 WP1-10	適切な管理能力ができることの確認

Title: Minutes of Meeting for Technical workshop for WG in DEU-25

№ 1

Date	March 25, 2019
Venue	DEU-25
Participant	<ol style="list-style-type: none"> 1. Suvankul k M. – Specialist RD 2. J. Israilov – Specialist RMD 3. T. Abyshov - Leading Specialist RO-1 4. Eldiyar Smanov – Head of DEU-25 5. Dulat Mukanbetov – Chief Engineer DEU-25 6. Rinat Rahmatulin – Expert MOTR 7. Hiroyuki Yamamoto - JICA Road Administrator Advisor 8. Yuzo Mizota – Team Leader of Japanese Expert 9. Kagata Mamoru – JICA Expert 10. Belek Kalygulov – Interpreter 11. Adyl Makenov – Interpreter 12. Samar Osmonaliev – Volunteer
Contents of Meeting	<p>For the purpose of mutually understanding the basic policy on the technical side for the implementation of the work, we conducted a technical seminar using PPT (Russian) with questions and answers for the following contents for working groups. In the technical seminar, study sessions were conducted in advance so that local staff (local technical assistant Belek) could explain.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Overview of RCCP: Structure, combination (standard combination example, concept of combination design), consistency evaluation method, pavement method (including machine), introduction of failure cases in Japan (including cause). 2. Damage situation of RCCP and its cause estimation (2010 construction location). Scaling, rough surface at joint, unevenness, crack, poor finish Cause: RCCP consistency management, AF discontinuous operation, lack of auxiliary work for pavement, lack of roller rolling method, etc. Confirmation of the technical level for RCCP application and spread (each main work: required equipment, personnel, and confirmation items). 3. On the technical side, the need for equipment and human resources was understood, and in 2010 construction site survey, construction site location (road ahead of DEU 25) (budget decision planned on March 26), concrete plant selection / tour, importance of consistency management and the movement of VC testing machine for the evaluation (procedure required), etc. There was an exchange / confirmation towards the start of technology transfer.



Photo 1: Pre-study session (about 3 hours) prior to the technical seminar at DEU-25



Photo 2: Head of DEU-25, Rahmatulin, Yamamoto.



Picture 3: Explanation, question and answer with PPT



Photo 4: Belek's explanation using PPT

Title: Minutes of Meeting for the Outline of RCCP

WS No.2

Date	April 03, 2019
Venue	MOTR, Isanov Str. 42
Participant	<ol style="list-style-type: none"> 1. Israilov Janybek – Specialist of RMD 2. Kalabin Yaroslav – Chief Engineer of Tokyo Rope Construction 3. Kulova Nazgul – Assistant of Tokyo Rope Construction 4. Suerkulov Kanat – Engineer of Tokyo Rope Construction 5. Ibraimov Nurdan – Engineer of Tokyo Rope Construction 6. Esentoeva S. – Head of Concrete Plant Laboratory 7. Kalabin A. - Deputy Director of Most Group 8. Zairbekov R. – Deputy Director of Kyrgyzgidrospetstroy 9. Imanalieva Dilyara – Director of Test Sroy 10. Alymbekov Y. – Foreman of Mostdorstroy 11. Janybaev M. – Representative of Private Company Grant Start 12. Boobekov E. - Representative of Private Company Grant Start 13. Bekov K. – Representative of Private Company Grant Start 14. Yamamoto Hiroyuki – JICA Road Administrator Advisor 15. Abdrazakova Sabira – Assistant of Road Administrator Advisor 16. Prihodko A. – Senior Lecturer of KGUSTA 17. Turdubay uulu S. – Lecturer of KGUSTA 18. Kagata Mamoru - Specialist of RCCP 19. Sh. Zaitova – Interpreter 20. Kalygulov Belek – Assistant of RCCP
Contents of Meeting	<ul style="list-style-type: none"> • Introduction of Overview of RCCP to private companies: structure, combination, pavement method (including machine), the composition of concrete mixing, structure and operation of VC laboratory equipment.



Photo 1: Mr. Belek conducts a presentation



Photo 2: Mr. Belek explains the construction of RCCP



Photo 3: Mr. Kagata explains the composition of concrete mixing



Photo 4: RCCP Discussion

転圧コンクリート舗装用コンクリートの 配合設計方法に関する研究 (配合設計での基準値設定根拠)

加形 護 博士(工学)

1

本論文の構成(発表内容)

1、はじめに

RCCPの現況 : 特徴、課題

2、課題への対応

1. コンсистенシー評価法、配合因子 α 、 β の導入
2. フィニッシュャビリティ
3. コンсистенシーの経時変化
4. 暫定配合設定上の考慮事項

材料分離抵抗性、表面水量変動に対する鈍感さ 他

5. 検証

3、結論

2

1、はじめに

RCCPの特徴

- ・アスファルト舗装に比べて耐久性がある
- ・アスファルト舗装用機械を用いて施工でき、施工性が良い
- ・必ずしも型枠を用いないので、版厚を自由に設定できる
- ・施工速度・供用開始が早い

普及が期待される適用箇所

- ・道路(トンネル内)舗装、ヤード舗装、
コンポジット舗装の基層

普及に向けての技術標準類

- ・転圧コンクリート舗装 技術指針(案)(1990) 他

2004年代後半まで:約230万m² 1990年代中旬以降急減

3

RCCPでの要求性能

- ・締固めによる密度確保
- ・所要の路面性状確保(平たん性、肌目)

要求性能を満足させるために、

コンクリート(RCC)での対応としては、

- ・材料分離抵抗性、転圧施工性、フィニッシュビリティなどの
コンシステンシーを評価・管理することが重要である。

RCC: 著しく単位水量を減じた硬練りコンクリート

- ・少量の単位水量変化でコンシステンシーは著しく変化する
→ コンシステンシー管理が難しい → 普及阻害

そこで、

本論文では、

- ・ コンシステンシーの評価方法
- ・ 工学的配合因子: K_p 、 K_m の導入

K_p : 細骨材空隙ペースト充填率

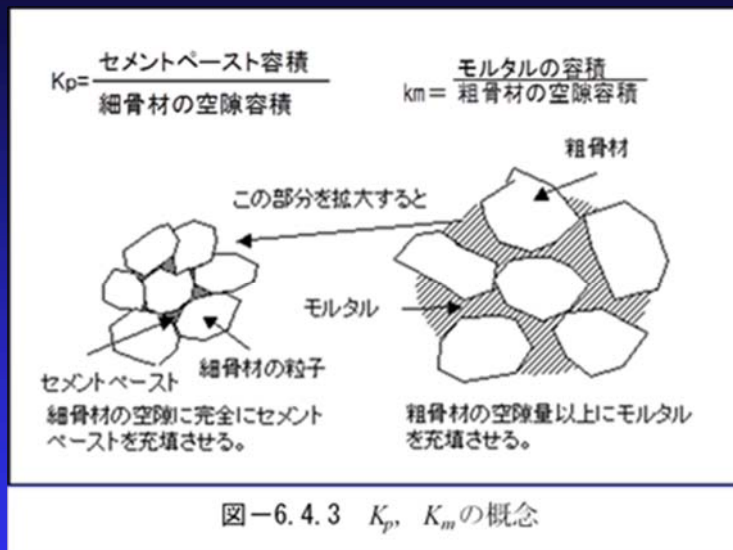
K_m : 粗骨材空隙モルタル充填率

施工性も考慮した配合設計方法

について検討・提案した。

5

2-2 ペースト余剰係数 K_p 、モルタル余剰係数 K_m



- $K_p > 0.9$ 締固め易さ、コンシステンシーの経時変化、転圧時の骨材飛散
- $K_m \geq 1.7$ 材料分離抵抗性(プラントホッパ排出、D/Tからの荷おろし、AF敷均し)
- ≤ 1.9 ローラ転圧時の収まり、微細空隙を充填するペースト量
(単位水量・セメント量)

2、 転圧コンクリートの配合

2-1 配合条件

(1) 配合強度 配合曲げ強度 $f_{br} = \text{配合強度 } f_{bp} \times \text{割増し係数 } p$
 $f_{bp} : (\text{設計基準曲げ強度 } f_{bk} + \text{締固め安全強度})$
 $5.7\text{MPa} = (4.4 + 0.8) \times 1.09$

(2) ワーカビリティー

コンシステンシー評価法: VC振動締固め方法

(orマーシャル突き固め試験方法)

目標値: 修正VC値 50秒(締固め率96%)

(3) 粗骨材の最大寸法 $G_{max} : 20(25)\text{mm}$

細骨材: 川砂、粗骨材: 碎石

(4) 細骨材率(S/a) 35~50% (42~43)

(5) 単位水量(W) 90~115(103) Kg/m^3 (103)

(6) 単位セメント量 280~320 kg/m^3 (300)

普通ポルトランドセメント

(初期凍害防止・早期交通開放: 早強ポルトランドセメント)



2.1(1) コンシステンシー評価方法

・ 評価方法 : 測定した評価値が単位水量や他の材料の品質、単位量の変化で反映できる方法が望まれる。

・ 転圧コンクリート舗装技術指針(案)

・ 突き固め法

マーシャル法、土質ランマ突き固め法

・ VC振動締め固め試験

コンシステンシーの評価方法選定(比較)

評価方法としては、実施工(VR,AF)での締め固めでのメカニズム・
エネルギーに対応するのが良い

* 締め固めメカニズム

突き固め: 衝撃力で粒子間空隙を排除

振動: 振動加速度で粒子間の摩擦抵抗を小さくし、空隙減少

* エネルギー: 小さい範囲では充填率増加大、その後の増加小

マーシャル: 1337 ランマ: 2465 VC: 240 J/L

* 単位水量決定精度: VC試験 > 突き固め試験

* マーシャル法による配合設計方法(技術指針(案)記述例)

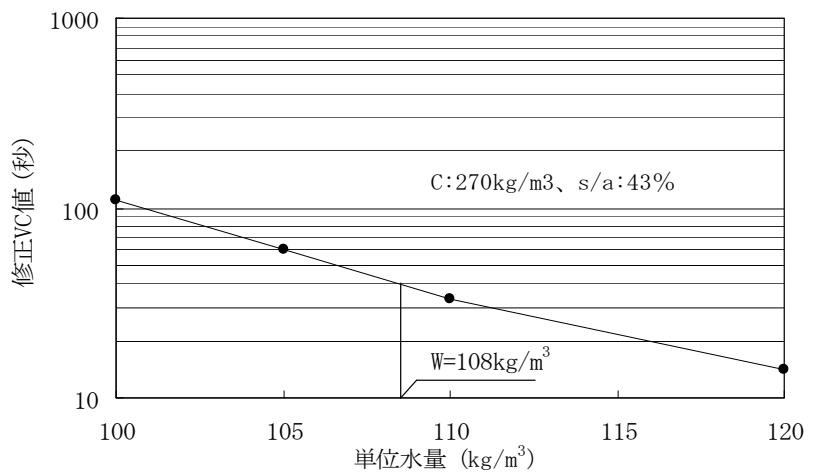
$W=80\sim 120\text{kg/m}^3$, $C=270\text{kg/m}^3$ $W/C=30\sim 44\%$

配合設計でのコンシステンシー評価法としては、
強度に対する考慮が不足している。

7



振動締め固め試験機



単位水量と修正VC値

$W=1\text{kg/m}^3$ で修正VC値は約5秒変化している

修正VC値: アクリル円盤半分にモルタルが見えるまでの時間(秒)

