

名古屋大学工学部 正会員 松 尾 稔

名城大学理工学部 正会員 〇堀 内 孝 英

1. まえがき

地中埋設管（以下埋設管という）は、どの程度の規模の地震が、どこで発生すれば被害を生ずるか、また被害を及ぼす地震が発生する可能性について検討しておくことは、埋設管の耐震設計や地震対策上きわめて重要である。本報告は名古屋市を対象に埋設管に被害を及ぼすと考えられる地震の規模や発生位置、さらにその発生確率について検討を行ったものである。

2. 埋設管に被害を及ぼす地震の評価基準

対象とする地域の埋設管に被害を及ぼす地震は、必ずしも規模の大きい地震であるとは限らない。例えば、地震の規模が小さくても震源に近い埋設管は被害を生ずる可能性があり、地震の規模が大きくても震源から遠い埋設管は被害を生ずる可能性は小さい。また、地震による埋設管の被害の程度は、震源距離が同じでも、地盤状況によつてかなりの差のあることが過去の震害調査資料などによって定性的に明らかにされている。したがって、地震による埋設管の被害は、対象とする地域の地震動の大きさに影響される。ここに、埋設管に被害を及ぼす地震の検討に当っては、地震の規模 M （マグニチュード）と震源距離 r によつて決定される地震動の最大振幅に着目した。

地震の規模 M と震源距離 r との関係から、地震動の最大振幅を評価する推定法や経験式には、差盤におけるもの、地盤特性を考慮したものなど、これまでに数多く提案されているが、本解析では、図式に示す金井の差盤における速度振幅 V_0 を主たる式を差盤として、埋設管に被害を及ぼす地震の評価を行った。

$$\log V_0 = 0.61M - (1.66 + \frac{3.60}{r}) \log r - (0.631 + \frac{1.83}{r}) \dots\dots\dots (1)$$

埋設管に被害を及ぼす差盤の速度振幅 V_0 を決定するに当っては、過去の地震による埋設管の被害に関する資料や記録が有効となる。表-1は、関東地震をはじめ、各地震によつて埋設管に被害が生じた地域について、差盤の速度振幅 V_0 を式(1)を用いて算定した結果を示した。なお、式(1)を用いての算定に当っては、各地震とも震源深さを30Kmとした。表-1より、地震による埋設管の被害は、その地域の差盤における速度振幅値が約2.5 cm/sec以上であることがわかる。したがって、埋設管に被害を及ぼす地震の選定基準としては、対象とする地域の差盤の速度振幅 V_0 が2.5 cm/sec以上であると考えることができる。

3. 名古屋市域の埋設管に被害を及ぼす地震の規模と発生位置

ここでは、名古屋市域の埋設管を対象に被害を及ぼすと考えられる地震の規模 M とその発生位置の関係を上記選定基準をもとに検討を行った。族当に際しては、理科年表をもとに、西暦679~1972年までに発生した418個のデータについて、名古屋市中心部（ $N=35.2^\circ, E=136.9^\circ$ ）の差盤の速度振幅 V_0 を式(1)

表-1
埋設管路の被害地域の差盤の速度振幅と震央距離

地 震 名	震 央 距 離 r' (km)	差盤の速 度振幅 V_0 (cm/sec)
関東地震 1923 $M=7.9$	東 京 60 横 浜 30	10.73 20.18
東南海地震 1946 $M=8.1$	高 知 190	2.98
福井地震 1948 $M=7.3$	福 井 25 丸 岡 直 下	9.69 13.54
新潟地震 1964 $M=7.5$	新 潟 50 酒 田 90	7.46 3.70
十勝沖地震 1968 $M=7.9$	八 戸 70 十和田 100 函 館 180	8.94 5.62 3.88
伊豆・大島 近海地震 1978 $M=7.4$	下 田 35	8.84
宮城県沖地震 1978 $M=7.4$	仙 台 110 塩 釜 100 石 巻 80	2.45 2.78 3.75

を用いて算定した。なお、震源の深さは一律に30kmとした。

図-1は、名古屋中心部の基盤の速度振幅 V_0 が2.5 cm/sec以上となった地震の規模 M と震央位置を示したものである。この図から、名古屋市域の埋設管に被害を及ぼすと考えられる地震の規模 M と震央距離 r との関係を描き出すことができる。図-2は、図-1に示される地震について、震源距離 r と基盤の速度振幅 V_0 との関係を示した。この図には、地震の規模 M の線が併記してあるので、 M と r から V_0 を推定することができる。

