

第6回 PC 橋に関する日越ジョイントワーク ショップと南北高速道路パッケージ J3 工事視察

紙永 祐紀*1・伊藤 均*2・睦好 宏史*3

1. はじめに

日本とベトナムのプレストレストコンクリート（以下、PC）橋に関するワークショップは、日本のPC技術の海外での更なる発展を目的に、公益社団法人プレストレストコンクリート工学会（以下、PC工学会）とベトナム運輸省傘下の交通科学技術研究所（Institute of Transportation Science and Technology, 以下 ITST）の共催により、2007年に第1回¹⁾が開催されて以来、2015年の第5回^{2, 3, 4)}まで、2年ごとにワークショップが開催されてきた。これらのワークショップの成功を受けて、2017年9月にベトナムのダナンにおいて第6回のワークショップが開催された。

本稿では、第6回ワークショップと併せて開催されたPC工学会とITSTの相互協力に関する会議、現地の橋梁と斜張橋のモニタリング室の視察、さらにはホーチミン市郊外にて建設が進められている、南北高速道路パッケージJ3工事の橋梁視察について報告する。

2. 全体スケジュール

第6回ワークショップの開催にあたっては、これまでと同様に、PC工学会の国際対応小委員会が担当した。ワークショップと橋梁工事視察は、2017年9月18日～21日の4日間で開催された。日本からは、国際対応小委員会の委員長である睦好教授をはじめ、合計16名が参加した。

表-1に全体スケジュールを示す。第1日目にホーチミン市郊外にて建設中の南北高速道路パッケージJ3工事の視察を行った。その後、ダナンへ空路により移動し、第2日目にワークショップが開催され、第3日目の午前PC工学会とITSTとの会議が開催された。また、第3日目の午後と第4日目には、開催地であるダナンの橋梁と斜張橋のモニタリング状況を視察した。

表-1 全体スケジュール

日時	イベント
9月18日(月)	南北高速道路パッケージJ3工事視察
9月19日(火)	ワークショップ(全12編講演)
9月20日(水)	PC工学会とITSTとの会議 斜張橋モニタリングの視察
9月21日(木)	ダナンの橋梁視察

3. ワークショップ

今回のワークショップのテーマは、ITSTの要望を受け、PC橋のモニタリング、橋梁の検査・診断、鋼橋の補強、鉄道橋に関するものであった。前回のテーマは、PC橋のモニタリング、検査、補修および補強であったことから、維持管理に関する関心は引き続き高く、今回は都市内の高架橋で採用される鋼橋および更新が計画されている南北間の鉄道ならびに新規計画されている高速鉄道などの鉄道橋への関心が高くなっている。

発表論文は、日本側から6編、ベトナム側から6編の合計12編であり、報告集(写真-1)には、英語とベトナム語に2カ国語で掲載されている。

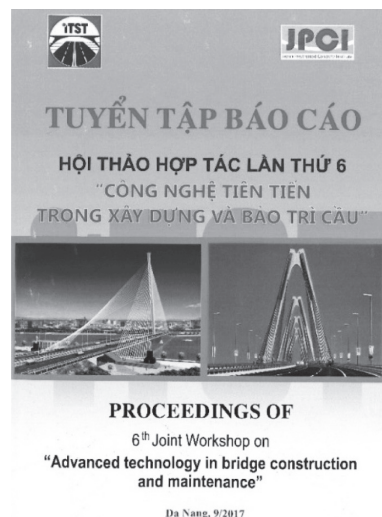


写真-1 報告集表紙

ワークショップの報告集に掲載された12編の論文は、表-2に示すプログラムにしたがって発表された。発表は英語で行われ、説明用スライドは2つのスクリーンに英語およびベトナム語で映された。

日本からは、斜材の保全、斜材損傷時の安全性、鋼橋の維持管理と補修・補強、鋼橋のCFRP補強、光ファイバーによる計測、鉄道橋の設計・計画について発表が行われた。ベトナムからは、PC鋼材の腐食、橋梁のモニタリング、耐候性鋼材を用いた橋梁、鉄道橋の建設、橋梁の施工の新技術についての発表が行われた。

