

台湾・フィリピン道路・橋梁視察

REPORT ON STUDY TOUR FOR ROAD STRUCTURES AND BRIDGES IN TAIWAN AND PHILIPPINES

江頭 慶三*
Keizo Egashira

1. はじめに

2016年11月に一般社団法人日本橋梁建設協会の視察団の一員として台湾とフィリピンの道路や橋梁を見学・調査した。視察行程を表-1に示す。また、台湾最大の鋼構造ファブのCHINA STEEL STRUCTURE CO., LTD. (正式名称: 中國鋼鐵結構股份有限公司, 以下CSSCという)の工場見学と、フィリピンではJICA, ADB, および日本大使館を訪問し、意見交換などの貴重な機会を得た。本文ではこれらの調査結果と、意見交換から得たインフラ整備の現状や課題について報告する。

2. CSSC 訪問

2.1 高雄工場概要

CSSCの概要を表-2に示す。高雄工場は敷地面積451,000m²、建屋面積58,000m²の広さを有し、親会社は1971年創立の台湾最大の製鉄会社のCHINA STEEL CO., LTD. (正式名称: 中國鋼鐵股份有限公司, 以下CSCという)である。CSSCは1978年に設立されたが、業務拡大のため、親会社の敷地内から2012年に現在の場所へ移転している(写真-1)。主な生産品目は橋梁や、高層ビル・工場・プラントの鉄骨、運搬機械である。近年は橋梁の仕事が10%以下に減り、工場見学の際、組立中の橋梁を見学することはできなかった。製作ラインのレイアウトや加工・溶接などの方法は日本の工場とほぼ同じといった印象であったが、溶接ロボットなどの技術は日本のファブからの協力を得て、今後導入予定とのことであった。

また、CSSCは短工期でかつ大量の鋼構造製品の生産・据付けを得意としているが、品質や安全管理、および環境への配慮にも力を入れており、ISOを始めとして欧米の規格認定や技術資格を多数取得するなど、最新技術の導入だけでなく、品質保証や企業責任に対しても意識が高く、世界標準の企業を目指している。

2.2 台湾および周辺諸国の橋梁計画

CSSCはこれまで日系企業と手を組んで、台湾国内での工事をいくつか実施した経緯があり、最近では海外のODA案件でも一緒に対応しているとのこと。しかし、溶接量の少ないプレートガーダーなどは輸送費を加えると

表-1 視察行程

行程	
11月6日(日)	成田→高雄(現場視察)
7日(月)	高雄→台中(CSSC訪問, 現場視察)
8日(火)	台中→台北(現場視察)
9日(水)	台北観光(故宮博物館, 九份)
10日(木)	台北→マニラ(JICAフィリピン事務所訪問)
11日(金)	マニラ(日本大使館, ADB訪問, 市内視察)
12日(土)	スベック・クラーク・ターラック道路視察
13日(日)	マニラ→成田

表-2 CSSC (中國鋼鐵結構股份有限公司) 概要

本社所在地	台湾 高雄市
工場所在地	高雄, 台南, 昆山 (中国 江蘇省), プノンペン
資本金	NT\$20億 (円換算約73億)
従業員数	354人
売上高	2014年 NT\$119億, 2015年 NT\$91億
生産量	約180,000ton/年 (4工場合計)
主な橋梁, 鉄骨工事の実績	橋梁: C904A 林口龜山段北上線高架橋, 新發大橋, 高屏溪河川橋等 鉄骨: 台北101金融センター超高層ビル, 東京晴海客船ターミナル等



写真-1 CSSC 高雄工場全景

現地ファブとの競争には勝てず、鋼製橋脚のように溶接量が多く、高い品質が求められるものであれば可能性が見出せる。今後プノンペンの工場設備と技術力向上を図ることや、海外の地元ファブとの協同による競争力確保が課題とのことであった。

また、台北の淡江川の河口に「淡江大橋」が計画されているが、建設費が低予算のため、日系企業は興味を示していない。台湾では日本の工事費の半分程度で請け負う場合があるとの説明を聞き、台湾国内で日系企業が工事を受注するハードルの高さを実感した。また、国内の架橋プロジェクトは日本と同様に多くない。

