

# ダム洗掘補修へのレジンモルタルの適用性に関する研究

耐久性のある洗掘補修方法の開発に向けて

## Study on the applicability of resin mortar to repairs of eroded dams

Aiming at the development of a durable method of repairing eroded dams

(電力技術研究所 土木技術G 構築T)

(Construction Team, Civil Engineering Group, Electric Power Research and Development Center)

水力発電所のダムでは、洪水時に流下する岩石によって洪水吐や排砂路などが損傷する例がある。ダム地点は厳しい作業環境であるため、現場に適応する耐久性の高い洗掘抑制方法を開発する必要がある。そこでレジンモルタルでコンクリートを被覆する洗掘抑制方法を提案し、岩石の衝撃を想定した落下衝撃試験を実施して、レジンモルタルの耐衝撃性向上効果を明らかにした。

At dams of hydropower plants, there are many cases that spillways and flushing channels are damaged by rocks flowing down during floods. It is necessary to develop a highly durable erosion control method fitting for a field because dam site is normally hard in civil work conditions. We proposed an erosion control method in which concrete is coated with resin mortar, carried out the falling-weight impact test under the similar condition to rock fall impact, and then clarified an improvement effect of resin mortar against the impact.

### 1 はじめに

水力発電所のダムでは、洪水に含まれる土石によって、洪水吐や排砂路などのコンクリートが損傷する事例が多くみられる。特に洪水時に大粒径の岩石が流下する地点では、損傷が著しい。(第1図) これまで鋼板などの補修方法が実施されてきたが、ダム地点の作業環境や経済性の面から採用できないケースがある。

コンクリートを防護する補修材料の一つであるレジンモルタル(以下、REM)は、耐摩耗性に優れており、これまでに水路やえん堤の修繕などで使用されてきた。REMは、コンクリート打設に用いる仮設設備で容易に施工が可能である。さらにREMの弾性係数は、コンクリートよりも小さく、変形性に富むことから耐衝撃性材料としても期待できる。しかしながら、大粒径の岩石を対象とした耐衝撃性を検討した例はほとんどない。

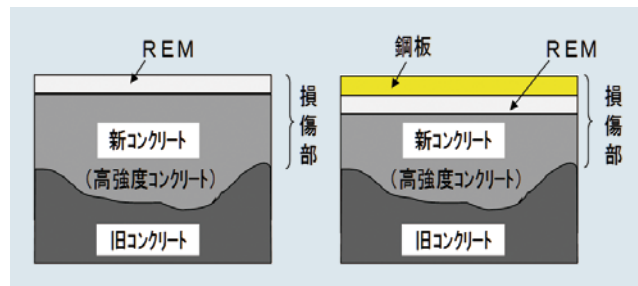
本研究では、REM被覆した高強度コンクリートについて、重錘を供試体に落下させる落下衝撃試験を実施して、発生する衝撃力や破壊に要したエネルギー等をもとに、REMの耐衝撃性向上効果について検討した。



第1図 ダムの洪水吐の損傷状況の例

### 2 REMを用いた補修方法

REMは、高強度コンクリートに比べ材料費が高いため、所要の厚みがあれば岩石の落下衝撃力を低減可能と考えて表層部のみに使用することとし、内部は高強度コンクリートを打設する補修方法とした。そこで検討対象は、表面をREMのみで被覆する方法と耐すり減り摩耗性を向上させた鋼板とREMを組み合わせる方法とした。REMを用いた補修方法の断面の模式図を第2図に示す。

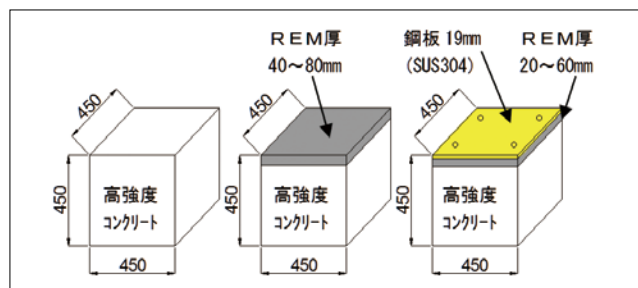


第2図 REMを用いた補修方法

### 3 落下衝撃試験方法

#### (1) 供試体

供試体は、第3図に示すように高強度コンクリートのみの供試体、REM厚を40,60,80mmで被覆した供試



第3図 供試体

体、厚さ19mmのステンレス鋼板とREM厚を20,40,60mmで被覆した供試体の7種類とした。供試体形状は、1辺450mmの立方体とした。材料の性状を第1表に示す。

第1表 材料の性状

材 料		強度 (N/mm <sup>2</sup> )	弾性係数 (N/mm <sup>2</sup> )
REM	エポキシ樹脂 14wt% 高強度骨材 86wt%	73 (圧縮)	約3,000
高強度 コンクリート	セメントペースト 30wt% 骨材 70wt%	57 (圧縮)	約34,000
ステンレス 鋼板	SUS304	520 (引張)	約200,000