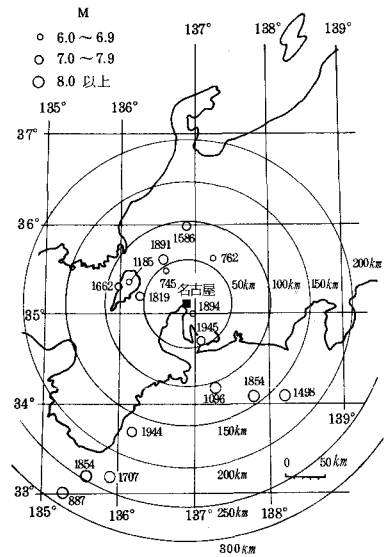


図-1 名古屋中心部における基盤の速度振幅 V_0 が2.5 cm/sec以上となった地震の震央分布

4. 名古屋市域の埋設管に被害を及ぼす地震の発生確率

一般に、地震、強風、豪雨などの自然現象の発生は、時間的にみれば頻度の稀な現象であり、このような事象の発生過程を表わすモデルとしてポアソン過程が用いられる。本解析では、地震の発生モデルもポアソン過程と考え、名古屋市域の埋設管に被害を及ぼす地震の発生確率 P_R を次式により算定した。

$$P_R = 1 - e^{-K(V_0)Y}, \quad K(V_0) = V_0/Y \quad \dots\dots\dots (2)$$

ここに、 V_0 ：基盤の速度振幅 V_0 の発生回数、 Y ：地震の統計年間、 $K(V_0)$ ： V_0 に対する地震の平均発生年数、 t ：与えられた年数、

式(2)を用いての算定に当たっては、地震の統計年間の取り扱い方が問題となるが、本解析では以下の理由により、統計年間 Y を西暦1600~1972年までの372年間とした。すなわち、1600年以前は地震資料も少なく、かつ人口分布も片寄っており、資料としての信頼性の低いものが多く含まれていると考えられるからである。

図-4は、名古屋中心部の基盤の速度振幅 V_0 が2.5 cm/sec以上となる地震、すなわち、埋設管に被害を及ぼす地震の発生確率 P_R を式(2)により算定した結果を基盤の速度振幅 V_0 別に示したものである。この図から、今後、 t 年間に名古屋市域の埋設管に被害を及ぼすと考えられる地震が発生する可能性を、基盤の速度振幅 V_0 との関係で確率的に求めることができる。

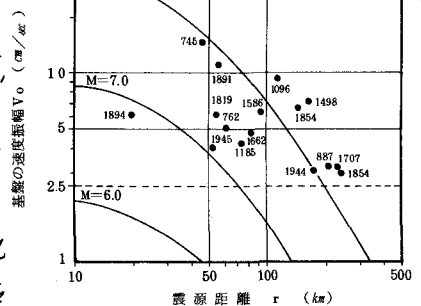


図-2 基盤の速度振幅 V_0 と震源距離 r との関係

ち. まとめ

過去の地震による埋設管の被害地域における基盤の速度振幅 V_0 をもとに、名古屋市域の埋設管に被害を及ぼすと考えられる地震の規模、発生位置とその発生確率について検討を加えた。その結果、埋設管の設計において考慮すべき地震の発生確率は、管の物理的、社会的、経済的方面から決定される耐用年限によって決定することができる。

参考文献 1) 金井清池：地震工学、建築構造学大系1、彰国社、p.1~29、1968。 2) 東京大学編：理科年表、1974冊、地震、地、p.148~175、1974。 3) 伊藤孝、尾田弘行：土木建築のための確率、統計の基礎、丸善、1977。

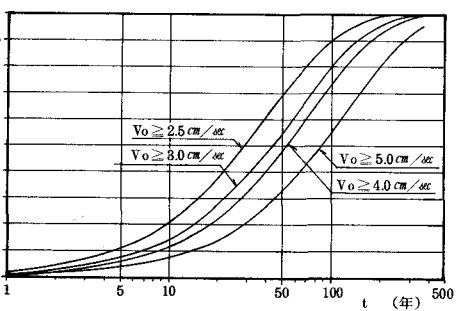


図-3 名古屋で基盤の速度振幅 V_0 が2.5 cm/sec以上となる地震の発生確率