* 技術本部 技術研究室

表-3 駒井ハルテックが製作・架設・補修に関わった橋梁

	所在地	橋梁形式	橋名	橋長(m)	主径間(m)	鋼重(t)	完工年
1	台北	中路式5径間連続ランガー補剛鋼床版桁	関渡大橋	809	165	6,000	1984
2	南投	上路式ランガー桁	雲龍橋	134	100	600	1985
3	桃園	鋼床版箱桁	後池堰橋	550	120	3,300	1987
4	台北	斜張橋	圓山水管橋	140	72	420	1988
5	台北	アーチ橋	基隆水管橋	98	98	420	1988
6	台北	複合斜張橋	重陽大橋	385	200	5,000	1990
7	台北	鋼床版箱桁	華江大橋	540	60	16,000	1993
8	林口	斜張橋	林口斜張橋	50	29	ケーブルのみ 4t	1998
9	南投	アーチ橋	貢寮大橋	80	79	ケーブルのみ 9t	1999
10	南投	アーチ橋	員林橋	67	66	ケーブルのみ 6t	1999
11	南投	斜張橋	猫羅溪橋	167	118	18,000	2001
12	花蓮	ニールセンローゼ橋	立霧溪橋	512	150	7,000	2001
13	南投	PC斜張橋	集鹿大橋	240	120	ケーブル補修のみ 330t	2005

2.3 駒井ハルテックの台湾国内での橋梁建設の実績

弊社ではこれまでに現地ファブへの技術指導・協力、または元請けとして台湾の橋梁工事に関わってきている。その実績を表-3に示す。今回の視察で訪れることはできなかったが、この表中の4,5番目の水管橋は弊社がCSSCに協力して施工されたものである。



写真-2 高屏溪河川橋

3. 視察した橋梁について

今回台湾で視察した主な橋梁を紹介する。写真-2は高雄近郊の高屏溪河川橋である。施工者は日本と台湾の建設会社、および日本のファブのJVである。構造形式は鋼コンクリート複合斜張橋であり、180mのPC箱桁の径間と330mの鋼箱桁の径間を有している。河川上にある鋼箱桁の現場継手は全て溶接であり、桁下からの印象は非常に良好であった。架設は図-1に示すとおり、主塔付近の陸地部で地組されたブロックを架設済みの主桁を利用してハンギング運搬し、先端部のリフティングトラベラに盛り替えて引き上げる工法が採用され、頻繁に生じる河川の洪水に対する安全性が確保された¹⁾。河川内にベントや栈橋の設置が制限される現場では、低コストで有効な工法の一つと考えられる。

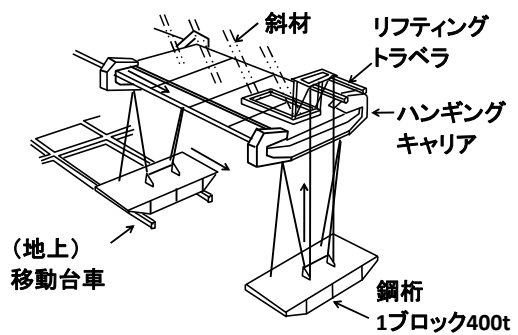


図-1 架設先端部のハンギング運搬工法¹⁾

次に、C904A 林口亀山段北上線高架橋(写真-3)は、上下合計6車線の高速道路上を斜めに横断する高架橋である。構造形式は3径間連続鋼床版箱桁橋であり、跨道部の支間長は216mで、この部分の架設は図-2に示すような回転横取り工法が採用された。この工法には日本製の専用スライドジャッキが採用され、その際、日本のファブの技術協力も得ている。なお、本橋では主桁の横取り移動中であっても、桁下の高速道路は交通量が多いため通行止めされていない。この作業を完遂するためには、相当の安全対策と入念な準備が必要であり、そのための高い意識と技術を保有していると感じた。



写真-3 C904A 林口亀山段北上線高架橋

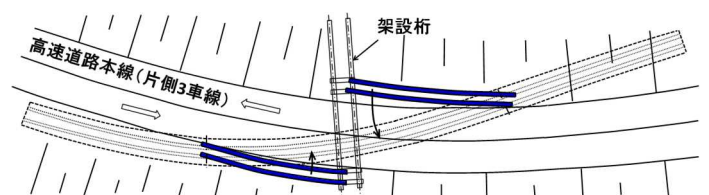


図-2 回転横取り工法概要図

4. 台湾の道路整備の現状

写真-4のように、台北の河川上では大規模な高架橋群を目の当たりにし、日本の都市部以上の規模で圧倒された。古い構造物は少なく、日本と同様、ある時期に構造物の老朽化が集中して顕在化することが危惧される。このように道路整備が進んでいるため、台湾での新規の道路整備や架橋プロジェクトは多く無いと実感した。