*1 Yuki KAMINAGA: 三井住友建設(株) 土木本部 土木設計部

*2 Hitoshi ITO: 八千代エンジニアリング(株) 総合事業本部 構造・橋梁部

*3 Hiroshi MUTSUYOSHI: 埼玉大学大学院 理工学研究科 教授

表 - 2 ワークショップのプログラム

8:45 - 9:15	Conservation of Stay Cable System for Cable-Stayed Bridges 酒井 秀昭 (中日本高速道路)
9:15 - 9:45	Corrosion Evaluation of Prestressed Cables in Prestressed Bridges in Vietnam Nguyen Thai Khanh (ITST)
9:45 - 10:15	Safety of Cable Supported Bridges Subjected to Cable-loss Incidents Nguyen Thi Mai (埼玉大学)
10:30 - 11:00	Maintenance and Retrofitting of Steel Bridges in Japan 鈴木 俊光 (エムエムブリッジ)
11:00 - 11:30	Repair Method for Steel Bridges on Expressways using CFRP Sheet 広瀬 剛 (高速道路総合技術研究所)
11:30 - 12:00	Application Research of the FRP Material for repairing and strengthening of RC Bridges in Vietnam Pham Thai Hoang (ITST)
13:45 - 14:15	The Situation of Bridge Structural Health Monitoring in Vietnam Bui Xuan Hoc (ITST)
14:15 - 14:45	Optical Fiber Sensor Measuring Tendon Force Distribution 齋藤 公生 (鹿島建設)
14:45 - 15:15	The Assessing Use of Weathering Steels in Bridge Construction in Vietnam Le Quy Thuy (ITST)
15:30 - 16:00	The Current Situation and Concern Issues on the Construction of Reinforced Concrete and Prestressed Concrete Bridges on National Railways in Vietnam Do Huu Thang (ITST)
16:00 - 16:30	The current situation on design and plan of railway bridges in Japan 田中 直樹 (八千代エンジニアリング)
16:30 - 17:00	Application of Advanced Technologies for Prestressed Reinforced Concrete Bridge Construction and Testing in Vietnam Nguyen Trung Thanh (ITST)

今回のワークショップには、ITSTの技術者、MOT（ベトナム交通省）、およびダナン工科大学の学生、現地企業など、全体で約80名の参加者があり、すべての講演について活発な意見交換が行われた。日本の発表に対してベトナムから、各工法に関する基準の有無の質問や各工法の詳細に関する質問が多く、実用化への意欲と日本の技術および維持管理に対する関心の高さがうかがわれた。ワークショップの開催状況を写真-2に、PC工学会とITSTおよびMOTからの参加者の集合写真を写真-3に示す。



写真 - 2 ワークショップ開催状況



写真 - 3 ワークショップ開催状況

4. PC工学会とITSTとの相互協力に関する会議

ワークショップの翌日、9月20日の午前に開催されたPC工学会とITSTとの合同会議には、日本から12名、ベトナムから12名が出席した。会議の開催状況を写真-4に示す。会議ではまず、前日に開催されたワークショップについての意見交換と議論が行われた。

会議では、斜材の点検ロボット、損傷の評価方法についての質問や、光ファイバーを用いた計測技術、鋼橋の炭素繊維補強などについて多くの議論があり、維持管理や補修、補強技術に関する関心の高さが伺われた。また、鉄道橋の更新や高速鉄道の新規建設を計画しており、日本の鉄道橋に関する技術を参考にしたいという要望があった。また、会議では、住友電工の木戸氏からECFストランドなどの耐久性に配慮した最新のPC鋼材について紹介が行われた。

会議の最後には次のワークショップの開催について討議を行い、2年後に次のワークショップを開催することになった。テーマはベトナム側からの要望である鉄道橋と新しい橋梁技術に関する内容で実施することになった。



写真 - 4 意見交換会の開催状況

5. 斜張橋およびモニタリングの視察

5.1 チャンティリー橋

意見交換会の終了後にITSTスタッフの案内により、ダナンにある斜張橋とそのモニタリング状況を視察した。ダナン市街には街の中央を南北にハン川が流れており、ダナン市街地と海側をつなぐための橋梁がいくつか架かっている。本橋はそのうち上流側に位置する橋梁で、ベトナムの

伝統的な帆船をイメージしてデザインされている（写真 - 5）。本橋は、橋長 731 m、幅員 34.5 m の PC 斜張橋で、主径間長は 230 m である。主塔は独立した 1 本柱構造で、主径間の背面側に 12 度傾斜している。図 - 1 に主桁断面概要図を示す。主径間部は広幅員の主桁を 1 面吊りで支持しており、トラス構造を用いた断面となっている。背面側の支間は斜材に支持されておらず、支間 50 m の連続桁で 2 主箱桁断面となっており、柱頭部では桁間横桁で接続されている。背面側の斜材は 2 方向に広がる形で橋台部に定着されており、主塔側での定着は、主径間側の斜材 1 本に対して背面側の斜材 2 本が交差定着する構造となっている。