## (2) 载荷方法

落下衝撃試験は、第4図に示す落錘式衝撃試験装置を用い、重錘(267kgまたは155kg)の落下高さを徐々に高くしながら自由落下させた。

試験は、高強度コンクリート部の底面まで貫通するひび割れが発生、もしくは試験装置の能力(最大落下高さ320cm)に達するまで実施した。



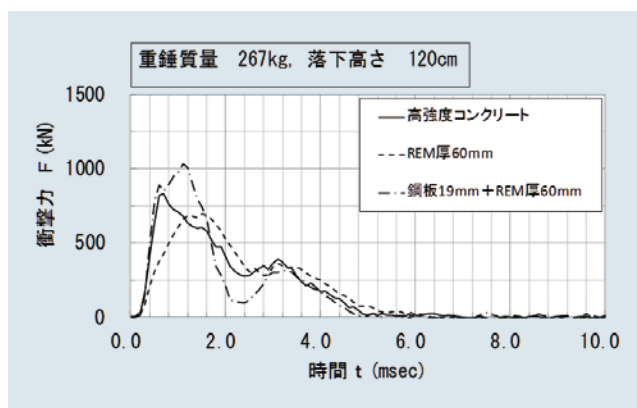
第4図 落錘式衝撃試験装置

# 4 試験結果

## (1) 発生する最大衝撃力

同一衝撃作用に対する衝撃力の時刻歴波形の比較例を第5図に示す。各ケースの時刻歴波形において、時間tと衝撃力Fで表される力積(面積)は等価であるが、最大衝撃力の大きさは、高強度コンクリートに対して、REMのケースでは約0.8倍に緩和され、鋼板+REMのケースでは逆に約1.2倍に増加することがわかった。

REMのケースでは、REMの弾性係数が高強度コンク



第5図 衝撃力の時刻歴波形の比較例

リートの値の1/10程度であるため、REMは衝撃面で大きく変形し、最大衝撃力が低減していると考えられる。一方、REM+鋼板のケースでは、鋼板の弾性係数が高強度コンクリートの値の6倍程度であるため変形が小さくなり、最大衝撃力が増加したと考えられる。

## (2) 耐衝撃性向上効果

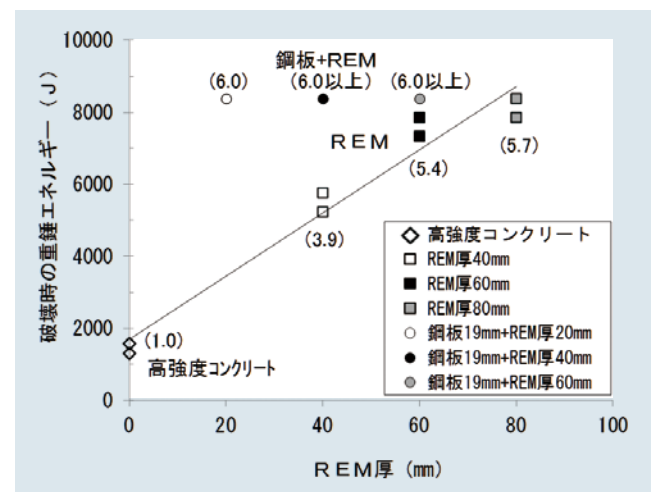
REM厚と破壊時の重錘エネルギーの関係を第6図に示す。ここで、重錘エネルギーは次式によって求めたものであり、重錘の有する位置エネルギーを意味する。

$$E = mgh$$

ここで、E:重錘エネルギー(J)、m:重錘質量(kg)  
g:重力加速度(m/s<sup>2</sup>)、h:落下高さ(m)

破壊時の重錘エネルギーは、REMの厚み40~80mmにおいて、厚みに比例して増加する。高強度コンクリートの破壊時の重錘エネルギーに対するREMの破壊時の重錘エネルギーの倍率を図中の括弧内に示す。REM厚が40mm、60mm、80mmでは、それぞれの平均値において、約4倍、約5倍、約6倍であり、REMが厚くなるほど耐衝撃性能が向上することがわかった。

また、鋼板+REMのケースにおいて、破壊したのは、REM厚20mmのケースの内1体のみであった。この破壊時の重錘エネルギーは、高強度コンクリートの値の約6倍であり、破壊しなかったREM厚40mm、60mmのケースはさらに大きな重錘エネルギーに耐えられることがわかった。



第6図 REM厚と破壊時の重錘エネルギーの関係

# 5 今後の展開

REMや鋼板とREMで被覆した高強度コンクリートは、耐衝撃性能が向上することを見出したことから、今後、ダムの洗掘補修への適用を目指し、現場試験を実施する予定である。



執筆/中村昭男