



のための記載が多く、この頃も生コンは普及していなかったものとみられる。昭和50年代には、生コンが普及する。

### 3.2 コンクリートの打設

大正期のコンクリート打設は突き棒を用いて突き固めを行っていた。突き棒は直径約10cmの棒で、作業員がそれを突き下ろしてコンクリート内の空隙をなくしていた。昭和20年代まではほぼ突き棒を用いていたが、昭和33年の河川砂防技術基準では、砂防工事におけるコンクリートの打設方法としてバイブレータと突き棒の使用が併記され、昭和30年代でバイブレータの普及がはじまったことがわかる。同年発行の「砂防工学」（伊藤武夫, 1958）にはバイブレータのみの記載しかなく、ほぼこの時期にはバイブレータが普及していたものとみられる。

## 4. コンクリート種別の内部構造の変遷

### 4.1 粗石コンクリート

大正5年に施工着手された芦安堰堤は粗石コンクリート構造であった。砂防堰堤では粗石コンクリート構造は昭和20年代までは主流であった。

粗石コンクリートの施工は、30～40cm程度の打設層ごとに粗石を配置し、コンクリートを突き固めるものであり、バイブレータ登場以前は突き棒を用いた突き固めを行っていた。多くの技術書では、コンクリートは中埋石の周囲を含めて密に充填するとされている。しかし、実際には粗石の周囲（特に下部）や打設層下部では突き固めが十分にできず、空隙や多孔質の状態が残ることも多く（尾関ほか, 2010）、しばしば打設層下部で連続的な空隙卓越部が生じ、層状の弱部を形成している。また、粗石の下部にもコンクリートが十分に充填されず、空隙となっているところが多い。昭和20年代以前に施工した施設では、堤体断面において多孔質部分のセメントペーストが流出してオコシ状、砂礫状となった脆弱部がしばしばみられる。

昭和30年代になると粗石の周囲等では空隙が残存しがちであるが、比較的密に充填されるものが多くなり、これはバイブレータの普及時期と重なっている。ただし、昭和38年の会計検査院の指摘は、孔内に注入した水がすぐに抜けたことによるものであり、現在のコンクリートに比べると多孔質の施設も多かったものと考えられる。この指摘によって以後、粗石コンクリートの使用は廃止となり、純コンクリート主流の時期となる。

粗石コンクリートは、手作業主体の時期には、表面の石積作業との施工サイクルも合い、効率的な施工であった。しかし、昭和20年代後半からミキサーやケーブルクレーンなどの機械化が進み、昭和30年代にはかなり普及が進んでいた。機械化により1回あたりの打設能力が増加し、人力

作業が必要な粗石の配置や粗石周辺の突き固め作業が非効率なため、純コンクリートに移行しつつある時期でもあった。会計検査院の指摘はそのような時期に発生したものであり、これを契機として、砂防工事での廃止の方針が出された。

### 3.2 純コンクリート

純コンクリートによる砂防堰堤は、昭和3年の「實用砂防工学」（鈴木恭介, 1928）で「適当の石材が得られる場合又は特殊の形状を有する堰堤」に用いると記され、文中には具体名の記載はないが、昭和初期には河床に粗石が採取できない箇所でも純コンクリートの砂防堰堤が採用されていたようである。

昭和20年代前半まで、純コンクリートの採用は限定的であった。しかし、施工機械の普及とともに純コンクリートの採用が増えるようになり、昭和30年代にはかなりの一般的になっていった。

昭和33年には河川砂防技術基準が制定され、工事方法についても同基準によって規定され施工者の判断等による品質のばらつきが少なくなったものと考えられる。

しかし、30年代の施設はジャンカや収縮に伴う亀裂がしばしばみられ、養生等の管理技術が十分ではなかったことがうかがえる。このような劣化状況は、同時期やそれ以前の粗石コンクリート堰堤にも発生していたものと考えられるが、昭和30年代の施設は型枠仕上げが多くなり、点検等で特に異常として確認されることが多い。

## 5. おわりに

本研究では、時代ごとの施工方法の変遷を整理し、施工方法の変化に対応する堤体内部構造について考察した。今後、施設の老朽化対策や維持管理に活かすためには、コンクリート強度との関係など堤体安定性照査に結びつく情報との関連を示すことが求められる。

### <参考文献>

- 伊藤武夫(1958)：砂防工学. 白楊社, pp263.
- 矢野義男(1968)：現場技術者のための砂防・地すべり防止工事ポケットブック. 山海堂, pp 324.
- 河川砂防技術基準(1958)：建設省
- 尾関信幸・森俊勇・星野和彦(2010)：練石積砂防堰堤（粗石コンクリート構造）の特性と重点的な管理・補修施設の選定の考え方. 平成22年度砂防学会研究発表会概要集, p206-207.
- 鈴木恭介(1928)：實用砂防工学. 丸善, pp203.