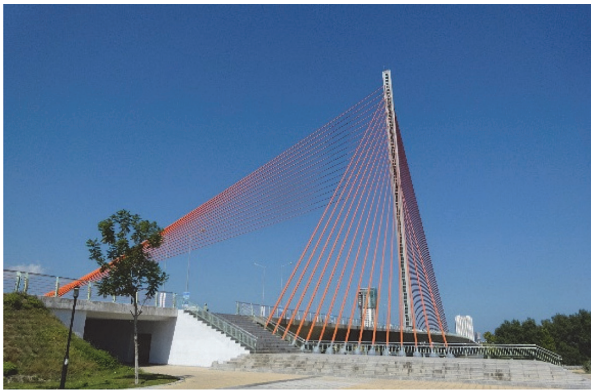


写真 - 5 チャンティリー橋全景

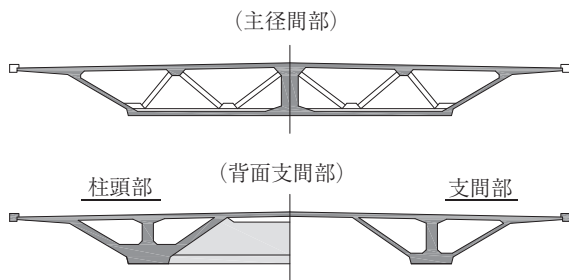


図 - 1 主桁断面の概要図

橋梁視察に合せてモニタリング状況の視察を行った。風速、気温、湿度、部材と斜材の温度、斜材張力と加速度、主桁と主塔のひずみと加速度、支承変位が計測されており、各計測データは、橋台背面に設けられたモニタリング室にて収集、管理されている。モニタリング室には人員が常駐しており、計測値が設定した上限値を超えた場合には、警告音が出るようになっている。

5.2 フェ交差点橋

本橋は、ダナン国際空港の北側に位置し、国道 1 号線と南北統一鉄道が交差するフェ交差点における交通事故の削減や渋滞の緩和のために建設された大規模な 3 層構造の立体交差橋である（写真 - 6）。地表面の 1 層目は南北統一鉄道と 2 車線の道路、2 層目は 4 車線の環状道路、3 層目が PC 斜張橋となっており、橋長 180 m の主橋と、橋長 381.4 m のアプローチ橋で構成されている。主径間長は 90 m × 2 径間、幅員は 19.8 m で、主桁断面は図 - 2 に示すような 2 面吊りのエッジガーダー形状となっている。



写真 - 6 フェ交差点橋全景

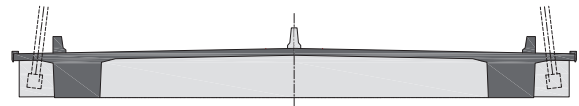


図 - 2 主桁断面の概要図

本橋では、気温、部材と斜材の温度、斜材の張力と振動、主桁と横桁および主塔のひずみを計測しており、橋梁下に設置されたモニタリング室（写真 - 7）で計測データは収集、管理されている。



写真 - 7 橋梁下に設置されたモニタリング室

6. 南北高速道路パッケージ J3 工事視察

ワークショップの前日である 9 月 18 日に、ホーチミン市郊外にて南北高速道路パッケージ J3 工事の視察を行った。ホーチミン市は、ベトナム南部にある同国最大の経済都市で、近年の急速な経済発展に伴い、貨物交通量の伸びが著しく、交通渋滞が深刻化している。今後もさらなる交通需要の増加が予測されており新たな高速道路整備が進められている。

本工事は、南北高速道路のうち、ホーチミン郊外で計画されている長大斜張橋の建設工事で、日本の政府開発援助 (ODA) により建設されている。三井住友建設とベトナムのシエンコ 4 との共同企業体により施工されており、工事の総延長は 3 186 m で橋梁延長は 2 982 m である。そのうち主橋の橋長が 599 m、主橋に通じる西側と東側のアプローチ橋の橋長がそれぞれ 852 m、連結橋が 679 m となっている。

主橋は、最大支間長 300 m、主塔高さ 140 m の 3 径間 PC 斜張橋である。図 - 3 に主橋の側面図、図 - 4 に主桁断面図を示す。幅員は 30.1 m、桁高は 2.8 m で、移動作業車による張出し架設で施工される。上流には国際港があり、

大型のコンテナ船が頻繁に航行する河川内で、高さが135 mを超える主塔を施工する難工事である。視察時は、柱頭部の施工が完了し、クライミングフォームによる主塔の施工が進められていた（写真 - 8）。柱頭部上からは、同じく日本のODAにて施工が行われているJ1工事とJ2工事を遠景に見ることができた（写真 - 9）。