本研究では、RCCのコンシステンシー評価値として

振動締め固め試験による修正VC値を採用することとした。

2.1(2) 工学的配合因子 α 、 β の導入

Kp:セメントペーストの細骨材空隙充填率

セメントペーストの容積 / 細骨材の空隙容積

Km:モルタルの粗骨材空隙充填率

モルタルの容積 / 粗骨材の空隙容積

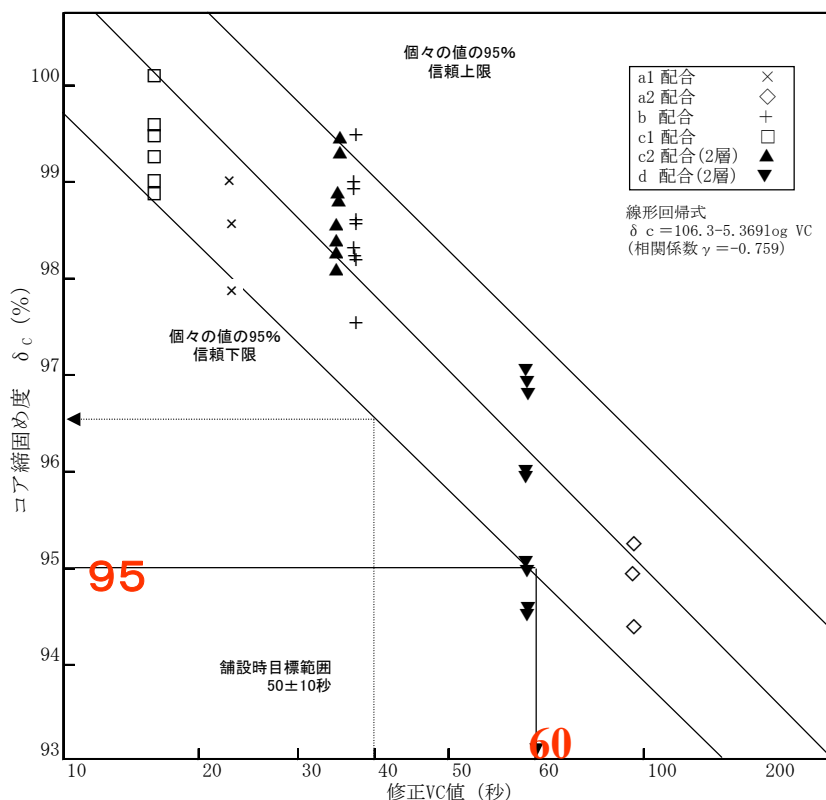
良好な強度と耐久性を有するRCC

細骨材の空隙をペーストが、粗骨材の空隙をモルタルが充填し、空隙ができないように配合設計をすることが必要である。

→RCCの配合設計にKp、Kmを導入することとした

2.2 フィニッシュャビリティの評価

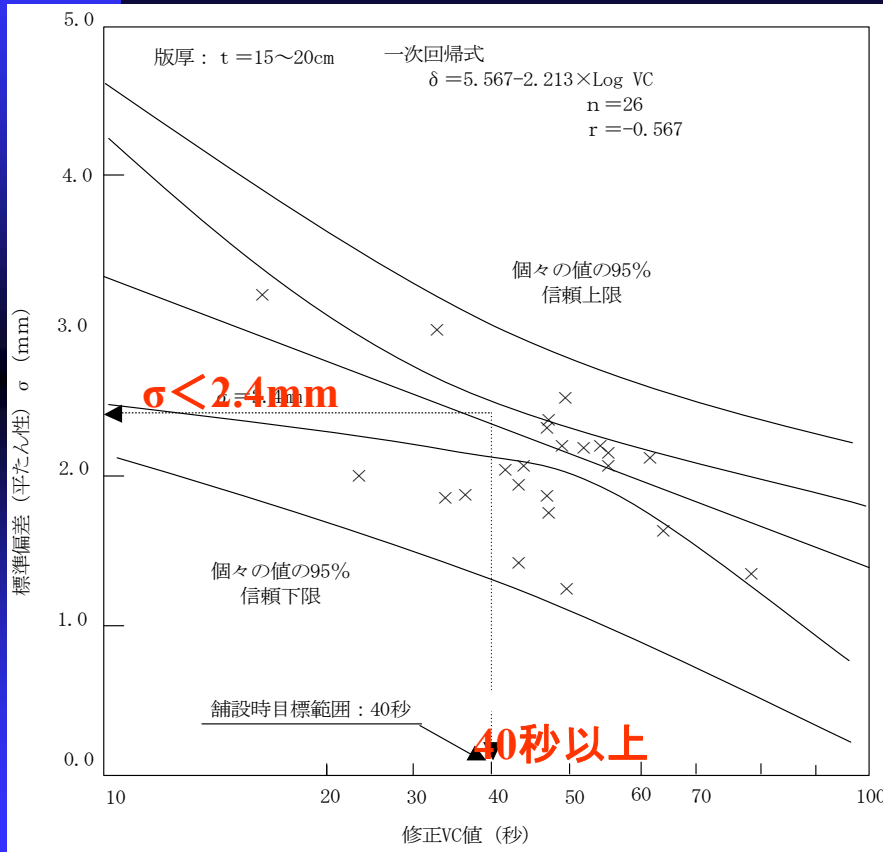
(1) コンシステンシーと締固め度



締固め度: 95%

(締固め率93%)
以上とするには、
修正VC値を60秒
以下とする必要
がある。

(2) コンシステンシーと平坦性



転圧後の平坦性

$\sigma < 2.4 \text{ mm}$ 以下



修正VC値:

40秒以上

とする必要がある。

フィニッシュビリティ

締固め密度、肌目(引きずり)、平坦性を

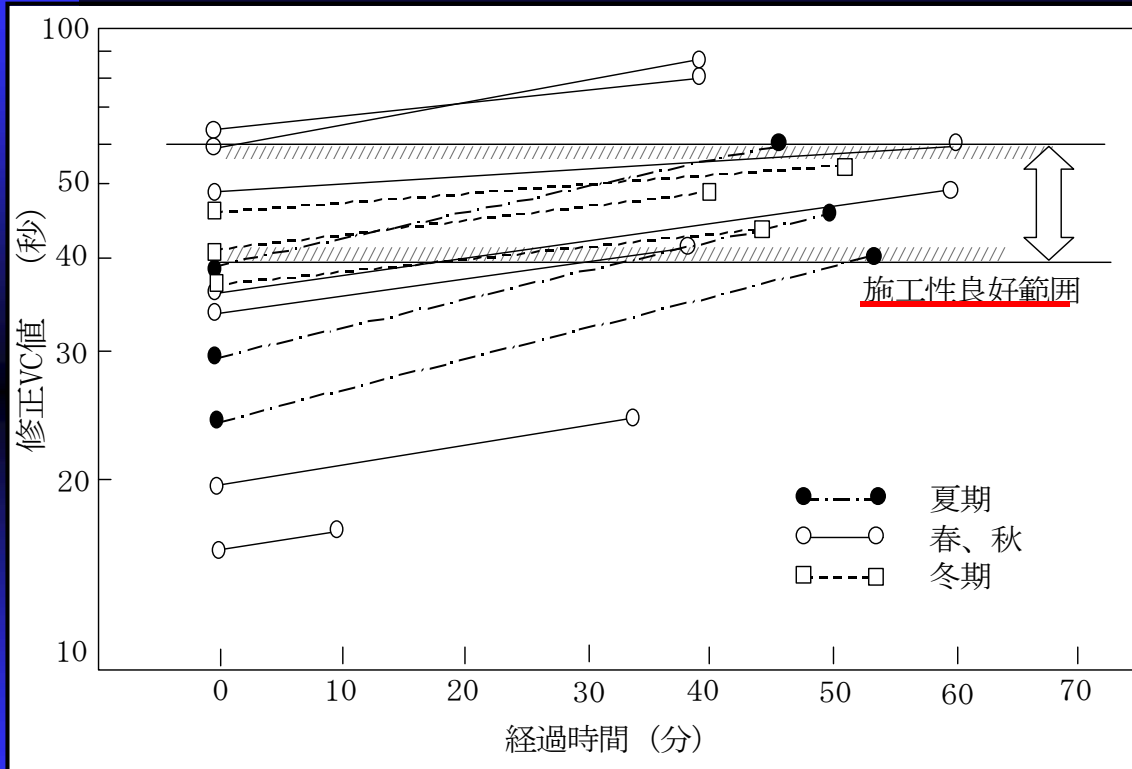
満足させる 舗設時のRCCのコンシステンシーとしては、

修正VC値: 40~60秒が適当である

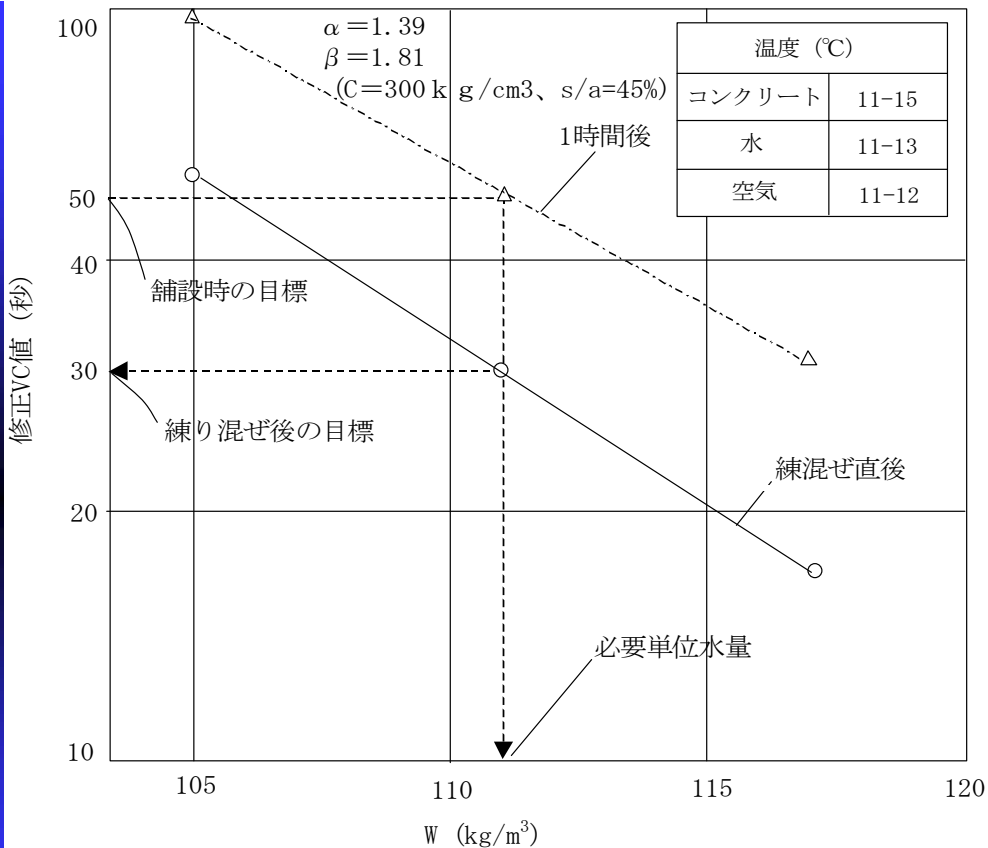
引きずりは、
40秒以下で
多く発生した。



2.3 コンシステンシーの経時変化



コンシステンシーは、気温なども含めた時間経過により変化する→配合設計に反映する必要がある

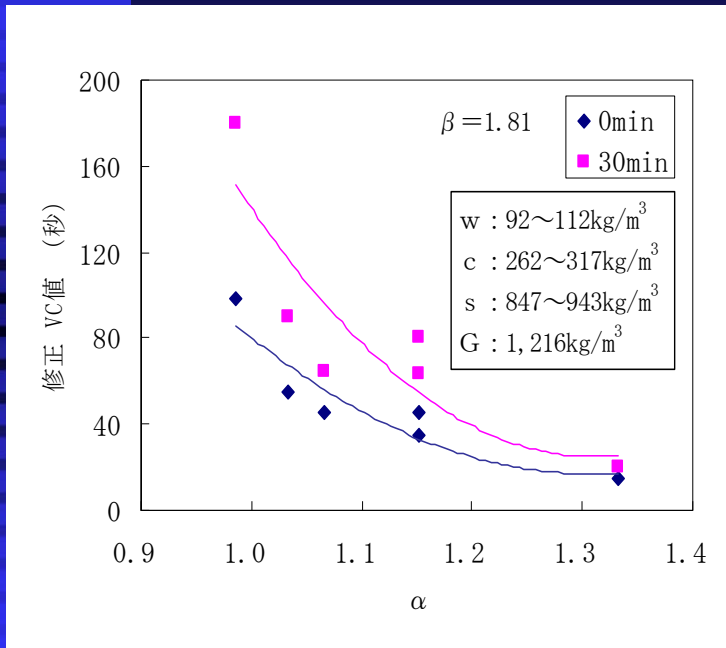


時間経過後の舗設時目標修正VC値(50±10秒)

→練混ぜ時の修正VC値 → 単位水量W を設定する

2.4 暫定配合設定上の留意事項

(1) ペースト充填率 α



α が小さいと経時変化が大きい。

コンシステンシー

経時変化を小さくするには、 α :大

RCCP耐久性:

