

# 日本の土木公共事業における 石積み技術の扱い方に関する研究

寺嶋 茂樹<sup>1</sup>・真田 純子<sup>2</sup>・山中 英生<sup>3</sup>

<sup>1</sup>学生会員 徳島大学大学院先端技術科学教育部

(〒770-8506 徳島県徳島市南常三島町 2-1, E-mail:c5014310318@tokushima-u.ac.jp)

<sup>2</sup>正会員 博士(工学) 東京工業大学大学院

(〒152-8550 東京都目黒区大岡山 2-12-1, E-mail:sndjnk@cj8.so-net.ne.jp)

<sup>3</sup>正会員 博士(工学) 徳島大学大学院ソシオテクノサイエンス研究部

(〒770-8506 徳島県徳島市南常三島町 2-1, E-mail:yamanaka@ce.tokushima-u.ac.jp)

農村において石積み構造物は美しい景観を生みだしている。しかし現状はコンクリートによる施工によって農村景観の一体感が損なわれている所が少なくない。そこで本研究では、このような現状を問題視し、今後文化財や観光資源となり得る石積みによる一体感のある整備を進めるために、これまでの石積みによる施工の実態を把握し材料の変化、技術者・労働者の変化、指針・仕様書の変化など多様な要因から日本の公共事業における石積み技術の扱い方について明らかにした。

キーワード: 石積み, 公共事業

## 1. はじめに

### (1) 研究の背景・目的

石積みは自然材料によって造られる構造物であり、農村において日本の原風景ともいえる美しい景観を生みだしている。このような石積みを含む農村景観は日本の各地で見られ、重要文化的景観として保護されている所もある。加えてこのような美しい景観が観光客を呼び、中山間地域などにおいて地域活性化のための観光資源ともなっている。しかし、近年ではかつて石積みだった構造物のコンクリートブロックによる修復や、擁壁などの周辺道路構造物のコンクリートによる施工によって、優れた農村景観の一体感が損なわれている所が少なくない。このような現状を改善し、今後はその場の景観に適した施工方法による構造物が造られるべきである。景観に配慮した施工が行われることで、文化財としての適切な保護や観光による地域活性化に良い影響を与えるものと考えられる。

適切な施工を進めるためにはこれまでの石積みによる施工の方法や実情を整理しておく必要がある。そこで本研究では、これまで日本で行われてきた公共事業における石積みによる施工の実情を整理し、石積みという技術の位置づけや、その扱われ方を明らかにすることを目的とする。

### (2) 研究の位置づけ

石積みに関する研究には、池谷らの「石積み擁壁の道路構造物への適用に対する課題と展望」<sup>1)</sup>、橋本らの「石積み擁壁の耐震性の実験及び解析に関する研究」<sup>2)</sup>などがある。池谷らの研究では、石積み工法の設計手法や仕様の確立を目指し、実物大モデルでの耐力評価方法や、不連続変形法による理論解析の適用可能性について明らかにしている。橋本らの研究では、適切な耐震補強対策を施す基準の構築に向けて、振動実験による空積み・練積みの崩壊挙動とシミュレーション結果の整合性が示されている。

これらの研究では、石積みの現状と安定性・耐震性の視点から構造物への石積みの適用可能性を示している。以上の点から本研究は、歴史的観点から、石積みに関わる制度や仕組み、社会状況の変化など多様な要因をもとに石積み技術の扱い方を明らかにするものとする。

### (3) 研究方法

分析には雑誌記事、明治時代以降に出版された土木の専門書、石積みに関する仕様書や指針などを用いる。研究の順序は以下に示す。

- 1) 土木の専門書から石積みに関する記述を整理し、石積みの方法や、年代ごとの変化を把握する。
- 2) 1)の結果をもとに、雑誌記事や仕様書・指針から、石積み技術の扱い方に関する要因を明らかにする。

## 2. 石積み技術の整理

### (1) 石積みの方法

土木の専門書に記載された積み石の種類から方法の違いを整理すると、「切石工」「角石工」「間知石積」「素石工」「野石積」の5つに分けられる。説明を見ると、切石や角石、間知石を用いる工法は規則的に整層や谷積みによって積むため、比較的容易に積むことができ、強度も確保できるとされている。しかし、現在農村においてよく見られる加工されていない石材を用いる素石工や野石積に関する記述をみると、「素石工は石材の形状不規則なるを以て煉瓦工よりも疊積困難にして築造に多くの時間を要す。元来素石工は其の強度弱きを以て煉瓦工に於ける如く薄壁のものを作るべからず。」<sup>3)</sup>とされ、形状が不規則な素石や野石を用いる場合は、切石などを使用することに比べて積むこと自体が容易ではなく、野石積については「極めて粗末なる野石工事」<sup>4)</sup>ともいわれ、石積みの方法のなかでも低い位置づけとして理解されていることがわかる。