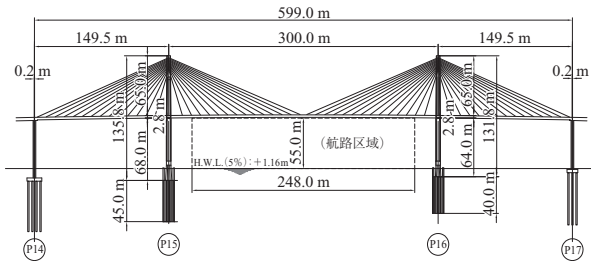


図 - 3 主橋側面図

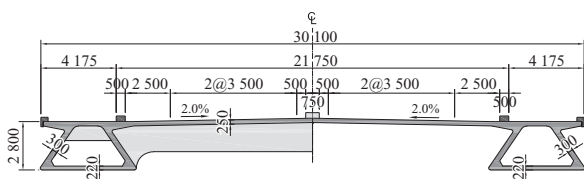


図 - 4 主桁断面図



写真 - 8 主塔の施工状況

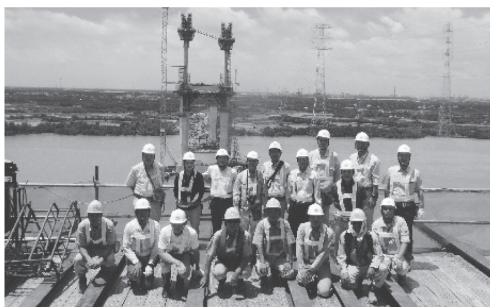


写真 - 9 柱頭部上での集合写真

本橋の主桁の断面形状は、通常とは上下逆の台形になっているためウェブ外面に気泡が生じやすい。そのため、コンクリート配合には特に配慮されており、試験練りを9回実施している。また、実施工の打設条件を水平距離換算した750 mのポンプ圧送試験を実施するなど、入念な試験施工を行いコンクリートの配合が決定されている。現地には、実施工を模擬して試験施工を実施した実物大の供試体（写真 - 10）が展示されており、コンクリート表面の状態は良く、品質に対する配慮が感じられた。

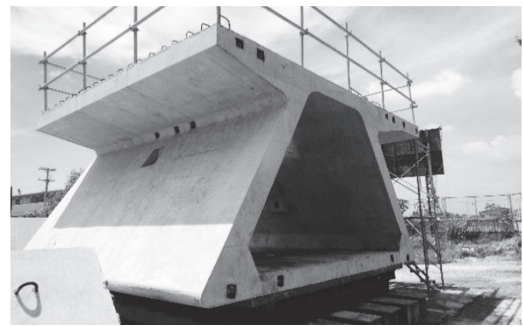


写真 - 10 実物大の試験施工供試体

アプローチ橋は852 m × 2連のPC箱桁橋（写真 - 11）と、679 mのスーパーT桁橋からなっている。PC箱桁橋は張出架設が順調に進められていた。アプローチ橋のうちスーパーT桁は、高圧線の移設工事の遅延により一時中止していたそうだが、視察時には移設が完了し施工を再開していた。



写真 - 11 アプローチ部PC箱桁橋の施工状況

7. おわりに

今回のワークショップを通して、ベトナムでは急速にインフラ整備が進むなかで、維持管理に対する課題を多く抱えていることを感じた。今後もベトナムとの技術交流を進めることで、日本のPC技術がベトナムにおける橋梁の建設および維持管理に貢献することを期待する。

本ワークショップの開催にご協力をいただいたITSTのスタッフの方々、ホーチミンでの工事視察にご協力いただいたJ3工事の澤田所長をはじめとする工事関係者の皆様に、この場を借りて感謝の意を表する次第である。

参考文献

- 1) 睦好宏史, Ha Minh: 日本-ベトナムのPC橋に関するワークショップ, プレストレストコンクリート, No.50, No.1, pp.66-70, 2008
- 2) 睦好宏史, 斉藤公生: 第3回日本-ベトナムのPC橋に関するワークショップ, プレストレストコンクリート, No.54, No.1, pp.62-64, 2012
- 3) 斉藤公生: 第4回日越ワークショップとベトナムの橋梁視察, プレストレストコンクリート, No.56, No.1, pp.68-61, 2014
- 4) 二井谷教治, 睦好宏史: 第5回日越ワークショップとラックフェン国際港アクセス道路・橋梁工事視察, プレストレストコンクリート, No.58, No.2, pp.81-83, 2016

【2017年11月16日受付】