

V-151 大きな波力を受ける鉄筋コンクリート隔壁構造物外壁の設計法 に関する研究 (第1報)

運輸省第二港湾建設局 正会員 竹田英章 ○ 柳生忠彦 蓮見 隆

1. 波浪により亀裂が発生した函塊外壁の被災例

八戸港と小名浜港において、砂で中詰めされた鉄筋コンクリート製函塊の外壁に亀裂の入る防浪堤災害が発生した。八戸港では、河原木地区の東防浪堤において、昭和45年7月に4函が滑動し、そのうちの2函の外壁に亀裂が発生した。当時の波浪は、観測値が $H/5=4.7\text{m}$ であったから、函塊には $H/5=3.2\text{m}\sim 4.3\text{m}$ の波が来襲したものと考えられる。昭和46年1月には、函塊に $7.6\text{m}\sim 8.6\text{m}$ の波が作用して、八戸港地区北防浪堤の28函が滑動し、そのうちの17函に図-1のような亀裂が外壁に発生した。また、昭和47年1月には、ふたたび河原木東防浪堤において前述の延長上で、 $H/5=6.1\text{m}\sim 8.7\text{m}$ の波により8函が滑動し、そのうちの6函に図-2のような亀裂が発生した。

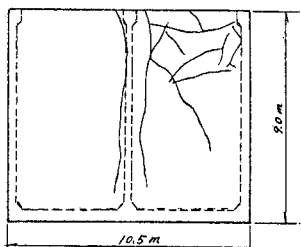


図-1 函塊外壁に発生した亀裂
(八戸港八太郎北防浪堤)

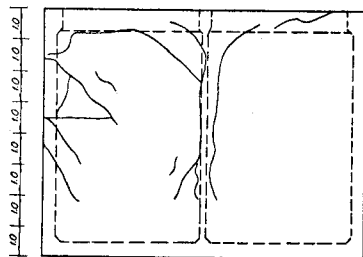


図-2 八戸港河原木東防浪堤の亀裂

凡例	フラック湧り
	鉄筋が露出している
	鉄筋が内側へ押されている
	割れて穴があいている

小名浜港では、昭和48年6月に、図-3のような函塊外壁の破壊が第一西防浪堤で発見された。これは、昭和46年以来の $H/5=5.6\text{m}\sim 6.8\text{m}$ の波浪によるものと考えられている。

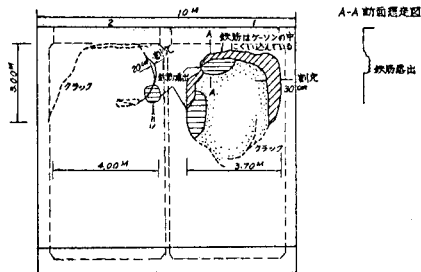


図-3 函塊外壁の破壊
(小名浜港第一西防浪堤)

2. 被災函塊のコンクリート強度

図-1の鉄筋コンクリート製函塊は、普通ポルトランドセメントのレターミクストコンクリートで製作したものであり、単位セメント量は 300kg または 310kg 、水セメント比は 51% あるいは 55% で圧縮強度は $283\text{kg/cm}^2\sim 379\text{kg/cm}^2$ である。また、図-2の被災ケーソンから直径 7cm 、高さ $11\text{cm}\sim 12\text{cm}$ のコア-8本を採取して圧縮試験を実施した結果は $330\text{kg/cm}^2\sim 360\text{kg/cm}^2$ で、設計基準強度 240kg/cm^2 を上回っている。なお、鉄筋は $SD 30$ を使用している。

3. 函塊外壁の耐波力

波圧作用時の函塊には、蓋コンクリートおよび上部工が施工されているので、四辺固定版として *Yield line theory* により外壁の耐波圧を等分布荷重として求めると、図-1の場合 17.4kg/m^2 、図-2の場合 12.8kg/m^2 である。いま、広井式により外壁の波圧を求めると $11.7\text{kg/m}^2\sim 13.3\text{kg/m}^2$ 、 $9.4\text{kg/m}^2\sim 13.4\text{kg/m}^2$ で、波群中の最大波に対しては、それらのほぼ2倍の波圧が外壁に作用することになる。したがって、外壁は波浪に抗しえないこ

となるが、函塊には中詰が填充されているので、外壁が破壊する例は稀れである。

4. 現行設計法の検討

函塊に発生する応力が計算仮定と合っているかどうかを確認するため、実物ケーソン（函塊）の鉄筋にワイヤーストレインゲージを貼付けて、静水圧を作用させたときの鉄筋応力を測定した。図-4の実線が実測値であり点線が計算値である。計算値は、①の側壁に対しては三辺固定上端自由、②の底版は四辺固定として計算したものである。計算値は実測値によく一致しており、ここで実験したような応力レベルであれば、仮の計算仮定は正しい。