台湾での移動は台湾高速鉄道を利用した。日本の新幹線技術が採用されているため、乗り心地は東海道新幹線とほぼ同じである。そして、最後に故宮博物館や多くの日本人が訪れる九份を観光して、フィリピンへ移動した。



写真-4 台北の二重疏洪道付近の高架橋群

5. JICA(独立行政法人 国際協力機構)フィリピン事務所訪問

フィリピンに対する JICA の国別 ODA 円借款供与額は、2015 年度はインドに次いで 2 番目となっており、その援助方針はフィリピンの持続的経済成長、生活・生産基盤の安定、およびミンダナオ島の平和と開発である(図-3)。特に運輸・交通インフラ整備に対する期待が高く、これは後述するが、マニラ首都圏の交通の混雑緩和と通勤圏の拡大が喫緊の課題となっているためである(図-4)。

意見交換の席上では具体の事業として、マニラ首都圏における立体交差事業と主要橋梁の耐震補強事業が予定されている説明を受けたが、中国、韓国、またはローカルの企業が多く受注している実態があり、日本企業は高い技術力を必要とする工事でのみ勝負できる状況にある。

その他、フィリピン国公共事業道路省(DPWH)では島嶼間架橋プロジェクト構想もある。今後は大きな橋梁建設市場として注目していく必要がある。

6. 日本大使館訪問

現在のフィリピンは中国を抜き、6~7%前後の経済成長率を維持していること、およびアキノ政権からドゥテルテ大統領への交代後も、積極的にインフラ整備に注力されている説明を大使館側より受けた。また、整備事業の中には国内の財閥系企業が PPP 方式で実施した例がある。

意見交換では、高い施工技術を有する重交通路線上の立体交差事業などで日本企業の活躍が期待されていること、および ODA 案件は日本企業の参加が有利であるので、橋建協会各社に対し、JICA や ADB にも足を運んで、積極的な営業活動を期待したいと激励を受けた。

7. ADB (アジア開発銀行) 訪問

ADB は途上国融資用財源として、通常資本財源(OCR: 中所得国向け)とアジア開発基金(ADF: 低所得国向け)の2つを設けているが、日本はそれらへの出資・拠出額

JICA's OPERATION : PRIORITY AREAS

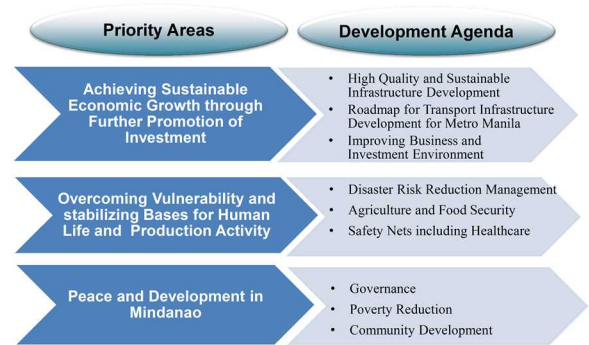


図-3 JICA のフィリピン支援

JICA's OPERATION : TRANSPORT INFRASTRUCTURE

JICA has been continuously supporting transport infrastructure projects focusing on Metro-Manila and it's surrounding areas.

In 2014, Government of the Philippines, with the support from JICA, created "Roadmap for Transport Infrastructure Development for Metro Manila".