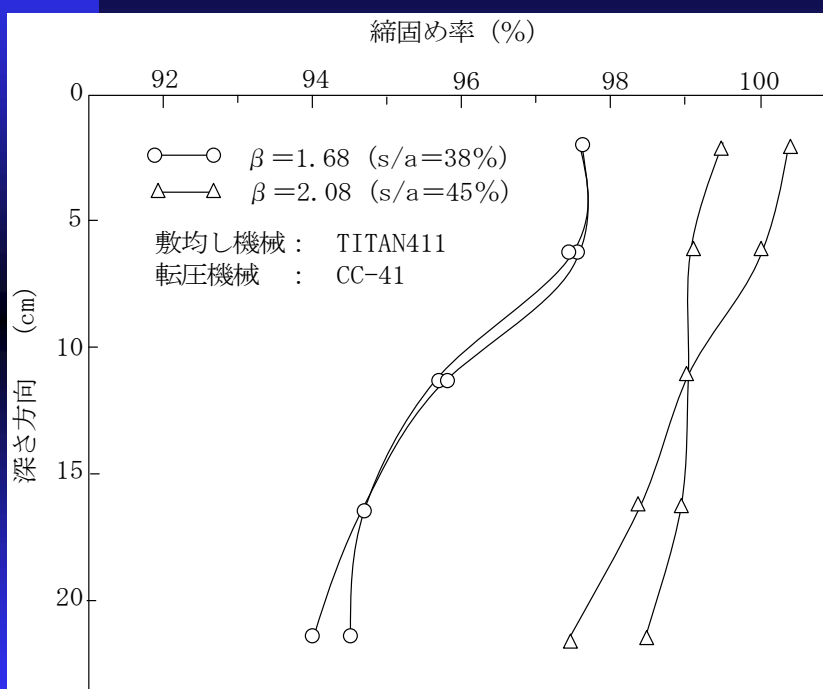
$K_p > 1$

本研究では、 $K_p > 1$ とする必要があると考えた。

15

(2) モルタル充填率の選定

a) 締固め率と材料分離抵抗性



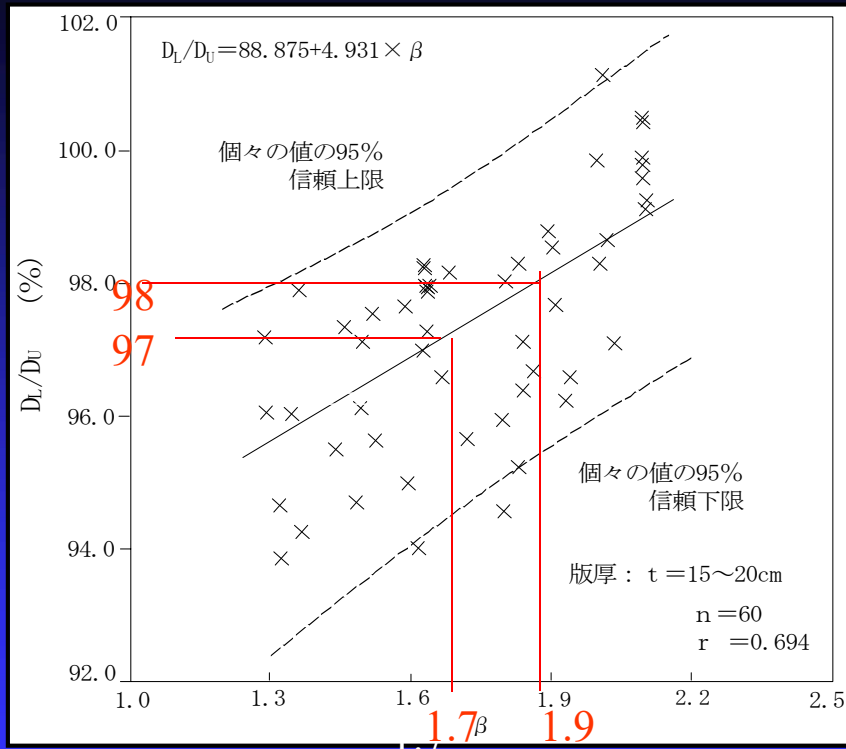
$B(Km)$ の大きい方が

深さ方向の密度

低下は少ない

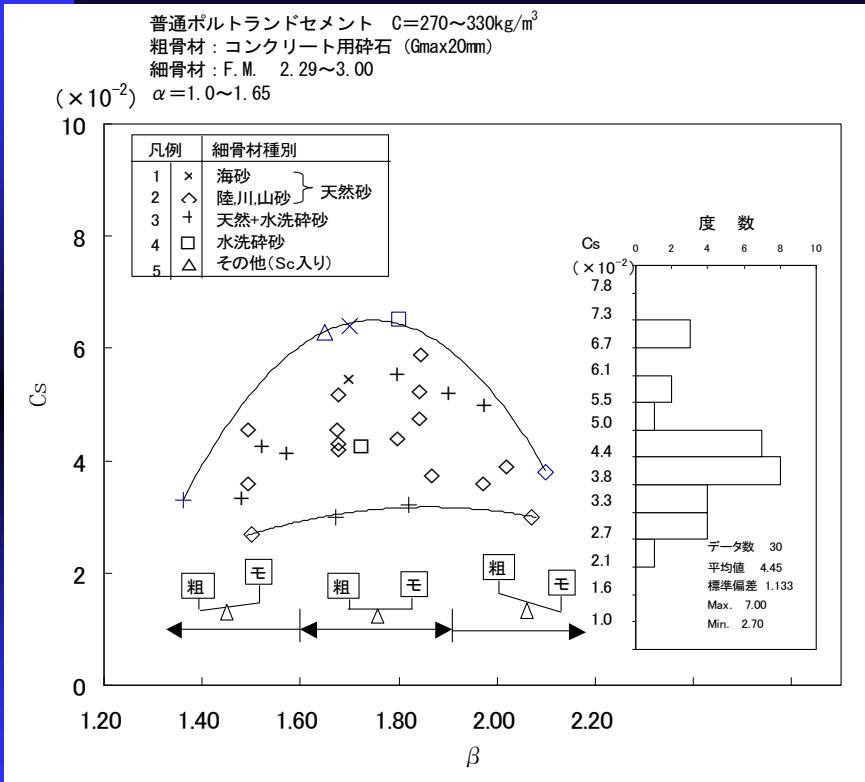
$B(km)$ の違いによる深さ方向の締固め率変化

βと転圧後のRCC版下・上部の密度比率(D_L/D_U)



B(km)を大きくするとRCC版下・上部の密度比率(D_L/D_U)も大きくなる
 $D_L/D_U = 97 \sim 98\%$ $\beta(\text{km}) = 1.7 \sim 1.9$

b) 骨材の表面水量変動に対する鈍感さ



コンシステンシー鋭敏係数 C_s

$\Delta \log VC / \Delta W$
 C_s が大きいほど、
 表面水量の変動に敏感

βを大きくすると C_s は小さくなる

B(km)の選定

転圧時の収まり・耐摩耗性： β をむやみに大きく出来ない

版下部／上部密度比率：97～98%以上： $\beta(km) = 1.7 \sim 1.9$ が好ましい

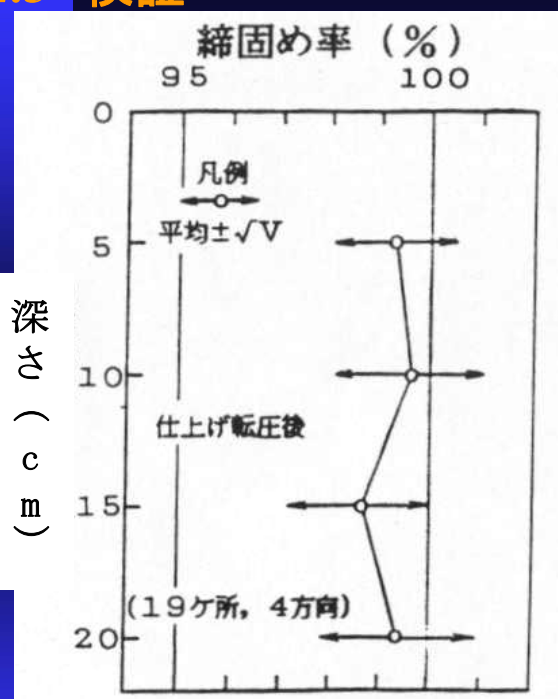
表面水量変動に対するコンシステンシー鈍感性： β は大きい方が
良い

以上、

締固め高密度・材料分離抵抗性・コンシステンシー鈍感性から、 $\beta(km)$ は1.7～1.9程度が望ましい

19

2.5 検証



良好な路面とRCC版底部までの高密度確保が出来た

3、結論

- ①RCCのコンシステンシー評価法として、振動締固め試験が、また評価指標として修正VC値が適している。
- ②修正VC値を40~60秒とすれば、良好なフィニッシュャビリティが得られる。
- ③コンシステンシー経時変化・RCC耐久性からは、 $K_p > 1$ が望ましい
- ④材料分離抵抗性・骨材表面水量変動に対する鋭敏性 C_s を小さくするするには、 $k_m = 1.7 \sim 1.9$ が良好である。
- ⑤以上の提案した配合および配合設計方法で、良好なRCCPの得られることが確認できた。

以上

21

RCCPの普及実績

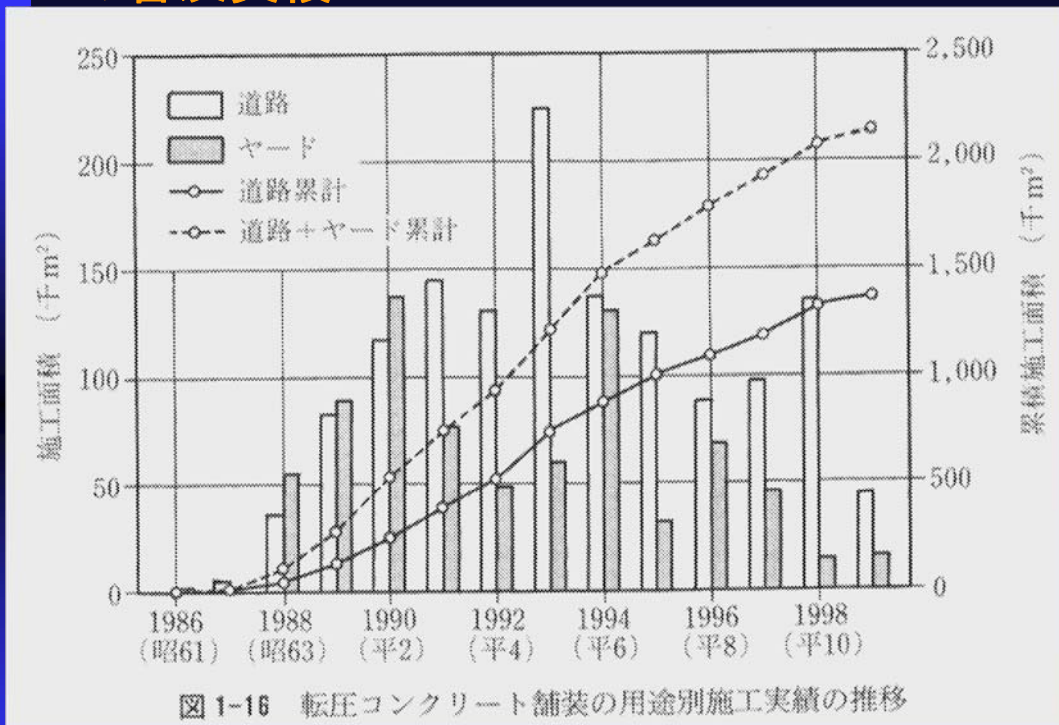


図 1-16 転圧コンクリート舗装の用途別施工実績の推移

(多田編:語り継ぐ舗装技術 から引用)

2004年代後半まで:約230万m²

1994年以降急減

不具合事例

材料分離による
密度不足



締固め不十分での荷重によるひびわれ

材料分離による骨材飛散、
初期温度ひびわれ

6

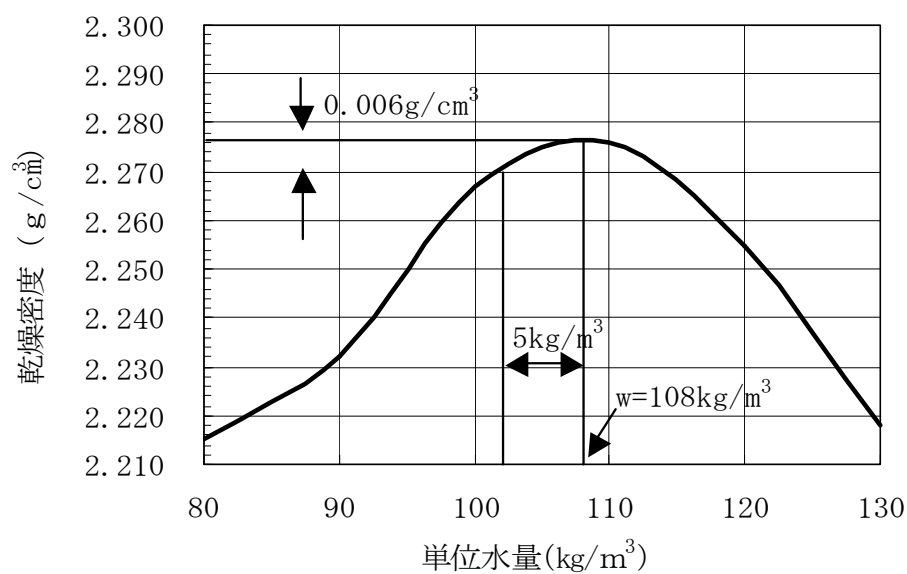
敷均し時のひきずり(ティアリングクラック)



振動ローラ転圧時の骨材飛散(ホッピング)

