

岩手・宮城内陸地震が道路ネットワークに及ぼした影響

東北工業大学 正員 村井貞規

1.はじめに

我々の周りには種々のネットワークが張り巡らされており、これらは現代社会の社会基盤として日々の生活そして政治・経済・文化等の発展に重要な役割を果たしている。その中で最も古くから人類が造り続けてきたのは道路ネットワークであるのは論を俟たない。特に20世紀に入って車社会が到来したことに伴い、長い歳月を費やしてインフラ整備が行われて来た。

この我々の暮らしにとって重要な道路交通に最も影響を及ぼすものは自然災害であろう。我国は四季に恵まれ地域によって風土・気候が変わるが、近年、異常気象といわれるゲリラ豪雨や大雪など地域によって特徴的な災害が目立つようになってきた。これらはある程度予測されるものであるが、予測出来ない自然災害の中でも特に被害が大きいのは地震である。我国は4つのプレートの上に位置しているため、過去にも大きな地震災害に見舞われてきた。そしてそうした地震により、橋梁の崩落・段差・ひび割れ・がけ崩れ・土石流・地すべりなど種々の被害を受けてきた。そのため道路建設においてはこれからの自然災害を考慮した計画・対策が必要とされている。

本研究は、2008年6月14日に発生した岩手・宮城内陸地震が道路ネットワークに及ぼした影響を幾つかのネットワーク指標により明らかにしようとするものである。方法としては、震度5以上を観測した市町村にアンケート調査を行い、対象地域の道路網をモデル化し、グラフ理論を適用して分析した。ここでは被害の最も大きかった岩手県一関市と宮城県栗原市の分析結果について報告する。

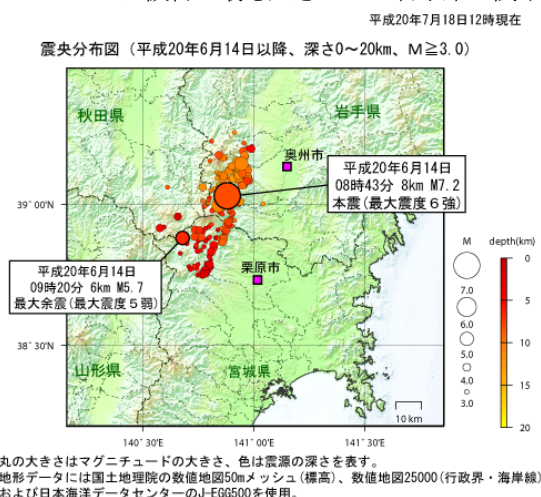
2.岩手・宮城内陸地震の概要

岩手・宮城内陸地震は2008年(平成20年)6月14日午前8時43分に発生した岩手県内陸南部、岩手県一関市厳美町付近を震源とする地震である(図-1)。マグニチュード(M)は7.2、震源の深さ約8km、岩手県奥州市・宮城県栗原市で最大震度6強を記録した。非公式ではあるが岩手県胆沢川の石淵ダムでは震度7を記録している。最大加速度は重力加速度の4倍以上の大きさに当たる4022ガルで、この数値は岩手県一関市で観測された揺れが「世界一大きな地震記録」とであると2011年(平成23年)1月11日に防災科学研究所によって発表されている。

3.グラフとその分析

道路ネットワークを解析するにあたって、道路の単路部や交差点を辺と頂点といった要素に置き換え、道路網をこれらの要素の集合として表したグラフとすることにより、ネットワークシステムを分析することができる。ここでは、地震が与えた初期の被害と復旧経過について、コンポーネント数(p)、回路階数(μ)、アルファ示数(α)、ガンマ示数(γ)というグラフ理論の示数を用いて分析を行なった。なお厳密には本分析による方法は被災箇所を新たに頂点として付け加えているため集合論としてのグラフ理論とは異なることに注意しておく。なおそれぞれの示数は以下の式により求められる。

$$\mu = m - n + p, \quad \alpha = (m - n + p) / \{n(n-1)2 - (n-1)\}, \quad \gamma = m / \{n(n-1) / 2\}$$



4.道路ネットワークの分析結果

本研究では、道路の階層（以下ネットワーク・レベル(Network Level))を「NL1：一般国道」，「NL2：一般国道＋主要地方道」，「NL3：一般国道＋主要地方道＋都道府県道」，「NL4：一般国道＋主要地方道＋都道府県道＋市町村道」の4段階で分析した。以下に岩手県一関市についてはNL1からNL4までの復旧の経過，宮城県栗原市についてはNL1からNL3までの復旧の経過を地震発生から2年間にわたり各示表について示す。

(1) 孤立コンポーネント数

孤立コンポーネントとはコンポーネントの中でも復旧可能なコンポーネントからアクセス出来ず，そこから移動出来ない孤立したものを指す。地震発生と共にどちらの都市でも孤立コンポーネントが発生した。一関市は地震発生からようやく2年後に国道342号が通行可能となり，今まで孤立していた県道にアクセス出来る様になり完全復旧した。栗原市は被害状況が異なり孤立コンポーネントは発生したが，その数は少なく，すぐに復旧した。また復旧工事の関係で部分的に修復された道路があったことにより1年後から一時的に数値が増えている(図2,3)。