### (2) 石積みの安全性

石積みの安全性に関する記述は多くの専門書のなかでみられる。石積みの強度については、「石工の実用強度は石の強さ及び大きさ、石の仕上の精粗、露頭、露側の割合及び膠泥の強度に因る。此内の一異なるときは石工の強度に非常なる差を生ず。」<sup>5)</sup>と示されることが一般的で、石材そのものの強さと大きさ、仕上げ方、面と控の割合、モルタルの強度が影響するとしている。この4つの要因のなかでも「粗石積みにして目地にモルタルを用ひ裏込にコンクリート等を用ふるものにあらざれば安全なる擁壁たるを得るべからず」<sup>6)</sup>とあるように、加工されていない石材を使用する場合には、目地へのモルタルと、裏込めへのコンクリートの使用がなければ安全な構造物にはならないとされており、モルタルやコンクリートの使用によって、安全性を考慮するという方法を採用することが一般的と考えられている。

空積みとする場合の安全性については「空積工は練積工よりも強度弱きを以て常に其厚さを大ならしむべしと雖も大石を用ひ其疊積に注意する時は極めて堅固なる積工を築き得べし」<sup>6)</sup>というように、モルタルを用いない場合は使用する石と積み方によって品質を高めることができるとされている。空積みの強度は、職人の技術力によるところが大きいことがわかる。石積みによる施工を行う際に経済性を考慮すると、加工されていない石材を用いる方が価格を抑えることが出来るため、施工現場においてもこのような考えに基づき、施工場所によっては加工しない石材が使用されたと考えられる。その場合、積み手となる職人の技術力に頼り空積みとするか、もしくは

はモルタルやコンクリートを使用することによって強度を確保するという考えが用いられたと考えられる。

ただし、安全性に関する記述は、どれも実験結果や数値を示しておらず、安全性に関しては具体的な実験結果をもとにしたものではないと考えられる。従って、石積みの安全性に関する記述は施工現場における実例や経験的な考えに基づいているものと考えられる。

## 3. 石積み技術の扱い方

### (1) 施工に関する人

石積みの安全性はモルタルの使用や積む技術によるところが大きいとされている。従って実際の施工にあたった人について考察する必要がある。

まず、鉄道建設に関する言説より石積み施工に関わっていた人についてみていく。鉄道建設は外国から入った最新の技術により当時最も速い乗り物に対応する構造物を造ったため鉄道建設により切土や盛土が発生し土留めの石積み擁壁が多く造られていたことが考えられる。以上により明治初期の鉄道建設に関する記述をみると「京浜間約18里の鉄道は我国に初ての鉄道の工事なれば、総て外人技師等の指導監督の下に大体直営施工主義を採り局部々々を切投に附したのである。(中略)それ等の工事は勿論従来より我国人の仕働いた工事のみで請負に附して何等不安なきものであった。」<sup>7)</sup>とあり、明治時代は、請負業者として江戸時代から続く専門の技術者集団が存在し、その技術も問題なく堪能であったとされている。

しかし1915年出版の『工学』より石積みを施工する現場監督に対する言説をみると、「実地に當て監督員の知らざるべからざる事柄即ち経験を積なければ眞に肯綮に當る監督をなし難く」<sup>8)</sup>とあり、大学や専門学校を出た技術者が現場監督となる際、石積みに関してはその専門的知識の少なさ、経験のなさが問題であるとの記述がみられる。また、「近頃は彫刻石工などの外年季を勤たるものは皆無で、土方の早替など玄翁の遣方さえ覚えぬ職人が多いから真面目にやる者でも監督員が云わねば随分粗末な仕事をする」<sup>8)</sup>というように、時代が下るとともに、熟練の石積み職人の数が減り、石積み職人の技術力が低下していることもうかがえる。