Background	Vision and Approach
<ul style="list-style-type: none"> Objective To formulate "Transportation Infrastructure Roadmap" for sustainable development of Metro Manila and its surrounding areas Outputs ➢ Long-term Roadmap towards 2030 ➢ Short-term Roadmap towards 2016-2020 ➢ Priority projects Chronology ➢ Study Period: March 2013 – March 2014 ➢ NEDA Board Approval: June 2014 ➢ Continuous cooperation on its implementation confirmed by PM of Japan and President of the Philippines: June 2015 	<ul style="list-style-type: none"> 5 NOs for Mega Manila ➢ No traffic congestion ➢ No households living in high hazard risk areas ➢ No barrier for seamless mobility ➢ No excessive transport cost burden for low-income groups ➢ No air pollution Approach ➢ Connectivity of Metro Manila, Region3 and Region4-A ➢ Connectivity with global market ➢ Strengthening connectivity through transport development and industry location strategies

図-4 JICA が示す運輸・交通インフラ整備のロードマップ

が加盟国の中で最大であり、日本人専門スタッフも 150 人を超えて、アメリカと並ぶ最大勢力となっている。総裁は初代より日本から輩出しており、存在感は大きい。

ADB は広くアジア太平洋地域の途上国支援を行っているが、フィリピンに対しては JICA と役割分担を明確化し、共同で複数案件の支援を行っている。しかし、インフラ整備の案件では、日本企業が工事を受注する機会が極めて少ない。フィリピンだけでなく、東南アジア全般にも言えることであるが、品質よりも低コストでインフラ整備を早く充実させることが優先されている。相手国のニーズを良く理解することも重要である。

8. マニラ市内視察

8.1 道路事情

マニラ市を含む 17 の自治体から成る行政地域（図-5）はメトロマニラ（マニラ首都圏）と呼ばれており、その面積は 639km² で東京 23 区とほぼ同じであるが、そこに 1,188 万人の人口（出典：Wikipedia, 2015 年調べ）が集中し、人口密度は約 18,600 人/km² で東京 23 区の 15,000 人/km² を大きく上回っている。鉄道は国鉄と、写真-5 に示すように、車両がやや小型の LRT（Light Rail Transit）と MRT（Metro Rail Transit）が各方面へ伸びているが、その他にも市民の移動手段として、路線バスやジープニー（写真-6）と呼ばれる乗り合いタクシーに自家用車も加わり、街中の道路は常時渋滞している状況である（写真-7）。また、交通マナーというものは存在しないようで、多くの車は車線変更を繰り返し、割り込みは早い者勝ちという状況である。クラクションは常時あちこちで鳴り響いていたが、争いに進展することはないようである。

交通標識は日本とよく似た図や記号を用いたものに加え、言葉で直接説明するものも多い（写真-8）。大きな交差点では渋滞緩和のため、信号があっても交通整理が行われている（写真-9）。これは、車のナンバー末尾の番号で平日昼間の市内走行を制限する制度のチェックも兼ねているようである。驚くことに、写真-10 のように、街中では散弾銃を構える警官が数多く見られた。これが銃社会フィリピンの普段の姿と感じさせられた。

次にメトロマニラ中心部の道路、鉄道、および今回の視察で訪問した箇所を図-6 に示す。滞在したホテルは日本大使館、JICA、ADB から近距離の場所であり、メトロマニラの中では最も整備が進んだ地域にある。しかし交通事情は同じで、金曜日の夕刻の時間帯ということもあり、ADB からホテルに戻るのにチャーターバスで 2 時間を要した。距離が 7km 程度であるので、徒歩よりも遅い状況である。これはメトロマニラ中心部を東西に流れるパッシング川に架かる橋梁数が少なく、これらに交通が集中することが要因の一つと考えられる。

さらに、この国の労働施策の最大の特徴である約 1000 万人の在外フィリピン労働者（OFW）からの送金に支えられた国内の個人消費が経済成長を支えており、一人あたりの GDP（国内総生産）が \$ 3,000 に届くと同時にモータリゼーションを迎えて交通渋滞に拍車をかけている。なお、NEDA（国家経済開発庁）の発表では、現時点での渋滞による経済損失は 1 日あたり約 80 億円と報告されており、排気ガスによる大気汚染も問題となっている。したがって、メトロマニラ周辺は今後の一層の車の増加や人口の増加に備えつつ、市民の移動を安全かつ容易に

