

Ⅱ-67 実スケール防潮林の数値計算による津波減衰効果の検討

東北大学大学院工学研究科 学生員 ○原田賢治
東北大学大学院工学研究科 正 員 今村文彦

1.はじめに

実際の海岸における防潮林では樹林密度、幹の太さ、樹高、枝下高等の防潮林条件が場所ごとに異なり、津波軽減効果に影響を与えと考えられるが、防潮林の条件が津波減衰効果にどの程度影響を与えるのかについては十分に理解されていない。現地データより樹林密度と直径について整理し、これにもとづいた防潮林条件を変化させた実スケール防潮林の津波数値計算を行った。これにより、防潮林による津波減衰効果と幅および樹林密度との関係を示すことを目的とした。

2.防潮林の樹木直径と樹林密度

防潮林の特徴を捉えるため、北上川河口、志津川町松原、高田松原で行った独自の現地調査結果に加え、過去の研究（油屋；2000、首藤；1985、宗方ら；1991）より、クロマツ防潮林の樹林密度（本/100m²）と樹木胸高直径（m）の関係を Fig.1 に示す。

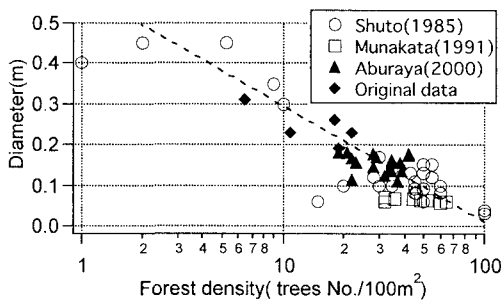


Fig.1 樹林密度と胸高直径

樹林密度が小さくなると幹の直径は大きくなり、強い相関がある。クロマツは陽樹であるため生長に光が必要であり、密集した状態では光量が減少し光合成を行う葉が減少する。光合成によって生産された物質や根から吸収された栄養の受け渡しの機能を持つ幹の太さは葉の量に応じて決まり、密集した所では幹は太く育たなくなる（田中、1998）。また、光を十分に獲得できないクロマツは淘汰され樹林帯密度を低下させるため、樹木が生長していく過程で

自然にクロマツ林の密度と直径の関係は、直径の小さな密林から直径の大きな疎林へと遷移していく事になる。これらのことより、Fig.1 から防潮林の樹林密度により胸高直径をある程度推測することができる。次に示す数値計算では Fig.1 を参考に樹林密度と直径を設定した。

3.実スケール防潮林による数値計算

3.1 計算条件および計算方法

防潮林条件の違いによる津波減衰効果を検討するために簡略化した地形条件および防潮林条件を Fig.2 に示す。防潮林幅は 50,100,200,400m、樹林密度は 10,30,50 本/100m²、幹の直径は樹林密度に対応させて 0.3,0.15,0.10m とし、葉部は実測値を参考に投影面積比を 0.65 とした。樹高、枝下高は 10,2m とした。ここで設定した樹林密度は疎林であり、疎の場合の円柱を参考にして、幹一本あたりの抗力係数 $C_{D-trunk}=1.1$ 、慣性力係数 $C_{M-trunk}=2.0$ とした。葉部についても $C_{D-leaf}=1.1$ 、 $C_{M-leaf}=2.0$ と仮定して計算を行った。また、浸水深が約 4 m を越えると樹木が折損や破壊の被害を受ける（首藤、1985）ため、樹木破壊を考慮していない本数値計算では浸水深が 4 m を越え無いような入射波振幅として 3m の sin 波を沖側境界より強制入力した。計算格子間隔は、 $\Delta x=\Delta y=50m$ 、 $\Delta t=1sec$ とした。

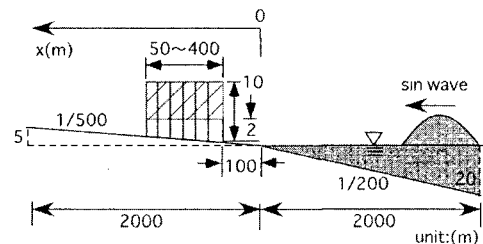


Fig.2 数値計算の地形条件

計算手法は原田ら(2000)と同様に、運動方程式に植生の影響として、Morison 式にもとづいた抵抗項を加えた(1)式を用いた。

$$\frac{\partial M}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{M^2}{D} \right) + gD \frac{\partial \eta}{\partial x} + \frac{gn^2}{D^{7/3}} M / M' + \frac{C_D}{2} \frac{A_o}{\Delta x \Delta y} \frac{M' / M'}{D^2} + C_M \frac{V_o}{V} \frac{\partial M'}{\partial t} = 0 \quad \dots(1)$$

