

管渠周辺地盤における陥没発生の危険度基準

名古屋工業大学 学生会員 ○平子 ともみ
 名古屋工業大学 正会員 前田 健一
 名古屋工業大学 学生会員 河田 真弥

1. はじめに

都市部をはじめとする全国各地で年間約3000件の陥没が発生しており、地下埋設管の老朽化によってその発生件数は今後増加すると予想される。陥没災害の原因である地下空洞の進展度合は地表面からは認識できないため、レーダーによる探査や統計データによる予測が必要となる。

過去の研究では様々な条件下での空洞の進展挙動が明らかになっているが¹⁾、陥没発生の危険度については言及されていない。そこで、本研究では空洞進展度合の予測を行うため、蓄積された実験データをもとに危険度基準の提案を行った。

2. 危険度基準に用いた指標

今回、危険度判定基準に用いた指標を図-1に示す。既往の研究より、横長の空洞は縦長の空洞と比較して耐力が小さいことが明らかになっている²⁾ため、実験終了時の空洞幅と空洞厚さを計測し、これを指標とした。さらに、実験終了時の空洞位置、水位条件、試料、欠損の大きさも考慮に入れた。

3. 考察

図-2に用いた試料の粒度分布、表-1に管上水位 $h(\text{cm})$ と e/D_{50} (e : 欠損径, D_{50} : 平均粒径)ごとの土被り比 D_c/D_p の値、表-2に管上水位 $h(\text{cm})$ と e/D_{50} ごとの管路への水流出速度(実験開始10分)の値を示す。 D_c/D_p の値が小さいほど空洞上端部までの土被りが少なく、危険であり、 D_c/D_p の値が大きいほど安全であると推測できる。

表-1より、試料に硅砂2号と硅砂7号を重量比3:7で混合したもの(以下S3:7と示す)を用いた $e/D_{50}=27.78$ のケースが危険度の小さい値をとった理由として、欠損部で目詰まりが発生したことが挙げられる。 $e/D_{50}=7.67$ のケースも危険度が低いが、試料に山砂を使用していることが要因と考えられる。ま

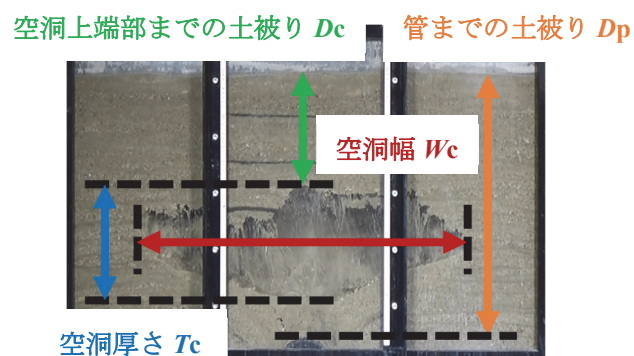


図-1 判定基準に用いた指標

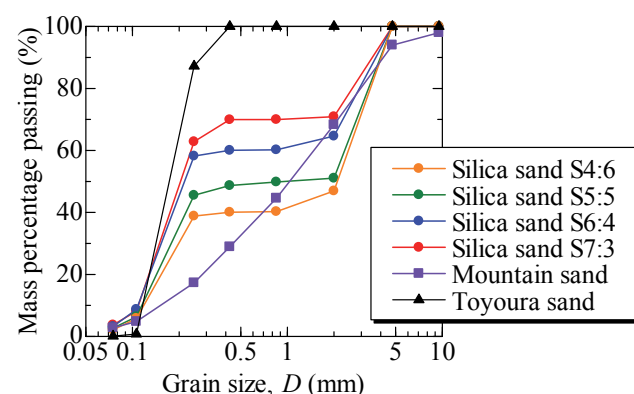


図-2 粒度分布

表-1 水位 h と e/D_{50} による土被り比 D_c/D_p の値

		水位 $h(\text{cm})$				
		10	20	30	40	50
e/D_{50}	2.03			1		1
	5.20			0.08		0
	7.67			1		
	26.46	0.28	0.45	0	0	0
	27.78			1		
	31.85			0		
	46.01					0.52
	61.35					0
	76.69					0.33

危険度大 危険度小
 0 0.25 0.50 0.75 1
 D_c/D_p の値と危険度

表-2 水位 h と e/D_{50} による管路への水流出速度(0-10 分)

