

省資源型砂防堰堤構築工法と材料特性に関する研究

中濃, 耕司

<https://doi.org/10.15017/1654945>

出版情報：九州大学, 2015, 博士（農学）, 課程博士
バージョン：
権利関係：全文ファイル公表済



氏名	中濃 耕司		
論文名	省資源型砂防堰堤構築工法と材料特性に関する研究		
論文調査委員	主査	九州大学	教授 久保田哲也
	副査	九州大学工学研究院	教授 橋本晴行
	副査	九州大学	准教授 東 孝寛

論文審査の結果の要旨

我が国は、脆弱な地形・地質と梅雨・台風期などにおける豪雨の影響で、毎年のように崩壊、地すべり、土石流などの土砂災害が発生している。特に近年は気候変動の影響から豪雨発生頻度の増加と斜面の都市化に伴う災害危険箇所が増大により、土砂災害の頻発化・大規模化・甚大化が懸念されている。一方、本格的な少子高齢化社会の到来に伴い、公共投資の余力が急激に低下していくことが予想されており、主として経済性の理由から、新たな砂防堰堤などの防災施設の早期建設が困難となっている。一方で、砂防事業を実施すべき溪流などでは、土砂移動現象が顕著なために、流水の洗浄作用を受けた良質な土砂が多量に賦存している場合が多い。この良質な土砂を有効活用して砂防堰堤などを構築する工法は、省資源型で、CO₂排出量を始めとする環境負荷が小さいとともに経済性に優れることから、今後の山地防災対策すなわち治山・砂防事業における有効な手段のひとつとして期待されている。このような実状を踏まえ、本研究では、砂防工事現場で容易に調達可能な現地発生土砂を活用する省資源型砂防堰堤の、より積極的かつ効率的な普及を推進するために、その材料特性や長期的品質を把握し、合理的な設計手法と施工方法について検討することを目的とした。なお、現地発生土砂を活用する一手法として、施工現場でセメントおよび水と混合して製造し、振動ローラで締固めることを前提としたゼロランプ（コンクリートの自立時低下量ゼロ）で、かつ、コンクリートなどで外部を適切に保護した INSEM (In site Stabilized Excavated Materials) を主たる対象とした。

まず、砂防堰堤への INSEM の適用可能性とその効果の評価を行うために、FEM（有限要素法）解析による内部応力の検証と CO₂ 排出量に着目した環境負荷軽減度の定量的評価を行った。中でも CO₂ 排出量はセメント量が非常に大きな影響を及ぼすことを確認し、INSEM だけではなく、コンクリートを含むセメントを使用する材料における CO₂ 排出量の新たな推定式を提案した。

次に、INSEM の工学的性状として、圧縮強度、引張強度、凍結融解抵抗性、摩耗抵抗性、透水性能について整理した。特に圧縮強度において現地発生土砂を活用する際の課題である発現品質のばらつきを把握し、このばらつきを考慮した合理的な配合設計手法を提案した。

室内におけるコンクリートの凍結融解および摩耗の試験条件は、実際の自然環境と大きな隔たりがあり、INSEM などの低品質材料の凍結融解抵抗性および摩耗抵抗性などの耐久性能を評価するには適さない。そのため、数年以上の長期にわたる供試体および構造物の曝露試験を行い、自然環境下における INSEM の耐久性能の評価を行った。本研究では外観目視、圧縮強度、相対動弾性係数などの継続的観測結果より、少なくとも 15 回の越冬や 1 回の土石流の越流などでは容易に破損しないことを検証した。この観測事例から、この工法は防災施設としての機能を長期にわたって維持できることを初めて明らかとした。

さらに INSEM を活用する工法においては、硬化前のコンシステンシー（締固め易さ）が重要である。締固め易さを考慮した INSEM の品質として、土木学会規準 JSCE-F 507 で測定される VC

(Vibrating Compaction) 値が 8 秒程度以下が妥当であることを初めて見出した。ところで、VC 値を測定するための VC 試験機の市場性は低く、施工現場で調達できない可能性があることから、コンクリート供試体作製機械を利用した簡易 VC 値を測定する試験方法を考案し、その妥当性を検証した結果、VC 値が 8 秒程度以下の条件は、簡易 VC 値が 10 秒程度以下を目安とすることと等価であることを見出した。本成果より、上記の簡易 VC 値に基づき、コンシステンシーに留意した施工を施工現場で容易に実施する手法を確立した。

本研究は、現地発生土砂を活用した建設材料の品質確保および使用用途の拡大に寄与する研究であり、実用性も高く、今後の砂防堰堤など山地防災施設の省資源建設工法の普及に大いに寄与することが期待される。

以上要するに、本研究は、省資源・省エネルギー、低環境負荷の時代に適した山地防災施設工法とりわけ砂防堰堤の建設工法である INSEM の施工管理手法を初めて確立したものであり、森林保全学および治山学・砂防学の発展に寄与する価値ある業績と認められる。よって、本研究者は博士（農学）の学位を得る資格を有するものと認める。