

(39) ナギリアン橋 (フィリピン) の施工

住友建設(株)	P C設計部	正会員	○藤坂 賢治
日本工営(株)	コンサルタント国際事業部		市川 敏夫
住友建設(株)	国際事業部		田原 一光

1. はじめに

フィリピンの交通システムは、道路輸送に大きく依存している状態である。したがって、厳しい自然環境のなかで、洪水や地震などの災害に対して橋梁が脆弱であれば、フィリピンの社会経済活動に多大な影響を与えることになる。そこで、橋梁の維持補修の観点から30余りの橋梁(ナギリアン橋を含む)が緊急補修あるいは再構築の対象として選定された。この背景をもとに、本プロジェクトはOE C Fの海外援助協力の一環として遂行された。本稿では、海外での橋梁新設工事・旧橋撤去工事の施工を報告する。

2. プロジェクト概要

Project Name : PHILIPPINES-JAPAN HIGHWAY LOAN PROJECT  
 REHABILITATION AND MAINTENANCE OF BRIDGES ALONG  
 ARTERIAL ROADS PROJECT  
 SAN PABLO AND NAGUILIAN BRIDGES PROJECT

Employer : REPUBLIC OF THE PHILIPPINES  
 DEPARTMENT OF PUBLIC WORKS & HIGHWAYS

Consultant : NIPPON KOEI CO.,LTD.

Contractor : SUMITOMO-ATARI JOINT VENTURE

ナギリアン橋の工事概要:

橋長: 687.8m  
 全幅: 9.2m (車道7.32m+歩道1.5m)  
 基礎工: 場所打ち杭  $\phi=1.2\sim 1.5m$ ,  $L=20\sim 25m$ ,  $n=167$ 本  
 上部工: 5径間連続ラーメン箱桁橋 (60m+3@85m+60m=376m)  
 3径間連結T桁橋 (3@39m) - 2連, 2径間連結T桁橋 (2@39m)

主要数量: コンクリート 35,500m<sup>3</sup>  
 鉄筋 4,700t  
 P C鋼材 300t  
 盛土 117,000m<sup>3</sup>

仮設備: 仮栈橋 373m ハッチングプラント 30m3/h

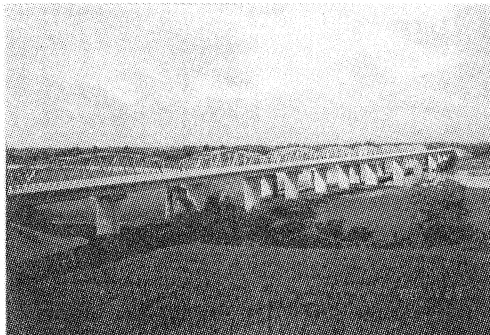


写真-1 新設橋と旧橋 (鋼トラス橋)

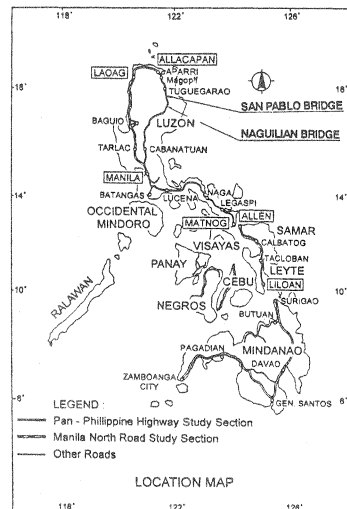


図-1 位置図

3. コンクリート工

主要コンクリートの配合のスペックと配合設計を表-1に示す。CLASS “Y” が上部工の主桁コンクリートで、設計基準強度は 6000 p s i (約 42 N/mm<sup>2</sup>) である。コンクリートの種別は普通ポルトランドセメントを使用しており、単位セメント量は最小規定 520 k g/m<sup>3</sup> に対して、プレストレスングのための所要強度 ( $\sigma = 4000 \text{ p s i}$ , 約 28 N/mm<sup>2</sup>) を得るために 560 k g/m<sup>3</sup> とした。