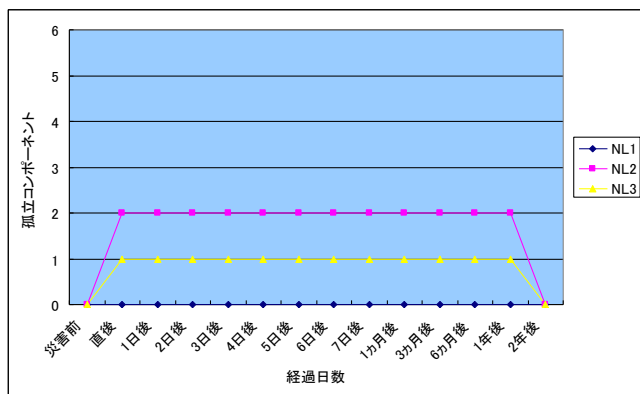


図2 孤立コンポーネント数 (一関市)

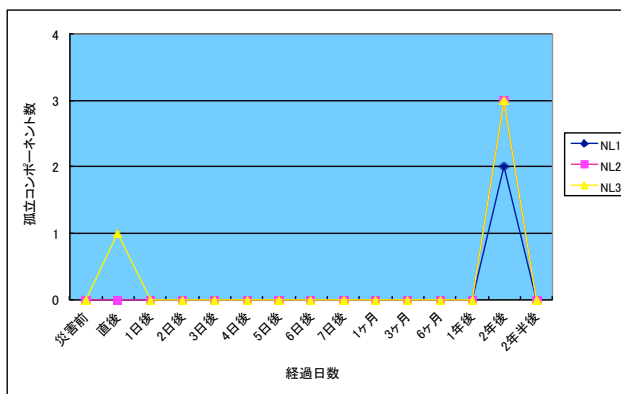


図3 孤立コンポーネント数 (栗原市)

(2) 回路階数

地震発生直後に一関市のNL2, 3の値が全体的に減少しており，その後2年が経過するまで数値に変化は見られない(図-3)。すなわち交通機能を担うネットワークの回復にはかなりの時間を要したことになる。考えられる要因は，地盤災害による国道342号の祭時大橋の工事が関係していると考えられる。栗原市の場合，被害にあったほとんどの道路が他の行政区に繋がる道であったため，栗原市内における回路機能はあまり損なわれなかった。

(3) ガンマ示数

図-5に一関市西部NL4のガンマ示数の値を示す。地震発生直後に急激に減少しており，かなりの箇所で使用不能になった道路があることが分かる。その後1年が経過するまで微小な増減はあるものの，あまり変化は見られないが，2年が経過した時点で被災する前の数値以上になった。その原因としては，地震発生以前から通行規制の行なわれていた箇所の通行が可能になったことなどによる為と考えられる。なおアルファ示数もほぼ同様の傾向を示している。最後にデータ整理・分析に尽力してくれた研修生の新堀翔，名久井敏歩両君に謝意を表す。

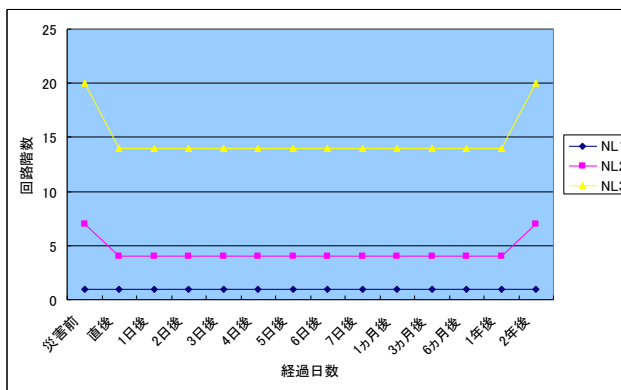


図4 回路階数 (一関市)

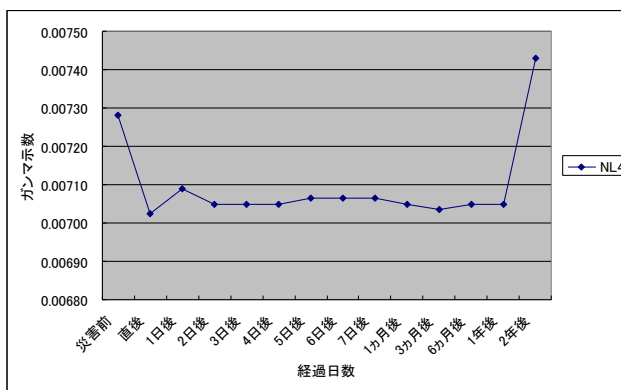


図5 ガンマ示数 (一関市西部)