7

a) 突固めによる締固め試験によるコンシステンシー



最適単位水量付近で、単位水量 1kg/m^3 の変化は、乾燥密度では殆ど変わらない。

11

VC振動締固め試験

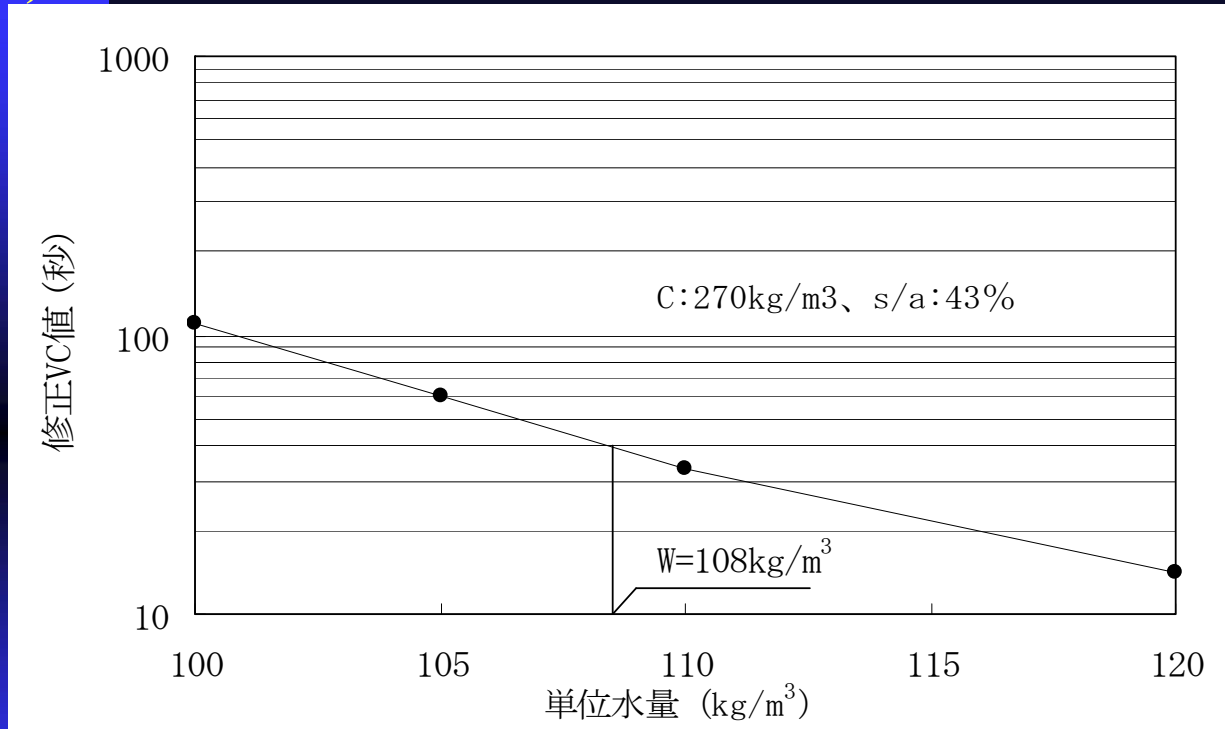


修正VC値 : アクリル円盤半分にモルタルが見えるまでの時間(秒)

WP3-14

12

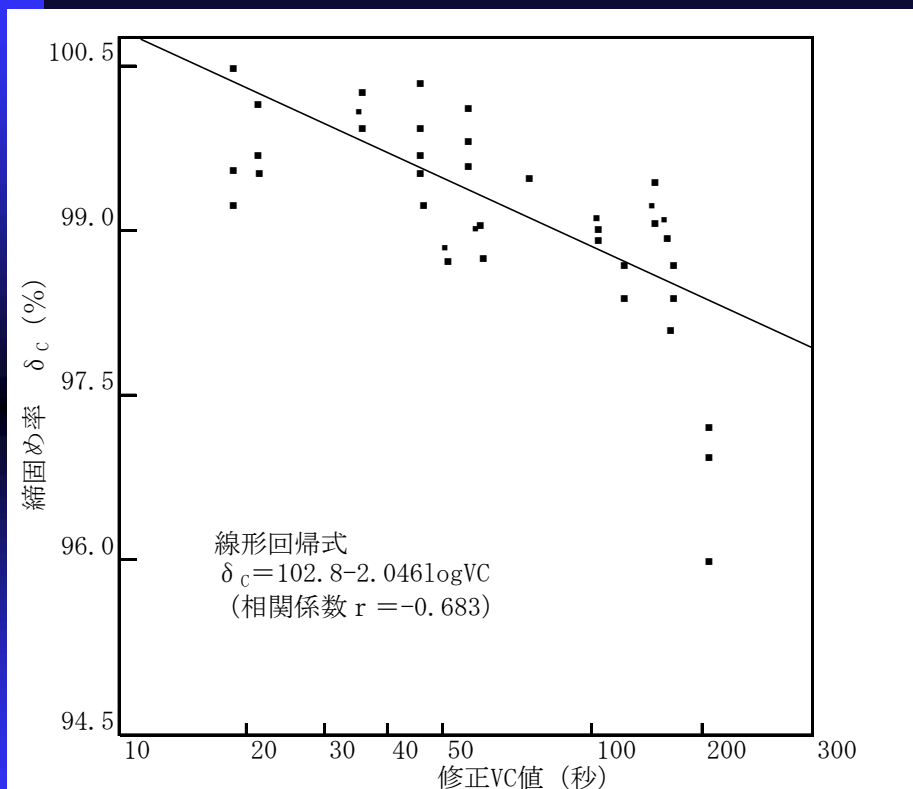
b) VC試験によるコンシステンシー(1)



単位水量と修正VC値とは直線関係、 $W=1\text{kg/m}^3$: 5秒

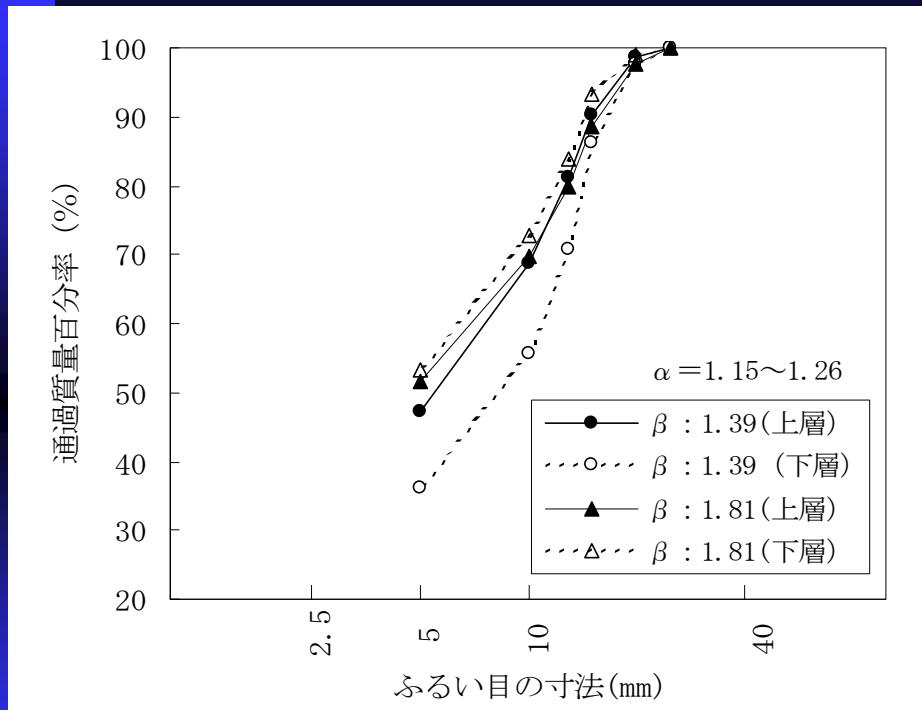
13

VC振動試験(2)



修正VC値: 理論最大密度に対する締め固め程度の評価可能

β の違いによるRCC版上下の粒度



β が小さい方が上部と下部の違いが大きく、材料分離を起こしやすい。

**Title: Minutes of Meeting for the RCCP Mixing
WS No.3**

Date	April 04, 2019
Venue	MOTR, Isanov Str. 42
Participant	<ol style="list-style-type: none"> 1. Israilov Janybek – Specialist of RMD 2. Abdyrashym kyzy Aigerim - Head of OUA RMD 3. Bektursunov J. – Specialist of RMD 4. Mukanbetov Dulat – Chief Engineer of DEU-25 5. Kalabin Yaroslav – Chief Engineer of Tokyo Rope Construction 6. Kulova Nazgul – Assistant of Tokyo Rope Construction 7. Suerkulov Kanat – Engineer of Tokyo Rope Construction 8. Ibraimov Nurdan – Engineer of Tokyo Rope Construction 9. Esentoeva S. – Head of Concrete Plant Laboratory 10. Kalabin A. - Deputy Director of Most Group 11. Imanalieva Dilyara – Director of Test Stroy 12. Abdrazakova Sabira – Assistant of Road Administrator Advisor 13. Prihodko A. – Senior Lecturer of KGUSTA 14. Turdubay uulu S. – Lecturer of KGUSTA 15. Kagata Mamoru - Specialist of RCCP 16. Sh. Zaitova – Interpreter 17. Osmonaliev Samar – Volunteer of RCCP 18. Kalygulov Belek – Assistant of RCCP
Contents of Meeting	<ul style="list-style-type: none"> • Method of designing of concrete mixing for RCCP is explained during the presentation.



Photo 1: Mr. Kagata conducts a presentation



Photo 2: Representatives of private companies



Photo 3: Mr. Kagata explains to the participants about the composition of concrete mixing



Photo 4: Presentation discussion

キリギス国
転圧コンクリート舗装 (RCCP)技術向上プロジェクト

ガイドライン (1)

不具合事例とその要因および発生抑制対策

2019.4

独立行政法人 国際協力機構 (JICA)

1、はじめに

本ガイドラインは、キリギス国においてRCCPを設計・施工・維持管理するに際し、知識習得・技術力向上の参考とするために、2010年施工されたKOI-TASH地区のRCCP目視調査した結果をもとに、不具合事例を取り纏めたものである。

本ガイドラインでは、不具合事例を写真で紹介し、その発生要因、および発生抑制対策を記述している。

ガイドラインの内容

1、はじめに

2、不具合事例とその要因および発生抑制対策

① ～ ⑱

3、あとがき

2、不具合事例とその要因および発生抑制対策

①舗設開始箇所（表面粗面・材料分離）



右側レーン：先行レーン)

左側レーン：先行レーン 向こう：側アスファルト舗装

表面粗く、材料分離が見られる

AF故障のため、タンパを掛けずに敷きならした。事前の、機械整備・確認が重要

②終始点：アスファルト舗装との接合部（継目）



RCCP施工後に接合したアスファルト舗装との接合部

表面にポットホール出来ている（締固め不足）→RCC版破損に繋がる

② アスファルト舗装との接合部



RCC施工後に接合したアスファルト舗装の接合部
表面にポットホールが出来ている：締固め不足→RCC版破損に繋がる

③ 道路横断方向のティアリングクラック（AF敷均し時の引きづり）



RCCのコンシステンシー不良（水分過多）とAF敷均し速度早すぎ
将来、クラック（ひび割れ）の開き幅が広がり、角欠けと相まって、
縦ひび割れ発生、表面飛散につながる可能性あり。

④ 比較的良好な縦継目（少し粗い）と横収縮目地



⑤ 良好な横膨張目地



⑥ ポットホール



RCCのコンシステンシー不良、舗設時にRCCがローラに付着した。
コンシステンシー把握、ローラの哲倫ロール面を何時も綺麗にしておく。

⑦ 横舗設継目部の段差 (約0.5cm)



右側：舗設終了部 左側：舗設再開部
舗設再開時のAF敷均し余盛がやや不足。コンシステンシーとの
バランスも重要である。

⑧ 構造的縦ひびわれ



拡幅部・下り内カーブ部に発生した構造的縦ひび割れ。
路盤支持力低下（凍上）し、幅員大・内カーブなので曲げ応力が過大となった。
凍上対策が重要である（凍結深度まで凍上しにくい材料：砕石とすること）

⑨ 横収縮目地の角欠け



カッティング時期の早すぎ。舗装表面飛散に繋がる。
カッター目地施工方法は、最初は1枚刃で切り、養生終了後2枚刃で切りなおす。
なお、路盤の沈下・路盤支持力が少し低下している可能性もある。

⑩ 横収縮目地路肩側隅角部ひび割れ



路盤支持力の低下（凍上、排水）による
排水を確実にを行うとともに、凍上対策（凍上を起こしにくい材料）を行う事が大切。

⑪ 初期温度収縮ひび割れ（道路横断方向）

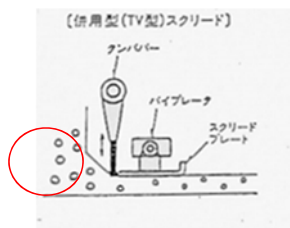


RCCのセメント硬化反応温度のピークを過ぎて収縮し始めた時期に、
外気温が下がり始めて（朝方）、発生収縮応力が保有収縮強度を超えた時期に
発生する。

この初期温度収縮ひび割れは、将来的に大きなクラックとなって、コンクリート表面の破損
に繋がるので発生を防ぐ必要がある。

そのためには、収縮目地のカッティング時期をカッティングによる角欠けが生じない範囲で
早く（翌朝）行うことが重要である。カッターの台数は2台は必要である。

⑫ 道路進行方向版中央部の縦クラック



RCCのコンシステンシー低下（乾きすぎ）によりAFスクリード（スクリーオーガ）中央部前方のRCCが材料分離を起こしやすくなっていた。

RCCのコンシステンシー管理（製造、敷均し時）と共に、下の写真に示すようにスクリーオーガ前方・バーフィーダ下部に邪魔板（硬質ゴム製）を設置すると有効である。

⑬ 縦舗設継目



縦方向継目：先行レーンの型枠際の損傷

舗設時にRCCコンシステンシー不良により転圧減が大きい箇所あるいはローラに付着した部分の人力による修正時、下層面を掻きほぐしてなく、薄く盛った部分が経時的に剥がれた。丁寧な転圧方法（コンシステンシー把握、鉄輪ロール面の清掃）とすべき。