表-1 コンクリートの配合設計

I. DESIGN SPECIFICATION REQUIREMENTS						
CLASS OF CONCRETE	MAX. SIZE OF AGG.	MIN. CEMENT PER CU.M.	MAX. W/C RATIO	CONSISTENCY RANGE IN SLUMP	MINIMUM COMP. STRENGTH @ 28 DAYS, PSI	APPLICATION
2A	25 mm	10 bags	0.50	4 - 8 "	4000	Concrete Pile Cast in place Drilled Holes
3A	25 mm	9.5 bags	0.50	2 - 4 "	4000	Columns of Main P.C. Box Girder
Y	19 mm	13 bags	0.40	4 " (maximum)	6000	Reinforced Conc. Box Girder
A	50 mm	9 bags		1½ - 3 "	3500	PCCP

III. ADOPTED DESIGN MIX PER CUBIC METER									
CLASS OF Concrete	AGGREGATES				CEMENT		WATER	ADMIXTURE (liters)	
	FA (kg)	3/4 (kg)	3/8 (kg)	G1 (kg)	(kg)	(bags)	(liters)	P-300-R	RH-60
2A	882	694	300	-	400	10 (min)	160	1.20	-
3A	882	792	200	-	380	9.5 (min)	150	1.14	-
Y	804	770	86	-	560	14	160	-	6.72
A	757	476	122	604	360	9 (min)	150	1.08	-

IV. DATA FROM PRELIMINARY TEST:

a. FINE AGGREGATES

- Fineness Modulus : 3.00
- Specific Gravity : 2.70
- Moisture Content, % : 6.32
- Absorption, % : 2.25
- Type of Cement : Type I
- Brand of Cement : Union Portland
- Admixture : P-300-R

b. COARSE AGGREGATES:

- Specific Gravity : 3/4 = 2.73 ; 3/8 = 2.73
- Moisture Content, % : 3/4 = 1.12 ; 3/8 = 1.29
- Absorption, % : 3/4 = 0.79 ; 3/8 = 1.29
- Unit Weight ( kg/ m<sup>3</sup> ) : 1647
- Water Source : deepwell

c. ADMIXTURE

- P-300-R : 250-350 ml / 100 kgs. of cement
- RH-60 : 0.70-1.20 ltrs / 100 kgs. of cement

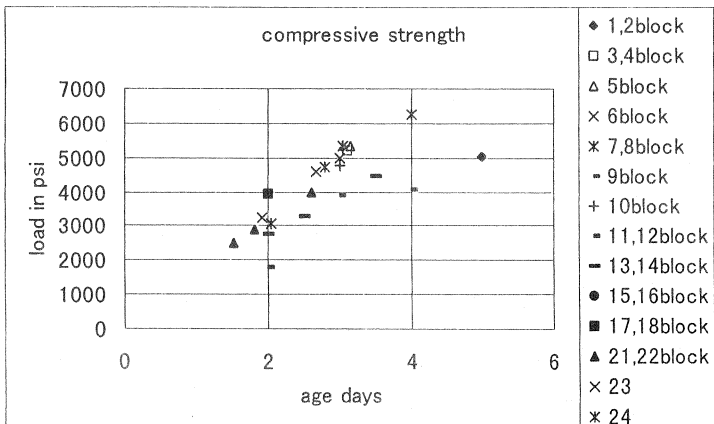


図-2 主桁コンクリートの若材齢での発現強度

片持ち張出し張出し施工の各施工の各ブロックで、コンクリート若材齢での発現強度を図-2に示す。平均すると、材齢約60時間で4000 psiの強度が得られた。

一般的に、海外でのコンクリート工事は日本と異なり、パッキングプラントを現場内に設立して行うことが多く、骨材・セメントの調達・労務の習熟等も工事の工程管理・品質管理に重要な要素となる。

また、現地での気温は常時30~37℃で、コンクリートの打ち込み温度は35℃前後となった(スベックの上限值は36℃)。

柱頭部(桁高4.5m, 110m<sup>3</sup>)のコンクリート打設時の温度解析・ひび割れ解析を行ったので結果を図-3に示す。最高温度は横桁内部で105℃まで上昇する。張出床版をボックス部と一体打ちした場合、張出床版に最小ひび割れ指数0.3が予想されたので、ウエブ天端までと床版を2回打設に分けた。