ここで、 η は波高、 M は線流量、 D は全水深、 n はManningの粗度係数、 C_D 、 C_M は1メッシュあたりの樹木の抗力係数と慣性力係数、 V は防潮林の存在する区間における水面下の全体積、 V_o は体積 V 中の樹木の占める体積、 A_o は体積 V 中の樹木の投影面積を幹の樹林密度と葉部の投影面積比より算出したものを意味する。 M' は防潮林無しの線流量で、数値計算より求めた。 Δx 、 Δy は計算メッシュサイズを表す。

3.2 防潮林幅による影響

防潮林幅の変化の影響を検討するため、樹林密度30本/100m²の時の浸水深と流速について(2)式で示す最大値の低減率： r の空間変化をFig.3に示す。

$$r(\text{reduced rate}) = \frac{(\text{max. value with forest})}{(\text{max. value without forest})} \quad \dots(2)$$

計算結果は防潮林幅の増加に伴う抵抗の増加により、防潮林通過後の浸水深、流速の低減率を大きく低下させており、防潮林による津波減衰効果を算出している。防潮林直後の浸水深については防潮林幅と低減率の間に線形の関係が見られるが、流速に関しては幅が大きくなると低減率の増加は小さくなる傾向にあり、浸水深と流速の減衰傾向が異なる。

3.3 樹林密度による影響

現地データにもとづいた樹林密度の影響を検討するため、幅50mの樹林密度の異なる防潮林について(2)式で表される浸水深と流速の低減率の空間分布をFig.4に示す。浸水深は樹林密度による差が小さいが、流速は若干の差が見られ、現地データに基づいて設定した樹林密度による影響は、樹林密度の増加に伴い低減率が低下して、津波減衰効果が大きくなる結果となった。

4.おわりに

防潮林の津波減衰効果を検討するために、実際の防潮林条件から樹林密度と直径の傾向を求め、これにもとづいた条件を変化させて防潮林の抵抗を考慮した数値計算を行った。その結果、防潮林幅の増加により浸水深は線形的に低下し、流速は低減率の増加が小さくなり、防潮林の密度増加によりその程度

は小さいものの浸水深、流速の減衰効果が大きくなる傾向にあることを示した。このように防潮林条件の違いを考慮した数値計算により、防潮林の津波減衰効果を定量的に評価することが可能となり、防潮林を津波対策に積極的に用いるための有益な情報を得ることができた。

本研究の一部は、日本学術振興会特別研究員制度の補助を受けて行われた。ここに示して感謝の意を表す。

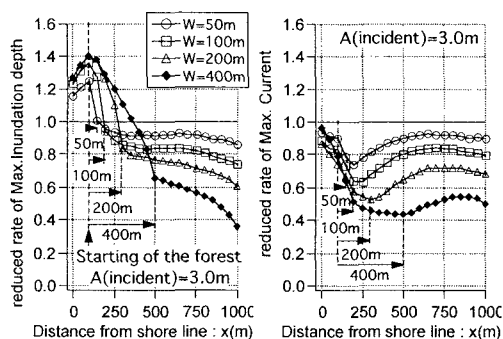


Fig.3 防潮林幅による津波減衰効果への影響

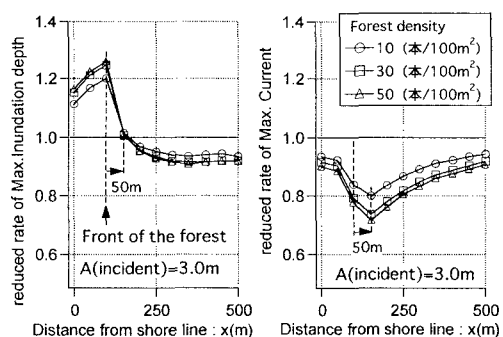


Fig.4 樹林密度による津波減衰効果への影響

参考文献

- 油屋貴子(2000):仙台湾沿岸における防潮林の津波低減効果, 東北大学工学部土木工学科卒業論文, p.60
- 首藤伸夫(1985):津波に対する効果と限界ー過去の事例による判定ー, 東北大学工学部津波防災実験所研究報告, 第2号, pp.1-38.
- 宗方宏幸・鈴木省三・富樫誠(1991):海岸防災林に関する研究ークロマツ海岸林の立木密度と防災効果に関する研究ー, 福島県林試研報, 第24号, pp.66-75.
- 田中和博(1998):森の混み具合を調べる, 森を調べる50の方法, 日本林業技術協会, pp.74-77.
- 原田賢治・油屋貴子・Latief Hamzah・今村文彦(2000):防潮林の津波に対する減衰効果の検討, 海岸工学講演会論文集, 第47巻, pp.366-370.