

IV-60

津波災害が道路ネットワークに及ぼす影響について

東北工業大学大学院 学生員 鎌水 光一

東北工業大学工学部 正 員 村井 貞規

1.はじめに

道路は、地域社会における社会資本の根幹施設として地域住民の日常生活を支えると同時に、広域的ネットワークを形成して地域間の連携・交流の基礎となるものであり、多様な役割を担っている。このため自然災害、交通事故等による通行規制は、日常生活や産業活動に大きな影響を与える。こうした機能を持つ道路には国道、主要地方道、県道とともに日常生活を支えるために必要不可欠な市町村道がありこれらから構成されるネットワークは、交通障害による影響を最小限にするようなものでなければならない。本研究では、過去に大きな被害をもたらした規模の津波が発生した場合、三陸沿岸市町村の道路ネットワークがどのような影響を受けるかをグラフ理論を用いて分析した。

2.グラフ理論

グラフ理論とは、グラフを構成する辺と頂点の構造を探ろうとするもので、頂点間の結びつき方に着目しその構造を明らかにする特徴がある。道路ネットワークの場合、単路部を辺、交差点部を頂点として現実の道路網を抽象化しグラフを表現する。本研究では、このグラフ構造の特徴を把握するため、回路階数、 α 示数、 γ 示数の3指標を用いることとする。なお辺を m 、頂点を n 、コンポーネント数を p で表す。

(1)回路階数： $\mu=m-n+p$

ネットワーク内に存在するサイクル数であり、回路階数が多いほど連結性が大きくなり、道路ネットワークとしての信頼性が高いことを意味する。

(2) α 示数： $\alpha=(m-n+p)/\{n(n-1)/2-(n-1)\}$ ， $\alpha<1$

回路階数からみた道路ネットワークの連結性を求める示数で、規模との関係を表す。

(3) γ 示数： $\gamma=m/\{n(n-1)/2\}$ ， $\gamma<1$

グラフ辺数の想定される完全連結グラフの辺数に対する比率であり頂点と辺との関係を表す。

3.対象地域

対象地域として三陸沿岸市町村の中から宮城県は志津川町、気仙沼市、岩手県は大船渡市、釜石市の4市町を取り上げた。対象とした道路網は、国道、主要地方道、県道、市町村道が形成するネットワークとした。考慮した津波災害は、浸水域の資料がある明治29年三陸津波、昭和8年三陸津波、昭和35年チリ地震津波の3つとした。図-1から図-3には、被災前後の岩手県大船渡市の道路ネットワークを示す。浸水域は湾奥都市中心部と半島部分であることが分かる。

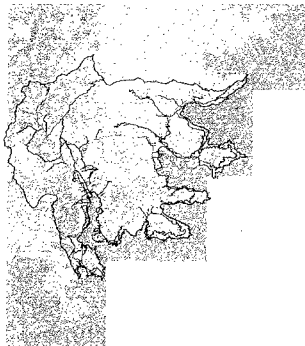


図-1. 岩手県大船渡市の道路網

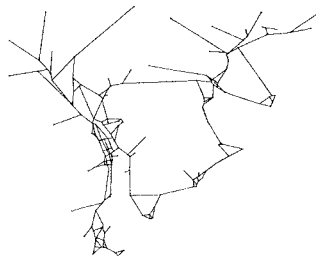


図-2. 災害前の道路ネットワーク



図-3. チリ津波後の道路ネットワーク

4.各都市の示数分析

ここでは、各津波が来襲した場合の道路ネットワークにおいて、その結合の強さはどのような変化を示すかについて回路階数 μ 、 α 示数、 γ 示数を用いて分析した結果を示す。以下に国道+主要地方道+県道+市町村道の道路ネットワークにおける3指標の変化をグラフに示す。

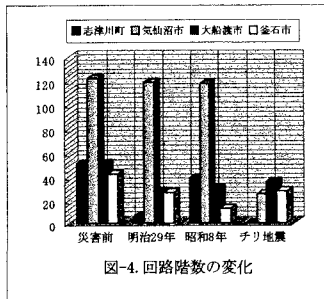


図-4. 回路階数の変化

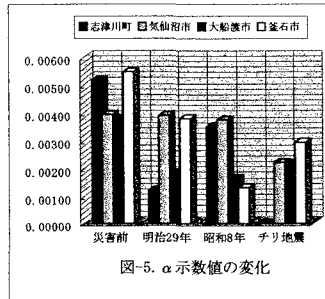


図-5. α示数値の変化

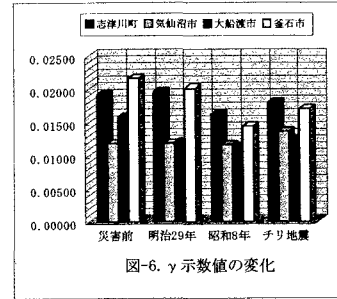


図-6. γ示数値の変化

(1)回路階数、 α 示数

図-4より志津川町、気仙沼市の場合、チリ地震津波が、大船渡市の場合、明治29年三陸津波が、釜石市の場合、昭和8年三陸津波により道路ネットワークの機能が最も低下したことが確認できた。志津川町の場合、チリ地震津波での回路階数が存在しないため回路階数、 α 示数は0を示す。その反面、昭和8年津波の場合には、多くの迂回路を設定できる可能性がある。大船渡市の場合、津波来襲後は道路ネットワークの連結性が全体的に低くなる。釜石市の場合、昭和8年津波での α 示数が低く、多くの迂回路が設定できなくなる可能性がある。その反面、明治29年津波、チリ地震津波における α 示数の変化では、多くの迂回路をサイクルの中から設定できる可能性があることが確認できる。

(2) γ 示数

図-6より志津川町は昭和8年津波に対する道路ネットワークの連結性が低い。気仙沼市はチリ地震津波での γ 示数が最も高いが、寸断される箇所が多く存在するため辺数が増加し示数値が高くなったと考えられる。大船渡市の場合、災害前と比較して辺の結合強さは極端に低くなることはない。釜石市の場合、昭和8年津波における γ 示数値が最も低く、結合強さは他の津波に比べて低いことが改めて確認できる。

5.結論

過去に幾度となく津波が来襲し甚大な被害を被ってきた三陸沿岸市町村において、今後予想される津波災害に対してどのような事前対策を強化し、被害を最小限に抑えるかを検討することは急務である。津波災害は、中規模程度で30から50年、大規模のもので80から100年に一回という頻度でしか起こらない自然災害である。しかし一旦発生すると規模によっては港湾施設、道路等の社会資本、住宅、そして多くの人命に関わる重大な災害である。本研究では、そのような津波災害が道路ネットワークに及ぼす影響の大きさの可能性を確認するためグラフ理論を用いて分析を行った。その結果、道路ネットワークの信頼性に最も影響を及ぼす津波を4市町ごとに把握でき、道路ネットワークとしての結合強さの変化を α 示数、 γ 示数をもちいて確認することができた。今後、ネットワークとしての連結性を高める迂回路のあり方を検討していく必要がある。掲載の都合上、浸水域と避難場所との関係を表す図は省略するが、過去に発生した津波規模によっては、避難場所としての機能を失いかねない地区があることが確認できた。現在指定されている避難場所は住民が一時避難するために適切であるかを早急に検討していかなければならない。また避難場所に対する対象区域及び避難路の検討・設定も同時に検討していくべき事項である。