さらに日本の社会状況をみると、明治時代以降は地元に雇用機会を形成するための救済型公共事業が行われており、「請負業者を排除して直営方式をとることによって、請負業者の配下にいる熟練労働者の位置に生活困窮者＝不熟練労働者が置き代わり、結果的に熟練労働者の失業問題が新たに発生するという弊害も避けられなかった。」<sup>9)</sup>とあるように、事業によっては専門的技術のない人が施工にあたったことも考えられる。

## (2) 施工に関する基準

道路擁壁に関する設計基準として「道路土工指針」がある。1956年の初版には、「経済的または安定上の理由で、石積の代りにコンクリート擁壁とすることもある。」<sup>10)</sup>、1967年の第二版では「石積擁壁は広く用いられている」<sup>11)</sup>、と記載され、当時はコンクリート擁壁も存在するが、石積み擁壁の使用が一般的であることがわかる。しかし1987年出版の「道路土工 - 擁壁・カルバート・仮設構造物工指針」からは「ブロック積み（石積）」<sup>12)</sup>と表記されている。これはコンクリートもしくは間知石を用いたもので、加工されていない石材を用いた石積みに関する項目ではない。また1999年の改訂版からは間知石を用いた空積みに関する項目でさえ完全に削除されている<sup>13)</sup>。以上のことから、道路土工指針を見ると、かつて道路構造物として一般的に使用されてきた石積みも、現在では道路構造物としての適用がされにくい状況となっていることがわかる。

また設計に関しては基本的に「経験に基づく設計法」によるものとされており、裏込めや勾配の設計には「よく締った地山」「良好な裏込め土」などの言葉を用いて表現されているように、現場の判断による設計が採られていたが、1999年の改訂版からは「経験に基づく設計法」には変わりはないが、要求性能として強度・施工性・耐久性に関する項目が加えられ、現場での判断ではなく、統一した数値によって基準が設定されていることが確認できる。

## 4. 結論

公共事業における石積み技術の扱い方について以下の結果を得た。

土木の専門書では具体的な実験結果より説明はされていないが、一般的に空積みよりも練積みのほうが強い構造物と示されている。そのなかで空積みの強度を増すには職人の積み技術によるところが大きいとされている。しかし、監督的立場にあった人は大学や専門学校では石積みの方法を学んでいなかった可能性が高く、加えて作業の従事する職人も不熟練の者が作業にあたる機会が多かった可能性がある。以上により、規格が統一され品質が向上してきたコンクリートを使用することに変化していったと考えられる。

道路土工指針より擁壁の設計基準の変遷をみると、石積み擁壁の設計は経験に基づく手法であり、かつては現場の判断により設計が行われていた。しかし現在ではコンクリートブロックに関して具体的な数値を用いて規格され、要求性を満たさないものは造れない基準となっている。従って強度が弱く、職人の技術力に影響されると考えられている加工されていない石材を用いた空石積み

については、現在までに項目がなくなり、道路構造物として施工されにくい現状にあるといえる。

## 参考文献

- 1) 池谷清次, 梁川俊晃, 西山哲, 関文夫: 石積み擁壁の道路構造物への適用に対する課題と展望, 土木計画学研究講演集, Vol. 29, 2004
- 2) 橋本隆雄, 宮島昌克, 池本敏和, 酒井久和: 石積み擁壁の耐震性の実験及び解析に関する研究, 土木学会論文集 A1, Vol. 70, 2014
- 3) 石丸文雄: 森林土木工学全書第二巻, pp. 68-100, 丸善, 1914
- 4) 佐伯順太郎: 土木学, pp. 59-80, 修学堂, 1908
- 5) 竹貫直次: 応用土木工学, pp. 102-108, 博文館, 1898
- 6) 中村猪市: 新撰土木工学全書第4巻, pp. 1962-1975, 有朋堂, 1916
- 7) 日本鉄道建設業協会: 日本鉄道請負業史明治編, pp. 9-12, 日本鉄道建設業協会, 1967
- 8) M 生: 石垣工事実施上に就て, 工学2巻17号, pp. 38-39, 1915
- 9) 加藤和俊: 戦前日本の失業対策, pp. 380-387, 日本経済評論社, 1998
- 10) 日本道路協会: 道路土工指針, pp. 44-46, 日本道路協会, 1956
- 11) 日本道路協会: 道路土工指針, pp. 222-231, 日本道路協会, 1967
- 12) 日本道路協会: 道路土工一擁壁・カルバート・仮設構造物工指針, pp. 56-58, 日本道路協会, 1987
- 13) 日本道路協会: 道路土工一擁壁工指針, pp. 79-83, 日本道路協会, 1999