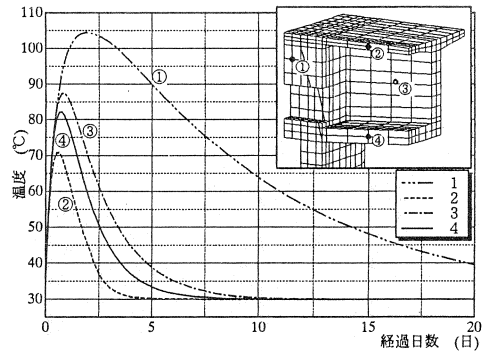


図-3 柱頭部温度解析

4. 新橋の架設工事

1) 全体工程表を図-4示す。

NAGUILIAN BRIDGE

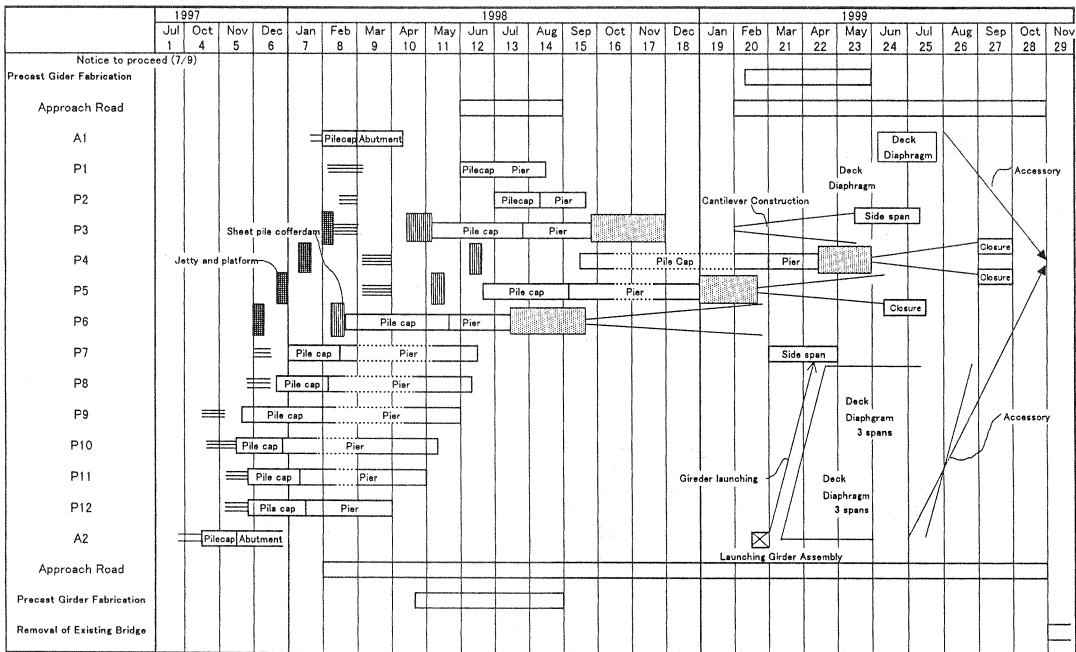


図-4 ナギリアン橋 全体工程表

主橋の5径間連続箱桁橋(P2~P7)は、日本から調達したワーゲンを4基、2回転用で施工した(写真-2)。両側のポステンT桁橋は、AASHTOの標準桁(TYPE 6, 重量85t)でスパン39mの4本主桁である。施工法の検討でクレーン架設と架設桁架設の比較検討を行い、クレーンの確保・陸送の問題と地盤がぬかるみやすく工事用道路の維持が容易ではないことから架設桁架設とした(写真-3)。1スパンの架設は5日サイクルで行えた。また、A1側の2径間連結T桁については、度重なる洪水で取り付け道路の盛土が遅れたため、支保工施工による場所打ちに変更した。ただし2径間目のT桁は、主ケーブル緊張のため、1径間目のT桁の中間部で製作・緊張しその後正規の位置に横移動した。

また、河川幅は常時で250m・水深3~8mであるが、台風による洪水とダムの放流により半日で河川幅が600mで水位が13m上昇する災害にあった。建設工事では、工事場所の気候・地形・水文・既往災害記録等を調査して最悪の状況を想定しておくことが2次災害を防ぐために重要であると改めて痛感した。

