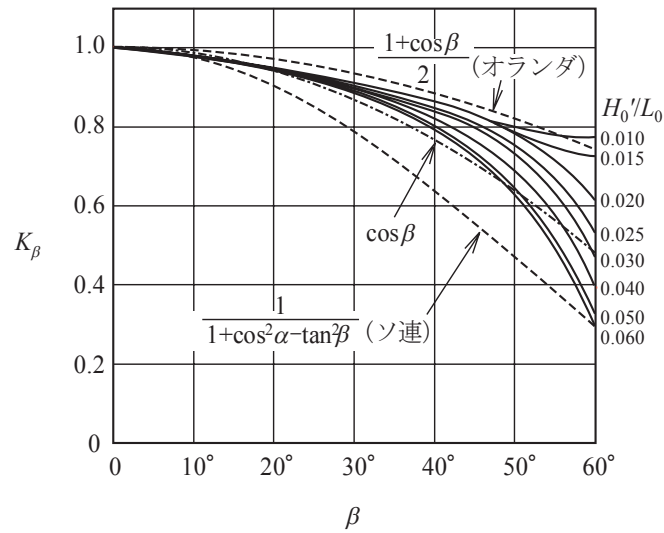
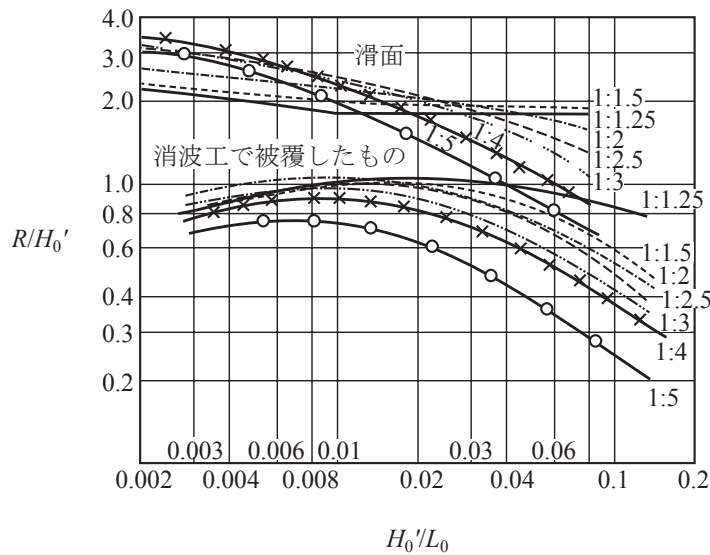




図－4.4.21 波の入射角と打上げ高の関係（実線：建設省土木研究所（実験値））



図－4.4.22 消波工による波の打上げ高の減少²⁰⁸⁾

(2) 越波量

- ①越波量とは越波した水の総容積である。また越波流量とは越波量を測定時間で割って得られる単位時間当たりに越波する水の平均容積である。通常これらの量は単位幅当たりの量で示される。
- ②越波量が性能照査上重要な要素となる施設に対しては、水理模型実験または既往の水理模型実験に基づく資料によって波の不規則性を考慮した越波量を算定する必要がある。前面の海底地形が複雑な場合には、波浪変形計算を行い護岸前面での進行波高を算出し、その換算沖波波高を用いて護岸越波流量を推定することができる¹¹²⁾。ブシネスクモデルを用いた波浪変形計算では、越流公式を用いて越波流量の平面的な分布とその時間変化を算定し、護岸背後の浸水過程を再現する試みもみられる¹¹³⁾。さらに、計算容量の観点からその適用範囲は護岸近傍に限られるが、CADMAS-SURFなどによる数値波動水路を用いて、断面形状がやや複雑な護岸上の越波流量を算定することができる¹¹⁴⁾。ただし、この場合には、実験結果に対する再現計算を行って計算精度を予め検討しておくなど、計算モデルや格子設定等について十分なキャリブレーションを行うことが望ましい。
- ③越波は、その量が大きくなると、護岸等の堤体そのものに被害を及ぼすだけでなく、護岸及び堤防が防護すべき背後の道路、家屋、港湾の施設等に浸水被害を及ぼす。また、親水性施設においては、利用者に人的な被害を及ぼす危険性もある。よって、性能照査に当たっては、越波量が施設の構造及び利用状況によって定められる許容越波流量以下になるようにする必要がある。なお、実験によって越波量を推定する場合には、潮位の変化に配慮し、水位を変化させて行うことが望ましい。