概して、縦継目際の仕上がりは悪い。

AF敷均し後の人力レーキング作業の改善（粗い骨材を除去）と共に、ビブロプレートによる表面仕上げ作業（2010年はなされてない）の追加が必要。その後、振動ローラ転圧、タイヤローラによる仕上げ転圧（水：ミストを噴霧しながら仕上げ転圧を行うと、良好な仕上がり面となる）。

⑭ 表面のスケーリング



RCC（転圧コンクリート舗装用コンクリート）のコンシステンシー悪化（乾燥しすぎ）
コンシステンシーの経時変化を考慮した配合設計・製造・運搬・連続舗設を行う必要がある。またタイヤローラによる仕上げ転圧時にはミスト（水）を噴霧しながら行うと良好な仕上がり面になる（2010年施工では、噴霧装置無し）
また、縦継目型枠際のレーキング作業の熟知と共にビブロプレートによる粗骨材押し込作業が必要である。

⑮ 横方向波うち現象（ウエービング）



左レーン：坂道勾配の高い方から低い方に向かって舗設している。
基本的には、低い方から高い方に向かって舗設すべきである。

AFによる敷均し密度：坂を昇る方向の方が大きい。

振動ローラ転圧：昇降切り替え時の振動を手動で切る事。
（急激な停発進としない事）

タイヤローラ転圧：急激な停発進（昇降切り替え）としない事

⑩ 表面仕上がり状況



右側レーンは、仕上がり状況悪い（材料分離、コンシステンシー悪化）
コンクリート製造プラントの故障（骨材送りベルトコンベア）により、RCCの品質不良が生じ、それを舗
設してしまった。

RCCの受け取り基準の明確化が必要

スケーリング：RCCの水分過多、転圧方法未熟のより振動ローラ鉄輪に付着している。

⑪ RCCP打替え箇所



品質不良のRCCを舗設し、供用後、ひび割れ・表面飛散を生じ、部分的に打ち替えている。
RCC荷下ろし基準の徹底が必要

⑱ 表面の摩耗



川砕であり、種々の岩質の石が混在しており、大きな問題ではないが、若干滑り抵抗が低下している。

3. あとがき

RCCPの不具合事例（2010年施工 KOI-TASH地区）について、その状況・発生要因および発生抑制対策について取りまとめた。

総じて、コンクリートのコンシステンシー管理（製造・運搬・AFによる敷きならし、振動ローラによる転圧、タイヤローラによる仕上げ転圧）が十分でなく、舗設時の材料分離・ティアリングクラック、振動ローラ鉄輪ロール面への付着などが発生しており、経時的な供用に伴ってスケーリングやポットホール、極一部であったが部分的打ち替えに進展している。

別途作成される、RCCP技術基準、配合設計ガイドライン、施工要領ガイドラインなどを併せて本ガイドラインが有効に活用され、キリギス国に応じたRCCPが技術移転されることを期待する

文責：加形 護 博士7（工学）

Title: WS on RCCP Faults Case and Countermeasures

WS No.4

Date	April 10, 2019
Venue	MOTR, Isanov Str. 42
Participant	<ol style="list-style-type: none">1. Kalabin Yaroslav – Chief Engineer of Tokyo Rope2. Kulova Nazgul – Assistant of Tokyo Rope3. Suerkulov Kanat - Engineer of Tokyo Rope4. Ibraimov Nurdan – Engineer of Tokyo Rope5. Israilov Janybek – Specialist RMD6. Janybaev M. – Head of AP (asphalt plant)7. Kagata Mamoru – Expert RCCP8. Esentaeva - Head of Laboratory (concrete plant)9. Prihodko A.A. - Senior Lecturer of KSUCTA10. Turdubai uulu Sultan – Lecturer of KSUCTA11. Soltobaeva J- Intepreter12. Osmonaliev Samar – Volunteer13. Kalygulov Belek – Assistant
Contents of Meeting	<ul style="list-style-type: none">• Presentation on defects made during the construction of RCCP in 2010 and discussion about the measures to prevent them were held.



Photo 1: Mr. Kagata conducts a presentation



Photo 2: Presentation by Belek

転圧コンクリート舗装の配合設計

- 1、転圧コンクリートの配合
- 2、配合設計例（転圧コンクリート舗装用）

加形 護 博士（工学）

1

RCCPでの要求性能

- ・締固めによる密度確保
- ・所要の路面性状確保（平たん性、肌目）

要求性能を満足させるために、

コンクリート(RCC)での対応としては、

- ・材料分離抵抗性、転圧施工性、フィニッシュビリティなどの
コンシステンシーを評価・管理することが重要である。

RCC: 著しく単位水量を減じた硬練りコンクリート

- ・少量の単位水量変化でコンシステンシーは著しく変化する
→ **コンシステンシー管理が難しい** → **普及阻害**

2

そこで、

本日、紹介する配合設計法では、以下の事項を再度説明する。

- ・ コンシステンシーの評価方法
- ・ 工学的配合因子: K_p 、 K_m の導入

K_p : 細骨材空隙ペースト充填率

K_m : 粗骨材空隙モルタル充填率

本配合設計方法は、施工性も考慮したものとなっている。

3

2-2 ペースト余剰係数 K_p 、モルタル余剰係数 K_m

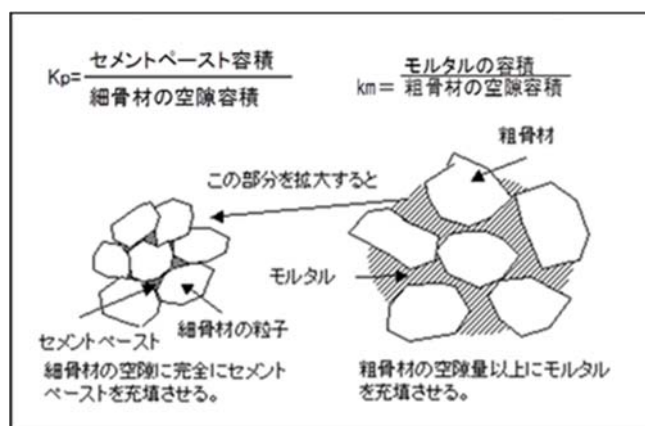


図-6.4.3 K_p 、 K_m の概念

- $K_p > 0.9$ 締固め易さ、コンシステンシーの経時変化、転圧時の骨材飛散
- $K_m \geq 1.7$ 材料分離抵抗性(プラントホッパ排出、D/Tからの荷おろし、AF数均し)
- ≤ 1.9 ローラ転圧時の収まり、微細空隙を充填するペースト量
(単位水量・セメント量)

4

1、 転圧コンクリートの配合

1-1 配合条件

(1) 配合強度 配合曲げ強度 $f_{br} = \text{配合強度 } f_{bp} \times \text{割増し係数 } p$

f_{bp} : (設計基準曲げ強度 f_{bk} + 締固め安全強度)

$$5.7\text{MPa} = (4.4 + 0.8) \times 1.09$$

(2) ワーカービリティー

コンシステンシー評価法：VC振動締固め方法

目標値：修正VC値 50秒

(3) 粗骨材の最大寸法 G_{max} : 20 (25) mm

細骨材：川砂、粗骨材：碎石

(4) 細骨材率 (S/a) 35~50% (42~43)

(5) 単位水量 (W) 90~115 (103) Kg/m^3

(6) 単位セメント量 280~320 kg/m^3 (300)

普通ポルトランドセメント

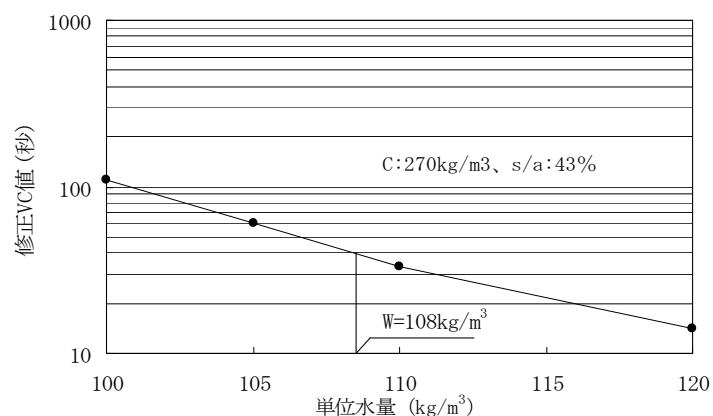
(初期凍害防止・早期交通開放：早強ポルトランドセメント)



5



振動締固め試験機



単位水量と修正VC値

$W=1\text{kg}/\text{m}^3$ で修正VC値は約5秒変化している

修正VC値: アクリル円盤半分に見えなくなるまでの時間(秒)

本配合設計方法では、RCCのコンシステンシー評価値として
振動締め固め試験による**修正VC値**を採用している。

6

11.1(2) 工学的配合因子 K_p 、 K_m の導入

K_p :セメントペーストの細骨材空隙充填率

セメントペーストの容積／細骨材の空隙容積

K_m :モルタルの粗骨材空隙充填率

モルタルの容積／粗骨材の空隙容積

良好な強度と耐久性を有するRCC

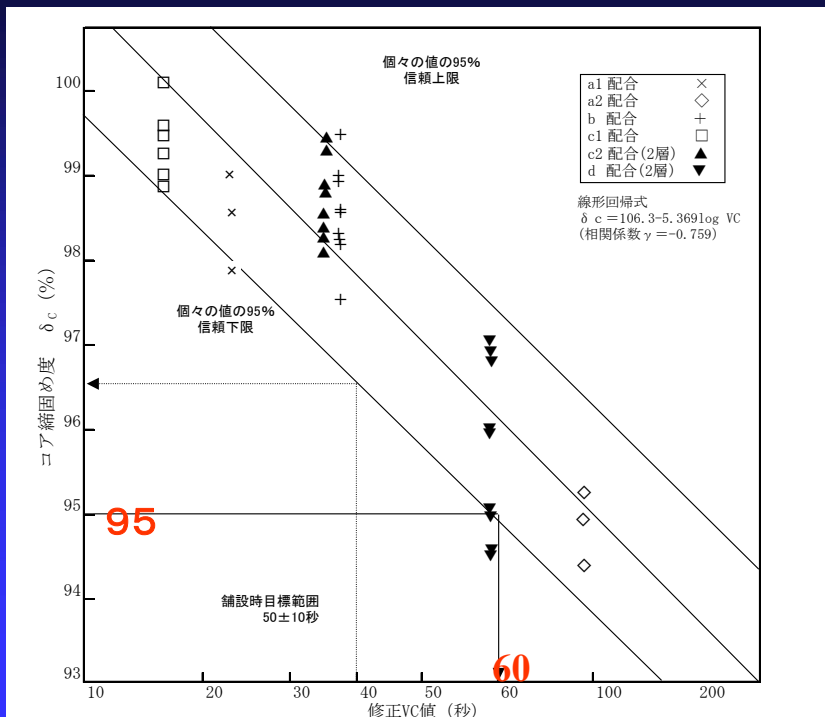
細骨材の空隙をペーストが、粗骨材の空隙をモルタルが充填し、空隙ができないように配合設計をすることが必要である。

→RCCの配合設計に K_p 、 K_m を導入している

7

フィニッシュビリティの評価

(1)コンシステンシーと締固め度

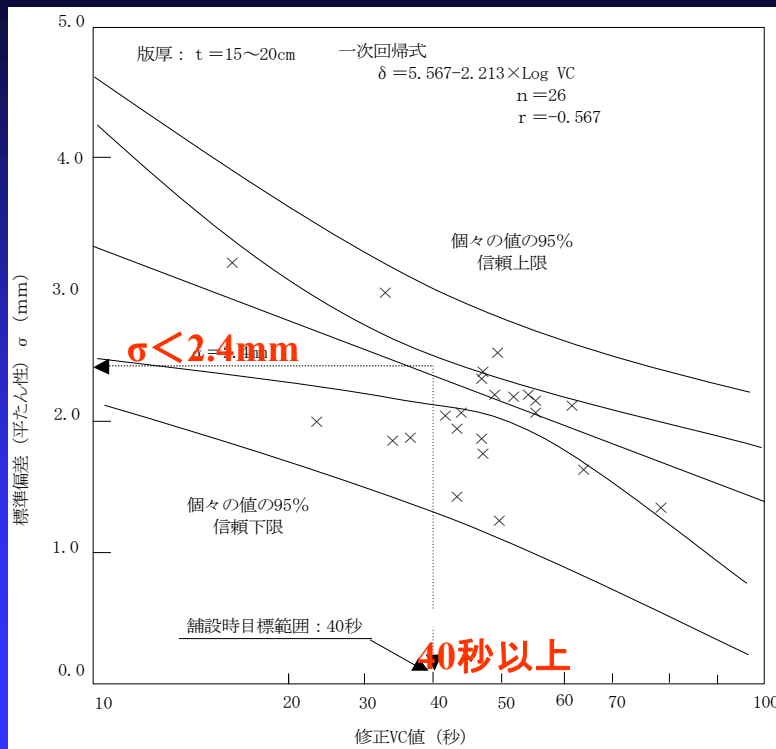


締固め度:95%

(締固め率93%)
以上とするには、
修正VC値を60秒
以下とする必要
がある。

8

(2) コンシステンシーと平坦性



転圧後の平坦性

$\sigma < 2.4 \text{ mm}$ 以下

→

修正VC値:

40秒以上

とする必要がある。

9

フィニッシュャビリティ

締固め密度、肌目(引きずり)、平たん性を

満足させる 舗設時のRCCのコンシステンシーとしては、

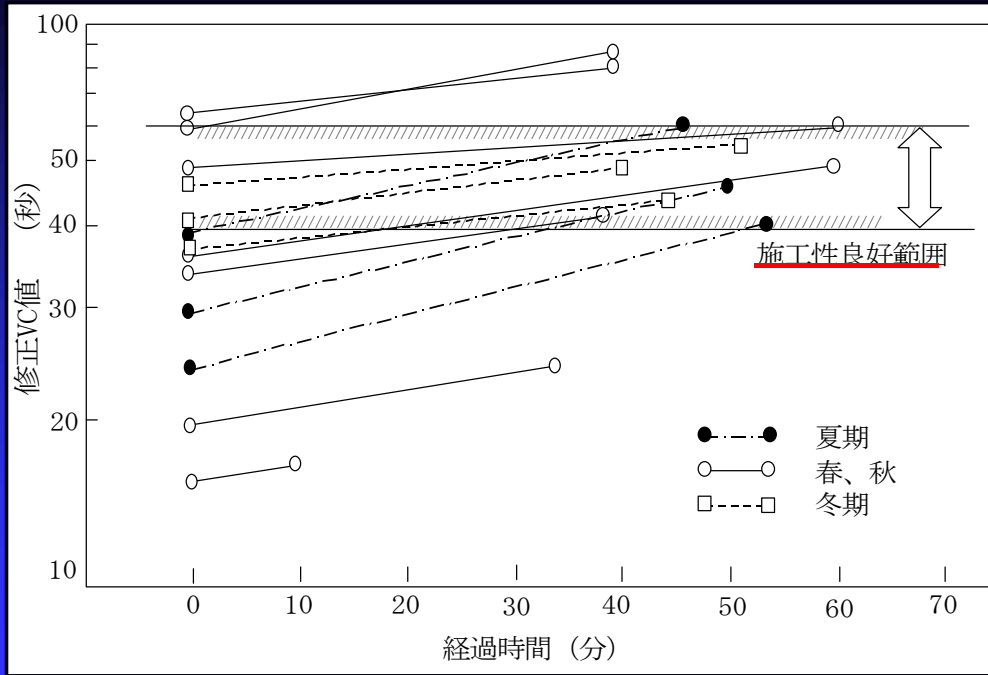
修正VC値: 40~60秒が適当である

引きずりは、
40秒以下で
多く発生した。

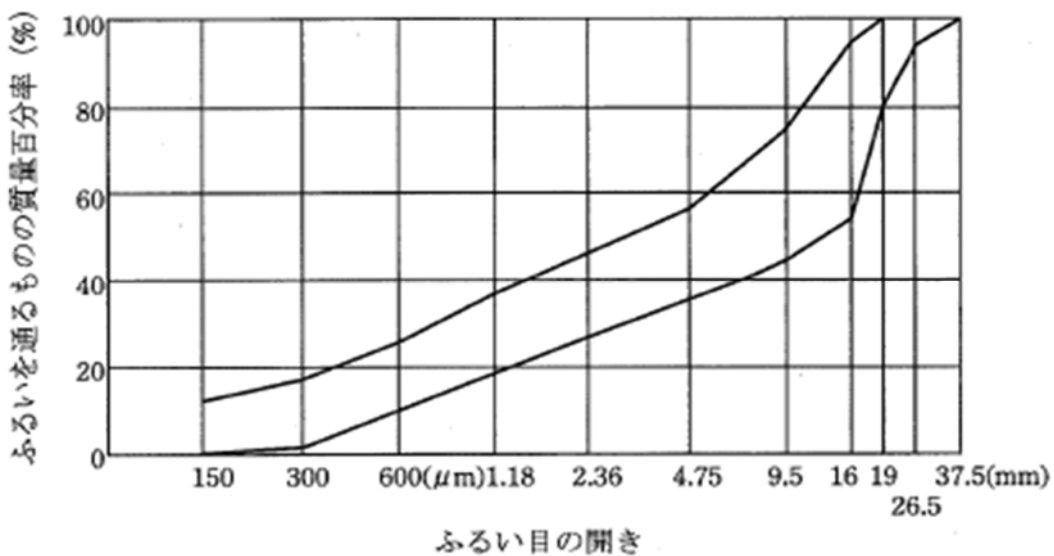


10

2.3 コンシステンシーの経時変化

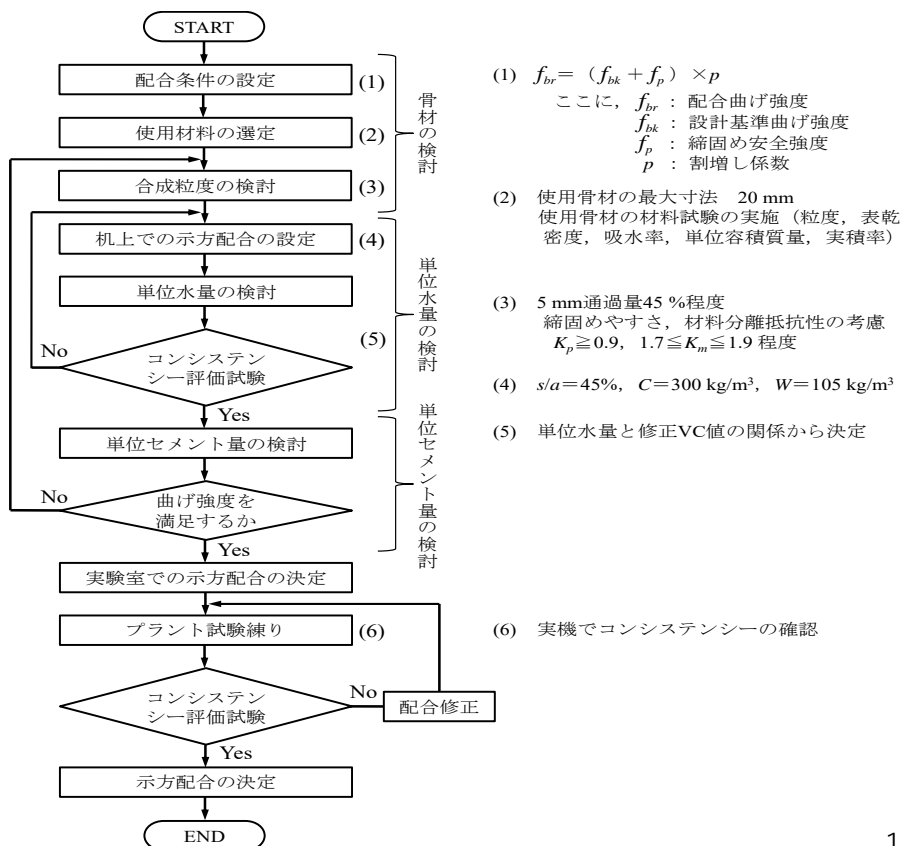


コンシステンシーは、気温なども含めた時間経過により変化する→配合設計に反映する必要がある



骨材合成粒度の範囲の例

(1) 一般的な手順



13

- ① 転圧コンクリートに用いる素材の品質を確認する。
- ② 机上で、これまでの経験にもとづく資料などを参考にし、設計条件・施工条件を満足する転圧コンクリートの品質が得られるような仮の配合を定める。
- ③ 上記で定めた配合をもとにして試験練りを行い、締固め率および材料分離抵抗性を考慮して適切な細骨材率を決定し、所要のコンシステンシーが得られる単位水量を決定する。
- ④ 決定した細骨材率と単位水量を用い、単位セメント量の異なるいくつかの転圧コンクリートの強度試験を行って水セメント比と強度の関係を求め、所要の強度が得られる単位セメント量を決定する。
- ⑤ 転圧コンクリートを製造するプラントで試験練りを行い、運搬中に生じるコンシステンシーの変化などを考慮し、上記で定めた室内配合を修正して示方配合を決定する。

14

(2) ペースト余剰係数 K_p 、モルタル余剰係数 K_m

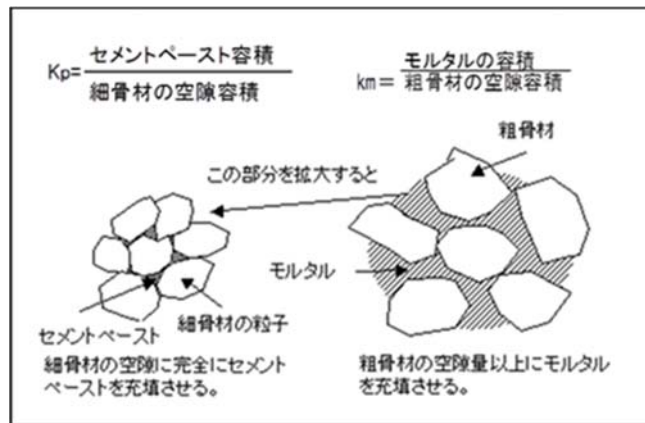


図-6.4.3 K_p , K_m の概念

- $K_p > 0.9$ 締固め易さ、コンシステンシーの経時変化、転圧時の骨材飛散
 $K_m \geq 1.7$ 材料分離抵抗性(プラントホッパ排出、D/Tからの荷おろし、AF数均し)
 ≤ 1.9 ローラ転圧時の収まり、微細空隙を充填するペースト量
 (単位水量・セメント量)

15

$$K_p = (W + C/\rho_c) / (S W_s \times V_s)$$

$$K_m = (W + C(\rho_G + S/\rho_s)) / (G W_G \times V_G)$$

ここに、

K_p : セメントペーストの細骨材空隙充填率 (ペースト余剰係数)

K_m : モルタルの粗骨材空隙充填率 (モルタル余剰係数)

W, C, S および G : それぞれ水, セメント, 細骨材および粗骨材の単位量 (kg/m^3)

W_s および W_G : 表乾状態の細骨材および粗骨材を十分締め固めた場合の単位容積質量 (kg/m^3)

V_s および V_G : 表乾状態の細骨材および粗骨材を十分締め固めた場合の空隙率 (%)

ρ_c, ρ_s および ρ_G : セメント, 細骨材および粗骨材の表乾密度

16

示方配合の表し方

種別	粗骨材の最大寸法 (mm)	コンシステンシーの目標値 (秒, %)	水セメント比 W/C (%)	細骨材率 s/a (%)	Kp	Km	単位量(kg/m ³)					単位容積質量 (kg/m ³)
							水 W	セメント C	細骨材 S	粗骨材 G	混和剤	
理論配合		-	-	-								
示方配合												
備考	(1) 設計基準曲げ強度 = MPa (2) 配合強度 = MPa (3) 設計空隙率 = % (4) セメントの種類 : (5) 混和剤の種類 :						(6) 粗骨材の種類 : (7) 細骨材の F.M. : (8) コンシステンシーの評価法 : (9) 施工時期 : (10) コンクリートの運搬時期 :					

[注1] コンシステンシーの目標値は、練混ぜ直後のものとする。

[注2] 単位容積質量は、単位量の合計量 (=W + C + S + G) である。なお、施工の締固め管理に用いる基準密度は、示方配合における単位容積質量 (ただし、単位は g/cm³ に換算する) とする。

付録2 配合設計例 (転圧コンクリート舗装用)

付表-3.1.1 コンクリートの品質基準

粗骨材の最大寸法 (mm)	材齢28日における設計基準曲げ強度	材齢28日における注1 配合曲げ強度(目標強度)	コンシステンシー注2 VC試験
20	4.4MPa	5.7MPa	修正VC値 50秒

[注1] 強度は、割増強度0.8MPa、割増係数1.09を考慮した値である。

[注2] 修正VC値は、舗設時の目標値であることから、配合試験では、プラントから舗設現場までのコンシステンシーロス (運搬時間) を考慮した、プラント出荷時における修正VC値を別途決定する。