5. 中詰材の違いによる外壁の応力

運輸省港湾技術研究所においては、波力を受ける外壁をアクリル樹脂板で製作した縮尺 $1/2$ の模型について実験を行なっている。それによれば、中詰による初期応力は、図-5に引用するように、砂のみの場合、図中の白丸で示す実験値は計算値に比べて小さくなっているけれども、現地ケーソンと同じ状態の砂と水の場合に対する黒丸の実験値は計算値と比較的一致している。したがって、現地ケーソンにおいても、中詰砂による初期応力は計算により求めても差支えなないと考えられる。

中詰の違いによる波圧作用時の外壁応力を比較した結果を同様に図-6に引用する。図中の黒丸は中詰を水にした場合の実験値であり、白丸は中詰を現地と同じ砂と水にした場合のものである。波により外壁に発生する応力は、中詰の状態によっては変化する。現地のケーソンは据付後において、中詰砂が波浪により崩さびられて締まり、水と砂が分離しても外壁の耐波力は低下しないと考えられる。【引用文献1）昭和48年度水工シンポジウム資料、青焼、未公開】

6. あとがき

本研究は、昭和49年度吉田奨励金研究の第一報であることを記して謝意を表す。

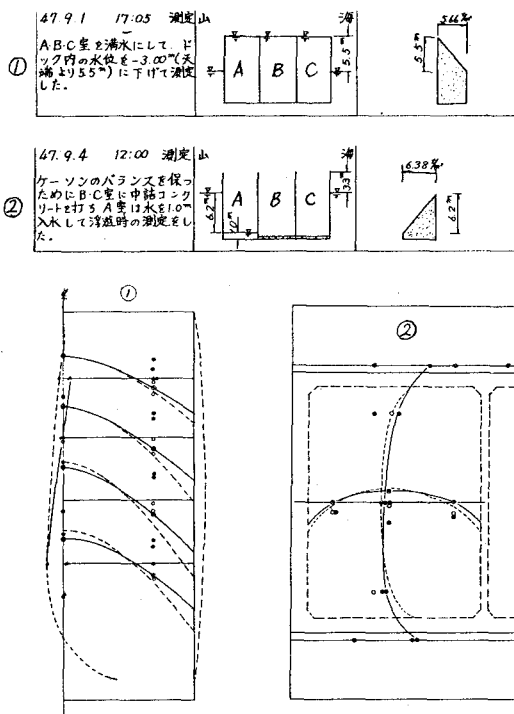


図-4 実物ケーソンによる応力測定

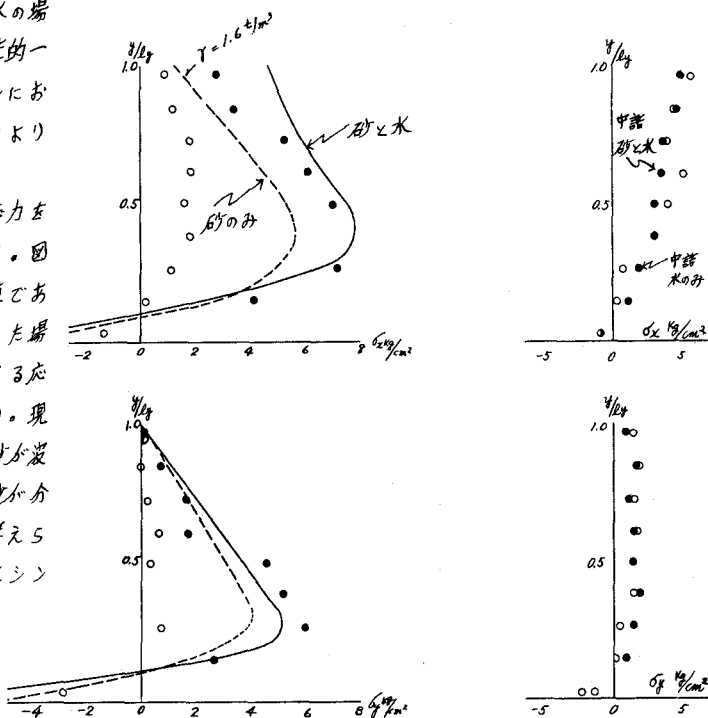


図-5 中詰材による外壁の初期応力

図-6 波圧時の外壁応力