④越波流量算定図表¹¹⁵⁾

根固めマウンド、頂部波返し工などを持たない単純な形状の直立及び消波護岸に対しては、図－4.4.23～図－4.4.26を用いて越波流量を推定してもよい。これらの図は不規則波実験に基づいて作成されたもので、越波流量曲線の精度は実験及び現地観測との対比結果から表－4.4.4に示されている範囲と想定される。消波護岸の場合の越波流量は天端上層2列並びの条件に対して求められたものである。

表－4.4.4 越波流量の推定値に対する真値の想定範囲

$q/\sqrt{2g(H_0')^3}$	直 立 護 岸	消 波 護 岸
10^{-2}	0.7～1.5 倍	0.5～2 倍
10^{-3}	0.4～2 倍	0.2～3 倍
10^{-4}	0.2～3 倍	0.1～5 倍
10^{-5}	0.1～5 倍	0.05～10 倍

なお、図－4.4.23～図－4.4.26を参考にして不規則波の越波流量の目安を得る場合、次のことを考慮する。

- (a) 海底勾配または沖波波形勾配がこれらの図中のものと一致しない場合は、最も近いものを用いるか、または内挿して求める。
- (b) 図中の消波ブロックとしては、2層積みのテトラポッド（天端部上層2列並び）を用いているが、これと同じ消波ブロックを用いても、天端幅、積み方、法先形状などが異なる場合や他の消波ブロックを使用する場合には、越波流量が図の値と大きくく異なる恐れがある。
- (c) 天端上の消波ブロックの列数が増加すると越波量は減少する傾向を有する¹¹⁶⁾。
- (d) 越波流量算定図を適用するのが困難な場合には、高山ら¹¹⁷⁾により、越波流量算定近似式が提案されており、参考にできる。

⑤換算天端高係数

消波ブロック積み護岸や縦スリット型消波護岸の越波量を設定する目安として換算天端高係数を用いることができる。換算天端高係数は、同一の波と海底形状の条件において直立護岸を設置した場合を仮定して、同一の越波量となるときの対象護岸高さとの比である。換算天端高係数が1より小さい場合には、直立護岸に比較して低い護岸天端であっても同一の越波量となることを表し、その護岸形状が越波量低減に有効であることを示す。代表的な護岸形状の換算天端高係数 β の参考値を以下に示す。

消波ブロック積み護岸 ¹¹⁷⁾	: $\beta=0.9\sim0.7$		
縦スリット型消波護岸 ¹¹⁷⁾	: $\beta=0.6$		
パラペット後退型護岸 ¹¹⁶⁾	: $\beta=1.0\sim0.5$		
階段護岸 ¹¹⁶⁾	: $\beta=1.7\sim1.0$		
上部フレア護岸 ¹¹⁶⁻¹⁾	: $\beta=0.8\sim0.3$		
ダブルパラペット護岸 ¹¹⁶⁻¹⁾	: $\beta=0.9\sim0.4$		
越波透水型護岸 ¹¹⁶⁻¹⁾	: $\beta=0.5\sim0.3$		
波が斜めから入射する場合 ^{118) 119)}	: $\beta = \begin{cases} 1 - \sin^2 \theta & \theta \leq 30^\circ \\ 1 - \sin^2 30^\circ = 0.75 & \theta > 30^\circ \end{cases}$		(θ は波の入射角で、護岸に直角入射する場合を 0° とする。)

また、堤前の相対水深が深いパラペット後退型護岸におけるパラペット高さに対する換算天端高係数 β には次式を用いてもよい¹¹⁹⁻¹⁾。ここで、 β_0 は護岸前面の相対水深が深い場合に、必要に応じて設定する補正係数であり、高山ら¹¹⁷⁾による越波流量算定近似式を用いる場合の推奨値は $\beta_0=1.2$ である。また、 x は護岸法線からの後退距離 ($0 \leq x < L_0$)、 L_0 は作用波の沖波波長である。なお、係数 $\alpha=0.43$ である。

後退パラペット高さに対する換算天端高係数（護岸前面の相対水深が深い場合）： $\beta = \beta_0 [1 - (x/L_0)^\alpha]$