付表-3.1.2 使用材料

名 称	種 類
セメント	普通ポルトランドセメント
細骨材	陸砂
細骨材	砕砂
粗骨材	碎石（最大寸法 20mm）
混和剤	AE減水剤

付表-3.1.3 使用骨材の一般性状

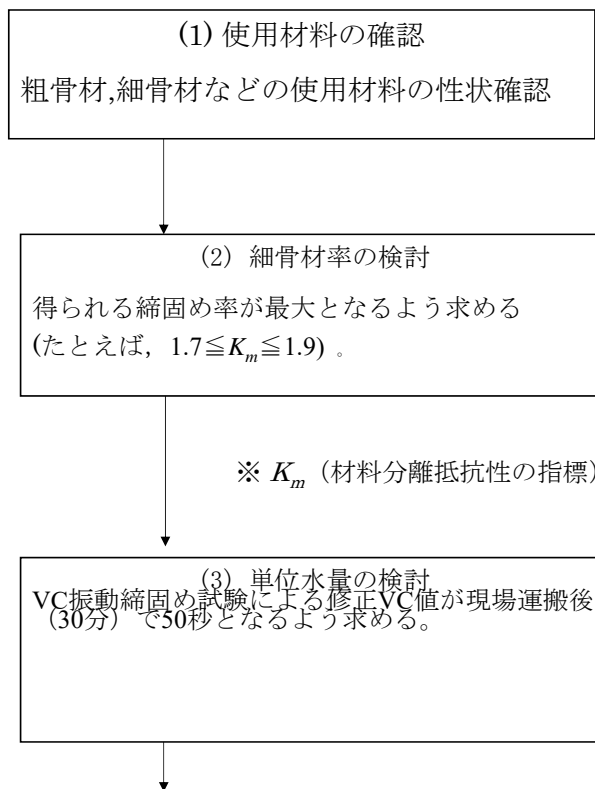
項目		粗骨材	細骨材	
		碎石	陸砂	砕砂
表乾密度	(g/cm ³)	2.64	2.59	2.60
吸水率	(%)	0.84	1.67	1.23
単位容積質量	(t/m ³)	1.59	-	-
実積率	(%)	60.8	-	-

19

付表-3.1.4 使用骨材の粒度

項 目		粗骨材	細骨材
		碎石2005	混合砂（陸砂6:砕砂4）
粒 度	通過質量百分率 (%)		
	30 mm	100	
	25	100	
	20	94	
	10	35	100
	5	6	93
	2.5	2	88
	1.2		67
	0.6		43
	0.3		17
	0.15		6
粗粒率 (FM)		6.63	2.86

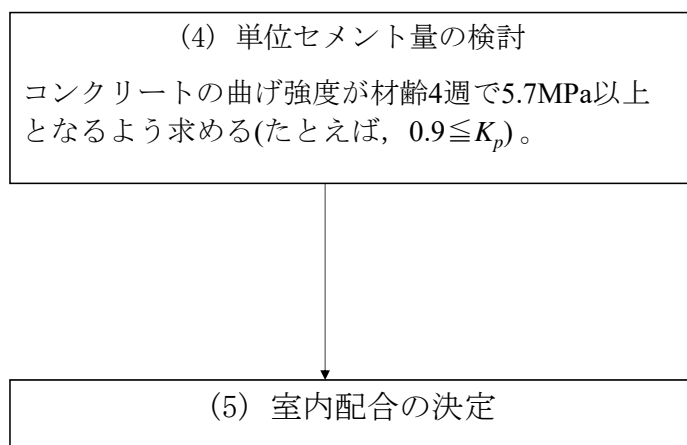
20



普通ポルトランドセメント使用
 単位水量一定 (100kg/m³)
 単位セメント量一定 (300kg/m³)
 細骨材率を3水準変化
 (41.0, 43.0, 45.0%)

単位セメント量一定 (300kg/m³)
 運搬時間を考慮 (30分)
 単位水量を3水準変化
 (W=95, 100, 105 kg/m³)

付図-3.2.1 配合設計の手順 (1)



単位セメント量を3水準変化
 (270, 300, 330 kg/m³)

※ 品質基準として要求されてはいないが、品質向上を目的としてコンシステンシー評価時において別途指標値 K_p , K_m について検討する。

付図-3.2.2 配合設計の手順 (2)

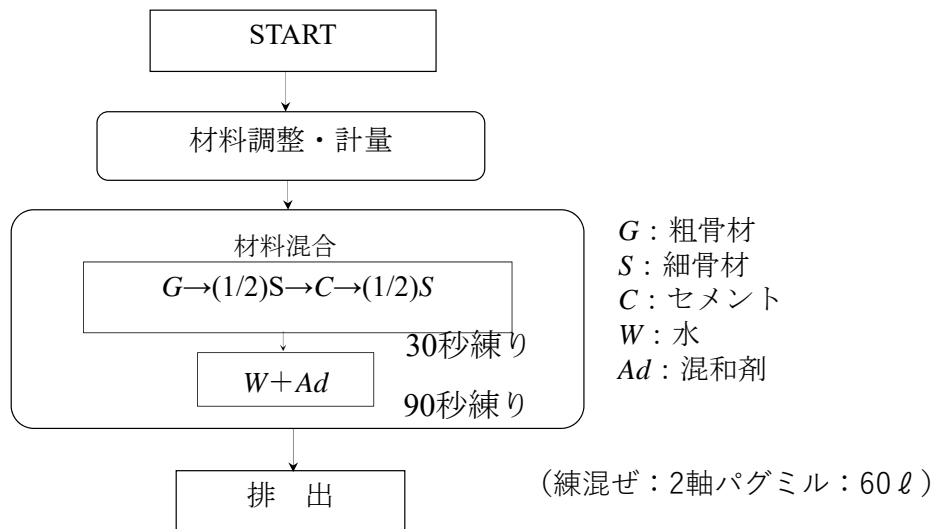
付表－3.2.1 試験項目および方法

種 別	試験項目	試験方法	備 考
細骨材率の検討	混合物の温度測定	温度計	1回／配合
	VC振動締固め試験		1回／配合
単位水量の検討	混合物の温度測定	温度計	1回／配合
	VC振動締固め試験		2回／配合 (運搬時間を考慮した修正VC値測定)
単位セメント量の検討	混合物の温度測定	温度計	1回／配合
	VC振動締固め試験		1回／配合
	コンクリートの曲げ強度試験	JIS A 1106	3本/材齢・2材齢/配合

〔注〕 VC振動締固め試験方法は、「舗装調査・試験法便覧 B072-2」による。また、転圧コンクリートの曲げ強度試験用供試体の作製方法は、「舗装調査・試験法便覧 B072-1」による。

付表－3.2.2 配合試験に使用する試験機器の例

名 称	仕 様 (例)
室内ミキサ	2軸パグミル型, 公称能力: 60L
VC試験機	振動数3000vpm, 振幅1mm, 重錘20kg
電動タンパ	回転数3000rpm, 起振力140kg
温度計 (棒状, デジタル)	100℃～0℃
曲げ強度試験用型枠	10cm×10cm×40cm



付図－3.3.1 室内練混ぜ方法

(2) 練混ぜ試験結果

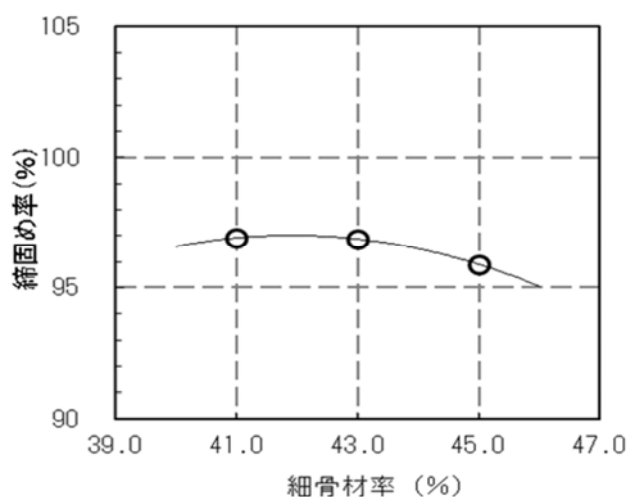
1) 細骨材率の検討

細骨材率の検討における試験結果を付表－3.3.1および付図－3.3.2，付図－3.3.3に示す。本検討では，細骨材率を練混ぜ後のコンクリートの状態や過去の実績から41.0，43.0，45.0%の3水準に変化させ，VC振動締固め試験で得られる締固め率および練上がり時のフレッシュ性状を考慮し，細骨材率を選定した。なお，細骨材率を決定する際の水セメント比は33.3%で固定し，単位水量は 100kg/m^3 ，単位セメント量は 300kg/m^3 とした。

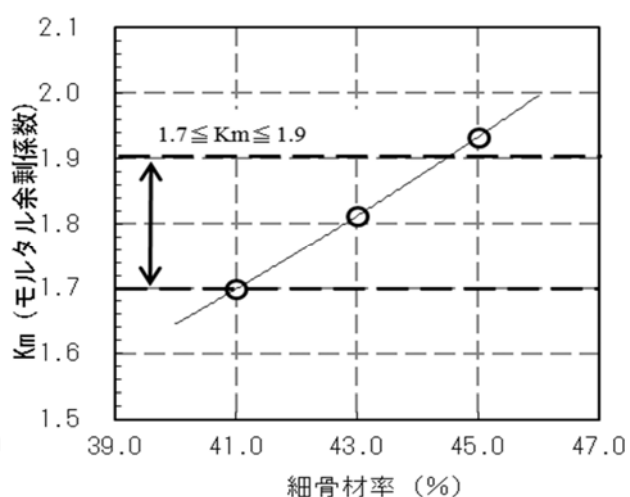
付表-3.3.1 V C振動締固め試験結果

細骨材率 (%)	湿潤密度 (g/cm ³)	理論密度 (g/cm ³)	締固め率 (%)	修正Vc値 (秒)	ペースト余剰係数 K_p	モルタル余剰係数 K_m	コンクリート温度 (°C)
41.0	2.437	2.515	96.9	34	1.13	1.70	15.1
43.0	2.436	2.515	96.6	38	1.08	1.81	16.1
45.0	2.412	2.515	95.9	43	1.03	1.93	16.4

27



付図-3.3.2 V C振動締固め試験結果

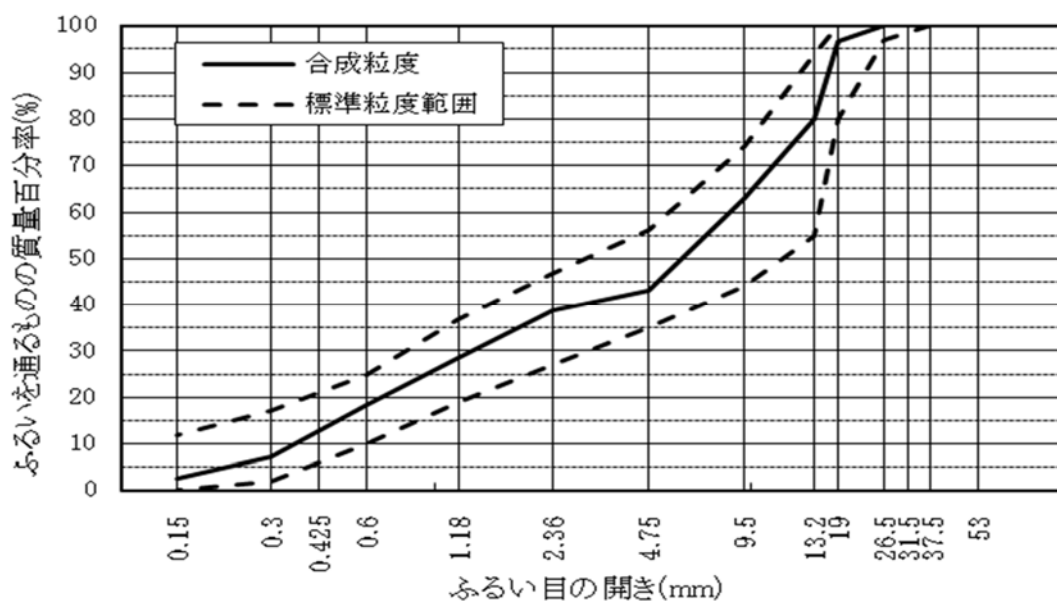


付図-3.3.3 細骨材率と k_m の関係

28

付図-3.3.2から、いずれの細骨材率においても締固め率は95%を超える結果となっており、3水準変化させた細骨材率における締固め易さは、ほぼ同程度であると考えられる。付図-3.3.3は骨材間隙に充填されたモルタル量を表わすモルタル余剰係数 (Km) と細骨材率との関係を示している。過去の実績より、転圧コンクリートの締固め性と材料分離抵抗性を確保するためには、Kmを $1.7 \leq Km \leq 1.9$ の範囲内に設定することが望ましく、試験を実施した細骨材率のうち、モルタル余剰係数 (Km) が中央値に近い細骨材率43.0%を決定細骨材率とした。

