# 空石積み護岸の耐波安定性に及ぼすアンカー材の補強効果について

愛媛大学	正会員	〇中村	孝幸
環境工学㈱	正会員	西川	嘉明
環境工学㈱		森	勇

### 1. まえがき

本研究は、自然環境にやさしい空石積み海岸護岸の耐波安定性を主目的として検討を進めた.前面被覆石の 間に強化目地材がない空石積み護岸は、構造上安定性に欠く面がある.このため、目地材なくして安定性を確 保する方法として、被覆石背後に鋼製棒と平板で構成されるアンカー補強材を取り付けることが提案されてお り、このようなアンカー材の効果は河川護岸に対しては有効なものであることが確認されている.

しかしながら,繰り返し荷重である波浪に対する安定性はほとんど知られていない.このため,本研究は, 空石積み海岸護岸の耐波安定性に及ぼすアンカー材の補強効果について実験的に検討し,必要となる諸元など を明らかにした.

## 2. 実験装置および実験方法

(1)実験水槽:実験には、長さ25m× 幅1m×高さ1.25mの2次元造波水槽 を用いた。水路内には、図-1に示 すように1:30勾配の斜面が設置さ れており、それに滑らかに接続する ように水平床が設けてある.模型堤 体は、この水平床部に設置した.

(2) 模型堤体および被覆石: 模型堤

体は、図-2に示すもので、前面に被覆石が空石構造で積上 げてあり、その背後は捨石構造としてある.このとき、堤体 の天端幅を固定して、法面勾配を1:0.5と1:0.3の2種類に 変化させた.このとき、想定した模型の縮尺は1/15である. (3)アンカー補強材:全ての被覆石には、鋼線と合成樹脂板で 構成されるアンカー補強材が取り付けてあり、これらの諸元 は原型と模型との構造力学的な相似性を考慮して決定した。 具体的には、アンカー材の鋼棒の直径が長さの縮尺の4/3乗 になるため、現地量の直径 D=8mm に対して、模型では0.3mm とした。このとき鋼棒の長さは、現地量で500mm,800mm,





1100mm の3種類を縮尺化したものを用いた。アンカー板についても、鋼棒径と同様の考察に基づき決定しており、模型量で平面寸法が20mm×20mm、肉厚が0.25mmの合成樹脂板を用いた。

(4)測定装置:実験では、図-2に示すように、計2台の波圧計を用いて、捨石内の間隙水圧および上床版の 揚圧力を測定した.また、静水面付近に位置する被覆石の背後に張力計1台を取り付け、波作用によりアンカ -材に作用する張力が測定できるようにした.波変形については、図-1中に示すように、計4台の容量式波 高計を用いて、反射率や堤前波高などが把握できるようにした.

(5)実験方法と実験波の条件:作用波は、規則波と不規則波の2種類とし、両者共に代表周期3種類を選定し

キーワード空石積み護岸,耐波安定性,アンカー式補強材,反射率,波力連絡先〒790-8577 愛媛県松山市文京町3番 愛媛大学工学部 TEL089-927-9835

て、堤体が破壊されるまで作用波高を増大させた.これ以外に、反射率の測定を目的として、上記の代表周期 を含めて計6種類の周期を選定した.このとき、作用波高は10cm程度とした.

# 3. 護岸の耐波安定性

(1)破壊形態について:実験で観測された石積み護岸の波 による破壊形態を大まかに分類すると、次の2種類のよう であった。①破壊形態I:波の作用により、護岸上部と上 床版の間の隙間が拡大する。それに伴い、上端付近の被覆 石が落下、あるいは内部の栗石が吸い出され、護岸上部か ら徐々に破壊する形態。②破壊形態II:前兆がほとんどな く,堤体の中央部から一気に崩壊する形態に相当する。そ の破断線は、せん断力による破壊に酷似して、護岸を斜め に横切る方向に発生する。

破壊形態 I は、被覆石背後のアンカー材長が長くて、し かも法面勾配が緩い 1:0.5 のときに比較的多く見られた。 一方、破壊形態 II は、アンカー材長が短くて、しかも法面 勾配が急な 1:0.3 のときによく見られる破壊形態に相当 する。これら破壊形態の観測例を写真-3と4に示す。 (2)安定限界波高について:図-3,4は,それぞれ補強材 アンカー長が現地換算量で 500mm と 1100mm のときの安定 限界波高の波周期による変化を示す.これらの図より,補 強材長が短くなると,限界波高がかなり低くなることが分 かる.また,法面勾配が急なときに限界波高は低下するこ とも認められる.なお,破壊形態は,補強材長が短

く,急勾配法面の場合に上記した破壊形態Ⅱが,補 強材長が長く緩勾配の場合に破壊形態Ⅰが現れやす いことが確認されている.

周期特性に着目すると,短周期の条件で限界波高 が低くなることも分かる.これは,破壊形態Ⅱにつ いては,短周期の条件で栗石内の間隙水圧と堤体前 面の水位との位相差が大きくなり,被覆石前後の差 圧も大きくなりやすいためと考えられる.また,破 壊形態Ⅰについては,反射率が増加するため,遡上 波の影響が現れやすくなるためと考えられる.

### 4. まとめ

アンカー材で補強した空石積み護岸の破壊形態は、 上部工の隙間が拡大することで、被覆石が落下、あ るいは内部の栗石が吸いだされる漸次進行型の破壊 と、堤体の中央付近のせん断破壊により一気に崩壊 する形態の2種類に分類できる。前者の破壊形態は 補強材長が長く、法面勾配が緩いときに現れやすく、 後者のそれは補強材長が短く、法面勾配が急なとき に現れやすい。



写真-1 破壊形態 I アンカー長 800mm、法面勾配 1:0.5