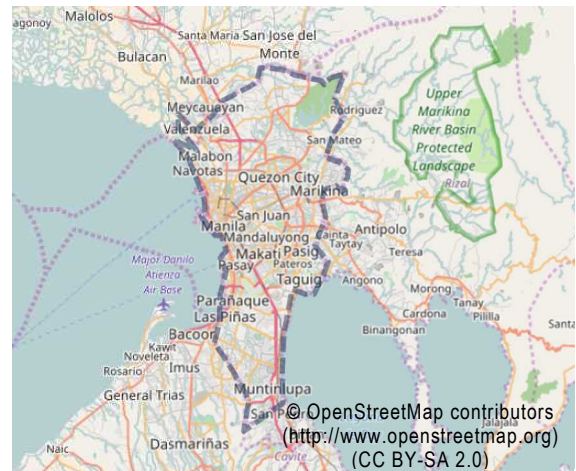


図-5 メトロマニラ



写真-5 M.R.T



写真-6 ジープニー



写真-7 街路の渋滞状況



写真-8 道路標識



写真-9 交差点での交通整理状況

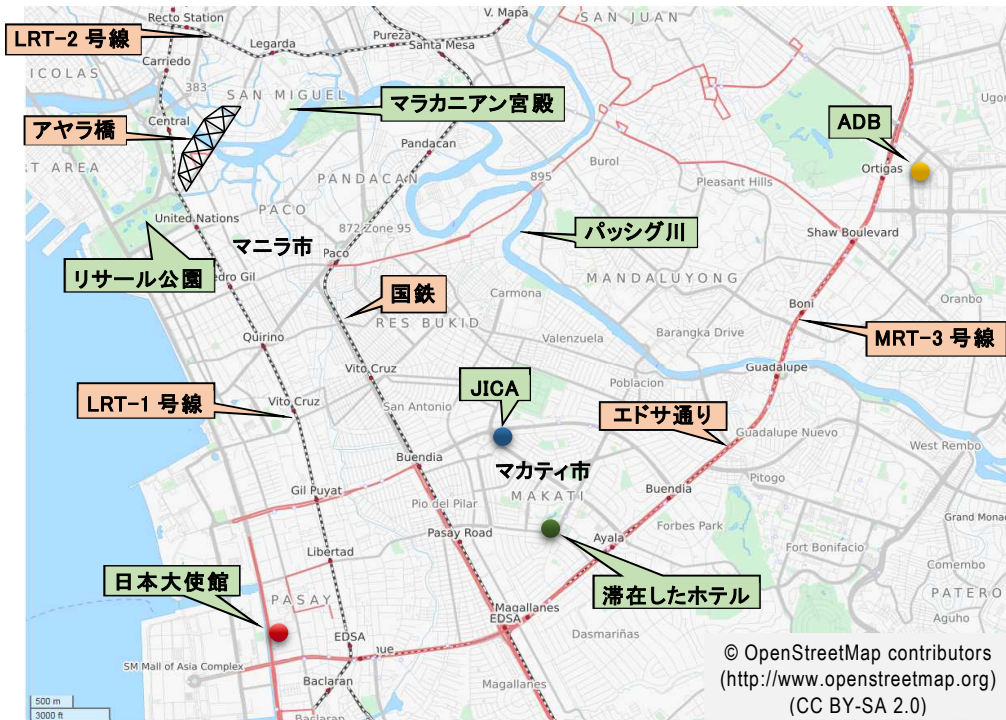


図-6 メトロマニラ中心部の道路と鉄道および訪問箇所

するためのインフラ整備が喫緊の課題であり、大気汚染対策を含めて日本の協力が求められている。

8.2 橋梁視察

市内周辺の橋梁や道路構造物としては LRT, MRT, 高架道路やアンダーパスがある。今回の視察で格段に整備が進んでいた通りの一つにエドサ (EDSA) 通りが挙げられ、塗装したコンクリートの高架橋が多く見られた。これは国際的な行事に備えて化粧をしたものであり、予防保全が目的ではない (写真-11, 12)。

鋼橋に関しては、ランドマーク的存在として、マカラニアン宮殿とリサール公園の間にあるアヤラ橋が有名である。本橋は 1906 年に民間 (アラヤ財閥) の資金も投入されて建設された歴史的な橋梁であり、補修・補強が加えられて現在も供用されている (写真-13)。建設当時は 2 主構の単純下路トラス橋 2 連であったが、第二次世界大戦後にアメリカ軍によって拡幅・補強が行われ、珍しい 3 主構のトラス橋となっている (南側支間長 62.4m, 北側支間長 74.5m)。2004 年には、腐食・損傷が顕著になったことからフィリピン政府の要請を受けて JICA によって本橋の健全度調査と補修・補強の立案と決定までが行われたと報告されている²⁾。