骨材合成粒度は付図-3.3.4に示すとおりである。



付図-3.3.4 骨材合成粒度

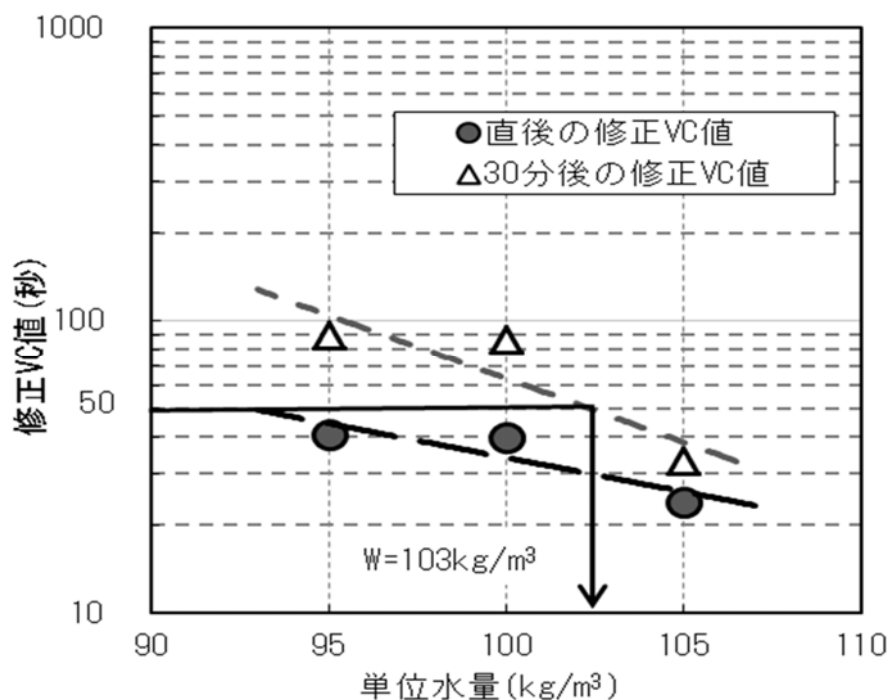
2) 単位水量の検討

単位水量の検討における試験結果を付表-3.3.2および付図-3.3.5に示す。単位水量の検討では、コンシステンシーの代表特性値である修正VC値により評価を行った。修正VC値は、一般に小さい値（10数秒程度）のフレッシュコンクリートは柔らかく、大きい値（1分程度以上）のフレッシュコンクリートは固いものと判断される。

本検討では、コンクリートプラントから現場までの運搬時間約30分を考慮し、練上がりから30分経過した試料において目標とする修正VC値を 50 ± 10 秒とし、目標値を満足する単位水量を選定した。また、材料の経時変化を確認するために、60分経過後の試料においても修正VC値を確認した。なお、単位水量を決定する際の暫定配合は、単位セメント量 $300\text{kg}/\text{m}^3$ および細骨材率43%とした。

付表-3.3.2 VC振動締固め試験結果
(練混ぜ直後、30分経過後、1時間経過後)

単位水量 (kg/m^3)	修正VC値(秒)			コンクリート温度 ($^{\circ}\text{C}$)
	練混ぜ直後	30分経過後	60分経過後	
95	41	90	—	18.6
100	40	86	117	18.5
105	24	33	67	18.4



付図-3.3.5 単位水量と修正VC値の関係

付図-3.3.5の試験結果から、単位水量は30分経過後の修正VC値が50秒程度となる単位水量103kg/m³とし、出荷時の目標コンシステンシーは、単位水量103kg/m³における修正VC値30±10秒とする。また、60分経過後の修正VC値は低下することが確認された。コンクリートプラントの構造上、混和剤の種類を変更することは困難であることから、コンシステンシーの経時変化については実機練りでさらに確認する必要がある。

3) 単位セメント量の検討

単位セメント量は、過去の実績などにより270, 300, 330kg/m³の3水準に変化させ、フレッシュコンクリートの性状確認および曲げ強度試験を実施して、目標曲げ強度5.7MPa（材齢28日）を満足する単位セメント量を求めた。また、曲げ強度試験用供試体作製時の目標締固め率は96.0%とした。なお、各水準における単位水量は、セメント量の増減によるコンシステンシーを同程度とするため、単位セメント量270kg/m³では101kg/m³（-2kg/m³）、単位セメント量330kg/m³では105kg/m³（+2kg/m³）として練混ぜを行った。

① フレッシュコンクリートの性状確認

曲げ強度試験用供試体の作製に当たり、各配合におけるフレッシュコンクリートの性状を確認するため、VC振動締固め試験を行った。試験結果を付表-3.3.3に示す。

付表-3.3.3 フレッシュコンクリートの性状確認結果

単位セメント量 (kg/m ³)	湿潤密度 (g/cm ³)	理論密度 (g/cm ³)	締固め率 (%)	修正VC値 (秒)	ペースト 余剰係数 K_p	モルタル 余剰係数 K_m	コンクリート温度 (°C)
270	2.419	2.508	96.5	27	1.05	1.78	20.1
300	2.426	2.510	96.7	25	1.13	1.82	20.4
330	2.451	2.512	97.6	34	1.21	1.87	20.4

① 曲げ強度試験

材齢7日および28日における曲げ強度試験結果を付表－3.3.4（材令7日），
付表－3.3.5（材令28日）に示す。

付表－3.3.4 曲げ強度試験結果（材令7日）

単位セメント量 (kg/m ³)	水セメント比 (%)	ペースト 余剰係数 K_p	モルタル 余剰係数 K_m	No.	最大荷重 (kN)	曲げ強度 (MPa)	
						測定値	平均値
270	37.4	1.05	1.78	1	17.0	5.10	5.12
				2	17.5	5.25	
				3	16.7	5.01	
300	34.3	1.13	1.82	1	19.1	5.73	5.46
				2	16.9	5.07	
				3	18.6	5.58	
330	31.8	1.21	1.87	1	21.8	6.54	6.40
				2	22.4	6.72	
				3	19.8	5.94	

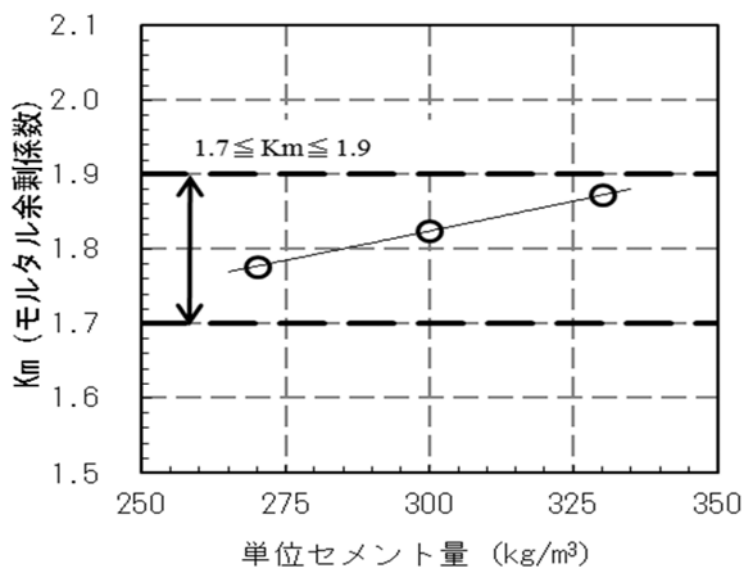
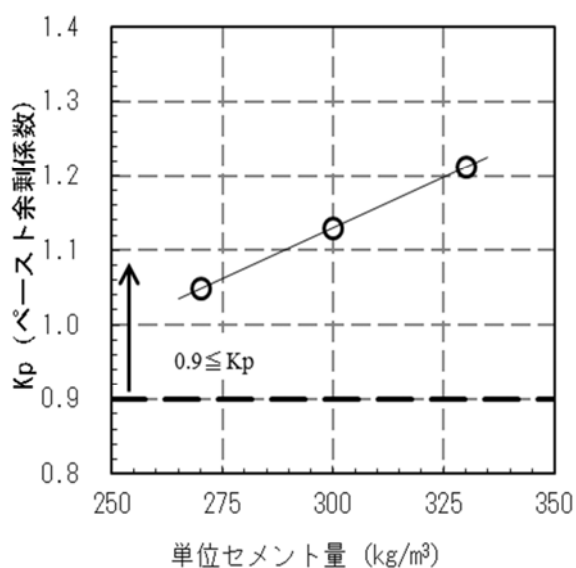
37

付表－3.3.5 曲げ強度試験結果（材令28日）

単位セメント量 (kg/m ³)	水セメント比 (%)	ペースト 余剰係数 K_p	モルタル 余剰係数 K_m	No.	最大荷重 (kN)	曲げ強度(MPa)	
						測定値	平均値
270	37.4	1.05	1.78	1	18.4	5.52	5.59
				2	18.3	5.49	
				3	19.2	5.76	
300	34.3	1.13	1.82	1	21.6	6.48	6.35
				2	18.9	5.67	
				3	23.0	6.90	
330	31.8	1.21	1.87	1	25.7	7.71	7.46
				2	26.7	8.01	
				3	22.2	6.66	

付表－3.3.5から，各単位セメント量における材齢28日における曲げ強度は，
単位セメント量300kg/m³で目標配合強度を上回る結果となった。

38



付図-3.3.6 単位セメント量とKpの関係

付図-3.3.7 単位セメント量とKmの関係

次に、単位セメント量と K_p （ペースト余剰係数）、 K_m （モルタル余剰係数）との関係をそれぞれ付図-3.3.6、付図-3.3.7に示す。舗設時の材料分離抵抗性やコンシステンシーの経時変化、あるいはフィニッシュビリティおよび長期的なスケーリングなどに対する耐久性を考慮すると、 $K_p \geq 0.9$ 、 $1.7 \leq K_m \leq 1.9$ であることが有効であり、単位セメント量はモルタル余剰係数（ K_m ）が中央値に近いのが望ましい。なお、今回の工事では、施工中の気温やコンクリート運搬時の渋滞および転圧時の骨材飛散などを考慮すれば、 K_p の値は大きい方が望ましい。そこで、当該工事では、過去の経験から、仕上がり表面性状なども考慮して、 K_m は中央値の1.8程度、また K_p は1.1程度となるような配合を選定することとした。以上の結果から単位セメント量は 300kg/m^3 とする。

4) 室内配合の選定

以上の検討結果より、本工事で使用する転圧コンクリートの配合は付表-3.3.6に示す配合とする。ただし、本工事を実施する前に、実際に製造を予定しているコンクリートプラントにて実機試験練りを行い、適宜配合の修正を行うこととする。

付表-3.3.6 転圧コンクリートの示方配合

種別	粗骨材の最大寸法(mm)	コンシステンシーの目標値 修正VC値(秒)	水セメント比 W/C (%)	細骨材率 s/a (%)	Kp	Km	単位量(kg/m ³)					単位容積質量(kg/m ³)
							水 W	セメント C	細骨材 S	粗骨材 G	混和剤	
理論配合	20	出荷時：30±10秒 現場到着時：50±10秒	-	-	-	-	103	300	900	1207	0.75	2510
示方配合	20	出荷時：30±10秒 現場到着時：50±10秒	34.3	43	1.13	1.82	99	288	864	1159	0.72	2410
備考	(1) 設計基準曲げ強度 = 4.4 MPa (2) 配合強度 = 5.7 MPa (3) 設計空隙率 = 4 % (4) セメントの種類 : 普通ポルトランドセメント (5) 混和剤の種類 : AE減水剤						(6) 粗骨材の種類 : 砕石2005 (7) 細骨材のF.M. : 2.86 (8) コンシステンシーの評価法 : VC振動締固め方法 (9) 施工時期 : 4月 (10) 転圧コンクリートの運搬時間 : 30分					

[注] 転圧コンクリートの施工における締固めの管理は、締固め度（締固めたコンクリートの湿潤密度と基準とする湿潤密度との比）で行う。この場合、基準密度は、一般に配合設計で基準とした締固め率（通常は96%）における密度とする。

**Title: Minutes of Meeting on RCCP Mixing
WS No.5**

Date	April 11, 2019
Venue	MOTR, Isanov Str. 42
Participant	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kalabin Yaroslav – Chief Engineer of Tokyo Rope 2. Kulova Nazgul – Assistant of Tokyo Rope 3. Suerkulov Kanat - Engineer of Tokyo Rope 4. Ibraimov Nurdan – Engineer of Tokyo Rope 5. Abdyrashym kyzy A – Head of AMD (Asset Management Department) 6. Mukanbentov D – Chief Engineer DEU-25 7. Israilov J. – Specialist RD 8. Esentaeva - Head of Laboratory (concrete plant) 9. Yuzo Mizota - Project Manager 10. Kagata Mamoru – RCCP Expert 11. Imanalieva D. – Director Test Stroy 12. Kalabin Alexandr - Executive Director of Most Group 13. Osmonaliev Samar – Volunteer 14. Kalygulov Belek – Assistant 15. Sotobaeva Jamilya – Interpreter
Contents of Meeting	<ul style="list-style-type: none"> • Presentation on composition and condition of concrete required for RCCP was held. • Example of finished mixture is given.



Photo 1: Mr. Kagata conducts a presentation on concrete mixing



Photo 2: Presentation to representatives of private companies and RMD staff



Photo 3: Mr. Kagata explains to the participants about the composition of the concrete condition.



Photo 4: Discussion about concrete mixing