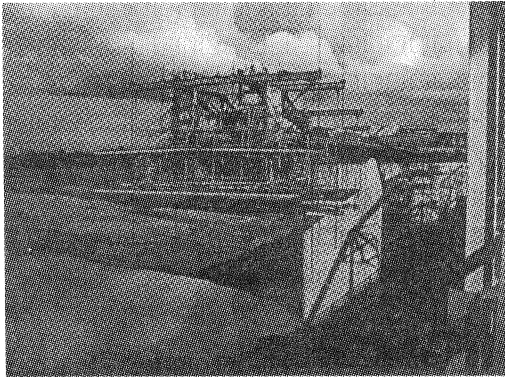


写真-2 片持ち張出し施工

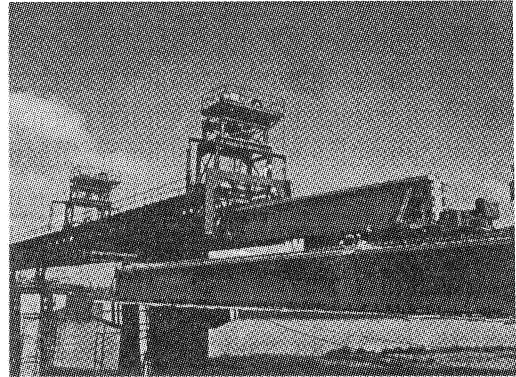


写真-3 架設桁架設

### 5. 旧橋の解体工事

#### 施工数量

上部工 鋼トラス橋(74m\*8連)+鋼桁橋(15m\*5連)=670m

下部工 鉄筋コンクリート橋脚 12基(h=15m:水面上)

鋼材重量 1,085t

コンクリート RCスラブ 1346m<sup>3</sup>,橋脚 840m<sup>3</sup>

右図の作業手順で工期は約3ヶ月を要した。なお、河川内の橋脚コンクリートは水面下50cmまでの撤去である。

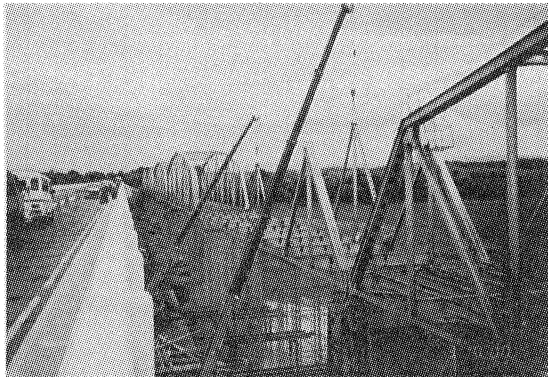


写真-4 旧橋（鋼トラス橋）の解体

### 6. おわりに

本プロジェクトは2000年5月に旧橋の解体完了をもって完遂した。新設橋の施工は、片持張出し施工・架設桁架設とともにフィリピン国内では新しい工法で行われ、日本の技術を導入・伝播することで国際技術協力の一環を担うことができたことは大きな成果であった。また、橋梁の供用にあたり、エストラダ大統領を迎えて盛大な開通式が催されたことからわかるように日比友好の架け橋となっており、海外開発援助プロジェクトに参画された関係各位に謝意を表する次第である。

最後に、工事完成目前で不慮の飛行機墜落事故により帰らぬ人となられた詫磨廣治氏がプロジェクトの遂行に多大な尽力をなされたことを報告するとともに、謹んで故人のご冥福をお祈りいたします。

### DEMOLITION PROCEDURE

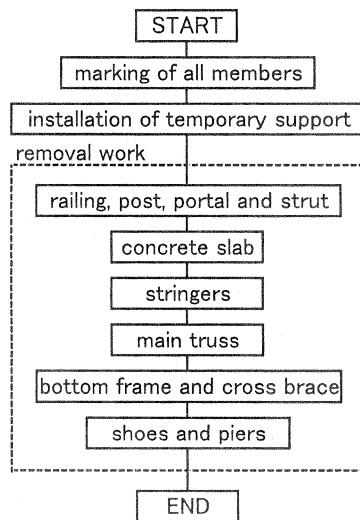


図-5 解体作業手順