この他にも地元ファブで製作・架設された曲線の鋼桁桁の高架橋があり、彼らの技術も相当進んでいることが理解できた。現状では、都市内交通の渋滞緩和を目的とした重交通路線上での難度の高い立体交差事業などに日本企業の活路を見い出すしかないようである。



写真-10 街路警備の警官



写真-11 コンクリート橋脚の塗装



写真-12 コンクリート上部工の塗装



写真-13 アラヤ橋 (中央分離帯にも主構がある)

9. マバラカット周辺視察

最終行程は図-7 に示すスービツ・クラーク・タルラック高速道路（通称 SCTEX と呼ばれる）とマバラカット周辺の橋梁の視察であった。SCTEX は中部ルソン地域の経済発展を目的に円借款により建設され、2008 年に開通している。ここでは、日本企業によって建設された耐候性鋼材（裸仕様）の少数主桁橋を視察したが、周辺一帯には 1991 年のピナツボ火山の大噴火による火山灰が現在も大量に滞積していた。当時は降雨による火山泥流が度々生じたため、架設は送出し工法を採用している。

次に、SCTEX と並行して走る国道で、火山災害の復旧工事として 1998 年に日本企業が建設したニールセンアーチ橋（Bamban 橋）の見学を行った（写真-14）。この橋も耐候性鋼材が使用され、床組み以外は簡易な塗装（有機ジンク+変性エポキシ樹脂 2 層：75+120 μ ）が施されている。供用後 20 年で添接部の塗膜は劣化が進み、日本が協力した橋としてこのまま放置されるのは忍びない。当初から焦げ茶色の塗装か錆び促進処理などの対策が良かったのではないだろうか。また、手の届く金属部品の多くは持ち去られていた（写真-15）。橋の下にはバラック小屋があり、生活困窮者の多い地域での留意点である。

最後に、1944 年に大日本帝国海軍の神風特別攻撃隊が初めて飛び立った当時のマバラカット飛行場跡を訪れ、追悼後に全員で記念撮影を行って視察を締めくくった（写真-16）。付近には米軍によって架けられたと考えられる軍用の人力による組立トラス橋（Bailey Bridge）がそのまま残っており、この場所が大切に保存されていることに日本人として感謝の念を持った。

10. おわりに

今回の視察団には海外のインフラ整備に関わりたいという意気込みを持つ若い技術者が多かった。弊社にも同じ志を持つ者がおり、是非ともその夢を実現し、国際貢献の一役を担ってもらいたい。

最後に、視察団の計画・準備をいただいた橋建協事務局の皆様、現地では JICA, ADB, そして日本大使館の皆様、さらに現地ガイドの皆様に厚く御礼を申し上げます。

参考文献

- 1) 張, 夏, 陳, 牧本, 木川, 池田, 河野: 高屏溪河川橋 (台湾第二高速道路) の施工, 橋梁と基礎, Vol.34, pp.2-8, 2000.5.
- 2) 中村, 戸次, 横山, 五瀬: 橋梁の構造再生計画—マニラ・アラヤ橋の橋梁延命技術—, 橋梁と基礎, Vol.38, pp.23-27, 2004.11.

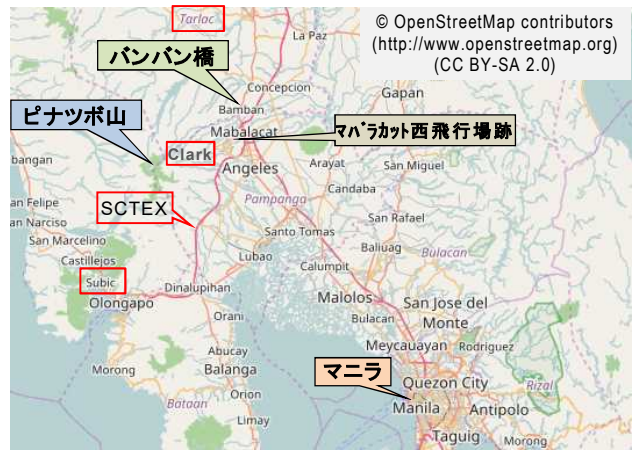


図-7 マバラカット周辺の視察箇所



写真-14 Bamban 橋



写真-15 手が届く範囲の落橋防止装置定着部の盗難



写真-16 神風特攻隊慰霊碑前での記念撮影