

## 資料 Note

## インカにおける土木技術

柴田 英明<sup>\*1</sup>, 小野 勇<sup>\*2</sup>

## Civil engineering technology of Inca

Hideaki Shibata<sup>\*1</sup>, Isamu Ono<sup>\*2</sup>

**Abstract:** The author participated in investigations for preserving and restoring the Machu Picchu ruins for the three-year period between 2012 and 2014 and had an opportunity to be exposed to the civil engineering technology in the Incan era and construction practice in present Peru. This paper describes the things that the author has seen and heard during the period. The Incan civilization is said to be centered on stones. Houses and other basic structures were all built by masonry. In the field, stones were compared and combined with one another to construct structures. In the Incan era, much time was spent in scraping stones using other stones without using any metal such as ironware. This paper describes various types of civil engineering structures based on the culture of stones.

**Key words:** Civil engineering structures, Road, structure of pavement, river-bed

## 1. はじめに

2012–2014の3年間マチュピチュ遺跡の保全修復調査に参加し、インカ時代の土木技術や現在のペルーにおける土木施工に接する機会を得、見聞したことを報告する。

インカは石を中心とした文明であると言われている。住居、基礎構造物すべてが石積みにより構築されている(写真-1)。そして、その石積みは現場において、それぞれの石をその場ですり合わせて組み合わせして造り上げる方法がとられている。インカ時代は鉄器等の金属を使わず、石を石で削る方法で作業が行われ、多くの時間が費やされたと考えられる。この石の文化を基準として、各土木構造物について報告する。



写真-1 マチュピチュ遺跡

## 2. 道路に関する技術

## 2.1 インカ道の特徴

マチュピチュ遺跡に徒歩で入る場合、3通りのインカ道が確立している。1つ目は東側のふもとから直登する道、2つ目はクスコから続く南側のインティブンク峠への道、3つ目は西側よりマチュピチュ山の中腹を捲いてインカ橋を通る道(現在閉鎖中)である。この3つの道に共通した点は、道幅が80cm–1mと十分確保されていることと石積みによる階段が整備されていることである(写真-2, 3, 4)。これはおそらく人だけでなく、荷物を



写真-2 インカ道(直登コース)

<sup>\*1</sup> 国士舘大学理工学部まちづくり学系 教授

<sup>\*2</sup> 国士舘大学理工学部 技術職員 工博



写真-3 インカ道（インティブク方面）



写真-6 曲線部（新道）



写真-4 インカ橋



写真-7 ウルバンバ溪谷のインカ道



写真-5 曲線部（古道）

運ぶ手段としてリヤマ等の動物が利用されていたことが考慮されているためと考えられる。一方、遺跡全体が花崗岩の上に散在しており、道そのものも花崗岩を削って整備されており、それぞれの勾配に応じて階段の大きさを調節し、造られている。人間の歩幅には少し大きいよ

うに思われるが、リヤマ等の動物を考えると、ちょうど良い間隔であると思われる。また、道路の曲線部分の安定のために敷き詰められた板状の石畳の形状は、現在車道として利用されている道の曲線部分でも、まったく同じ形状で道路の表層を形成しており、道路の構造が今も昔も変わらないことを示している（写真-5, 6）。ウルバンバ近辺のインカ道（写真-7）やオリヤンタイタンボ遺跡周辺の道（写真-8）でも、マチュピチュ遺跡同様、道の整備は徹底して行われており、谷側の補強は強固になされ、道路に沿った排水機能は斜面の傾斜に合わせて効率よく整備されている。

## 2.2 ウルバンバ近辺での道路工事

次に現在の道路工事の状況から気づいた事項を記す。

路床部分に玉石を敷き詰める方法とインターロッキング方式の2方法を確認した（写真-9, 10）。これらの工法は基盤となる個所がかなり強固であることから、路盤のすぐ下にこのように石を敷き詰めるだけで丈夫な道路を作ることができると考えられる。





写真-8 オリヤンタイタンボ遺跡の道

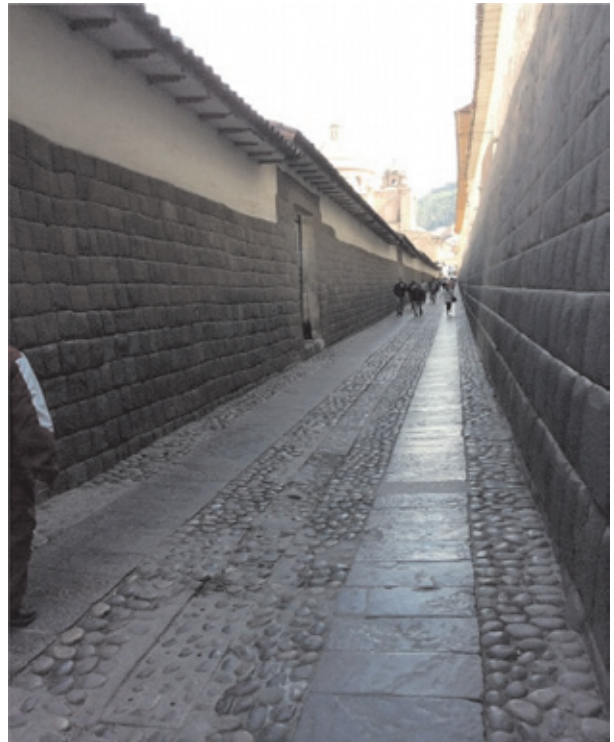


写真-11 クスコの石畳



写真-9 石詰めによる路盤施工



写真-10 インターロッキング



写真-12 アスファルト舗装

### 2.3 クスコ市街の道路工事

クスコはほとんどが傾斜地であり、スペイン統治下のままの道が数多く残っている（写真-11）。傾斜地の道路はほとんど石を敷き詰めて造られており、その道そのものが数百年壊れることなく、使用されており、その当時

の道路技術の高度さを物語っている。平地部でのアスファルトの利用は防水のためと考えられる（写真-12）。舗装面はこのようにレンガを敷き詰めている（写真-13）。





写真-13 レンガ舗装



写真-16 水路



写真-14 水源



写真-17 取水口



写真-15 水路



写真-18 オリヤンタイタンゴ遺跡の水路

### 3. 水工技術

3.1 マチュピチュ遺跡の水源はマチュピチュ山の標高2700m付近にあり（写真-14），そこから水を引き，下位の遺跡の隅々まで水が行き渡るように水路が張り巡

らされている（写真-15, 16）。これらの水路は石材を自由に組み合わせて構築されている。

3.2 オリヤンタイタンゴ遺跡での水の分配方法は写真のように石を削って水路を造っているものもある（写真-17）。この遺跡では水の取り口から歩道の下に水路を確





写真-19 オリヤンタイタンボの水路



写真-22 腹起こし



写真-20 ウルバンバの中小河床



写真-21 サクサイワマン遺跡の地盤沈下



写真-23 斜面崩壊

保し、他の方向へ流す手法がとられている（写真-18, 19）。

3.3 ウルバンバ村を流れる中小河川の川床は大きい石を敷き詰めて水路勾配を調節する手法がとられている（写真-20）。この河床はインカ時代から続くものであるとのことである。

#### 4. あとがき

クスコ周辺の巨石群遺跡では、大雨による巨石の地盤沈下や腹起こし等の被害が出始めている（写真-21, 22）。また最近ではマチュピチュ周辺では大規模な斜面の崩壊が起きており（写真-23）、これらの原因がやはり大雨によるものとのことであり、今後さらにこのような自然現象に伴う遺跡の修復は増加するものと思われる。