		水位 $h(\text{cm})$				
		10	20	30	40	50
e/D_{50}	2.03			12.21		4.55
	5.20			7.30		6.31
	7.67			26.48		
	26.46	1.63	2.01	5.68	7.36	6.06
	27.78			1.40		
	31.85			8.23		
	46.01					0.12
	61.35					0.86
	76.69					0.35

た、 $e/D_{50}=46.01$, 61.35 , 76.69 のケースは試料に山砂 ($D_{50}=0.65$)、欠損径にそれぞれ $\phi 30$, 40 , 50mm を用いたものである。 $e/D_{50}=46.01$, 76.69 のケースは e/D_{50} が大きい危険度が小さい。このような値をとった原因として、これらのケースでは粘着力の強い山砂を使用しており、欠損部において目詰まりが発生しやすい状況であったと考えられる。さらに、 $e/D_{50}=26.46$ のケースにおいては水位が高いほど危険度が高くなっている。

危険度の低い $e/D_{50}=2.03$, 7.67 のケースは $D_{50}=2.47$, 0.65 と平均粒径が大きいのに対し、危険度の高い $e/D_{50}=26.46$, 34.72 のケースは $D_{50}=0.19$, 0.14 と平均粒径が小さくなっている。これより、危険度の判断基準の一つに埋戻し土の平均粒径が挙げられる。しかし、今回用いた指標では試料の特性を十分に反映しているとは言い難いため、指標については改良の余地がある。

次に、表-2 について考察する。表-1 で行った D_c/D_p による分類を表-2 に対応させたところ、 D_c/D_p は 0-10 分の水流出速度に影響されないことが明らかになった。また、 $e/D_{50}=2.03$, 5.20 において、 $h=30$ の水流出量は $h=50$ と比較して多いことがわかる。

図-3 に D_c/D_p と T_c/W_c の関係を示す。 T_c/W_c が 0 に近いほど空洞形状は横長である。実験で観測された空洞は横長の形状をしているものが多く、 $0.4 \leq T_c/W_c < 0.7$ の範囲に多く分布していることが明らか

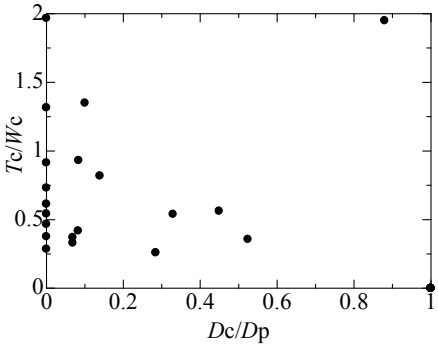


図-3 D_c/D_p と T_c/W_c の関係

表-3 危険度基準表

危険度 R	D_{50}	D_c/D_p	T_c/W_c
4	0.2 未満	0.25 未満	
3	0.2 以上	0.25 以上	0.7 未満
	0.5 未満	0.5 未満	
2	0.5 以上	0.5 以上	
	1.0 未満	0.75 未満	0.7 以上
1	1.0 以上	0.75 以上	

になった。これらのケースは $0 \leq D_c/D_p < 0.5$ に分布しており、危険度が大きい。

4. まとめ

本研究では陥没危険度基準の提案を目的とし、空洞進展度合の定量的評価手法を、実験データをもとに行った。その結果、以下のことがわかった。

- 1) 耐力が低い横長の形状を有した空洞が多く形成されており、中でも、 $D_c/D_p < 0.5$ であるものは危険度が高いと考えられる。
- 2) 陥没発生の危険度は、水位 50cm 以下では埋戻し土の平均粒径に依存し、0.5mm 未満であると危険度が顕著に高くなる。維持管理において重要な指標と言える。一方、内部侵食リスクや空洞耐力は平均粒径以外の土質（粒度分布の幅と形状等）にも依存することから、今後、検討を要する。

参考文献：

- 1) 澤見英樹ら：管渠欠損部における水の流れに着目した地盤の空洞進展挙動，平成 28 年度土木学会中部支部研究発表会，pp.297-298，2017.3.3.
- 2) 田坂晃一ら：管渠周辺地盤における空洞進展と陥没発生のメカニズム，第 29 回中部地盤工学シンポジウム，pp.42-45，2017.08.02.