



### 3. 実験結果

ひび割れ発生時点は模型内側のひび割れを観測した時点での与変位で示し、測点2,6の近辺で観測した2箇所の平均値として表す。また、**図-2**に示すように左右45度方向の2点間距離をそれぞれ短軸、長軸として、変化量を断面変形量とする。比較は全ケースで計測可能な与変位50mm時点での値を用いて行った。なお、模型のひび割れは全ケースで共通して内側のひび割れは測点2,6の近辺から、外側のひび割れは測点4,8の近辺から発生し、ひび割れ発生時点や断面変形量には各ケースで差が生じた。30度-0.75Dのケースでは与変位53mmで模型が崩壊したが、他の11ケースは与変位64mmでも模型の崩壊には至らなかった。

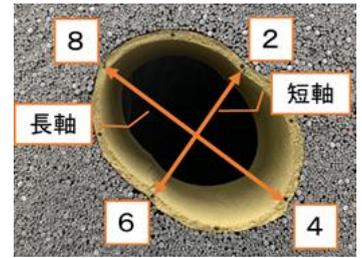


図-2 短軸、長軸の概要

#### 3. 1 斜面傾斜角の影響による考察

**図-3**、**図-4**に斜面傾斜角に対するひび割れ発生時点の与変位及び断面変形量の関係を示す。全ての最小距離において、0度～30度の間では、斜面傾斜角が増加するにつれ、ひび割れ発生時点の与変位が小さくなっており、作用する外力が小さい段階でひび割れが発生することが分かる。また、斜面傾斜角が増加するにつれ、断面変形量が大きくなっており、模型の変形量が増加することが分かる。このことから、トンネル坑口部が位置する可能性の高い斜面傾斜角0度～30度の間においてトンネル坑口部は斜面傾斜角が増加するにつれて安全性が低下する可能性があり、斜面傾斜角の影響を考慮する必要があると考えられる。

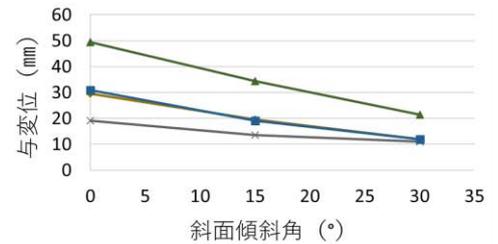


図-3 ひび割れ発生時点-斜面傾斜角

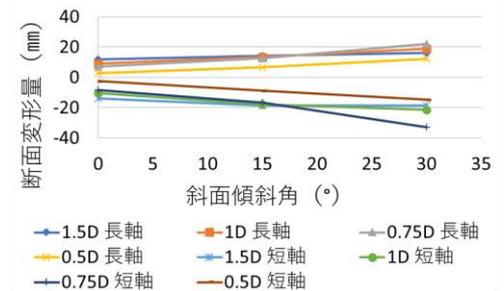


図-4 断面変形量-斜面傾斜角

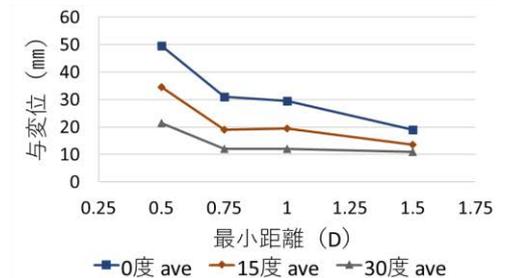


図-5 ひび割れ発生時点-最小距離

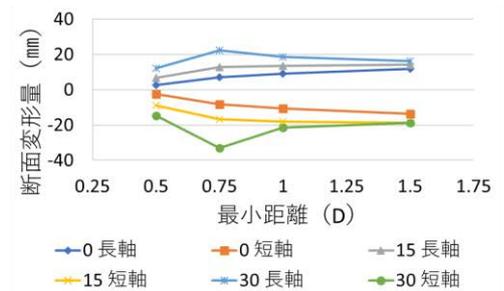


図-6 断面変形量-最小距離

#### 3. 2 最小距離の影響による考察

**図-5**、**図-6**に最小距離に対するひび割れ発生時点の与変位及び断面変形量の関係を示す。全ての斜面傾斜角において、0.5D～1.5Dの間では、最小距離が増加するにつれ、ひび割れ発生時点の与変位が小さくなっており、作用する外力が小さい段階でひび割れが発生することが分かる。また0度、15度では最小距離が増加するにつれ、断面変形量が大きくなっているが、30度では0.75D～1.5Dの間で断面変形量が減少していることが分かる。これは実験において0度、15度と異なり30度では模擬地山が自立しないことや、最小距離が増加することで地山にグラウンドアーチが形成されたことによる影響があることが考えられる。このことから、トンネル坑口部が位置する最小距離0.5D～1.5Dの間においてトンネル坑口部は最小距離の影響を受けて安全性が低下する可能性があることが本実験結果からも窺える。また、元々の地山の安定性が地震時の挙動に影響を与えることが推測できるため、更なる検討が必要である。

### 4. まとめ

本研究では模型実験によりトンネル坑口部の地震時挙動を再現し斜面傾斜角及び最小距離を変化させることで各条件がトンネルへ与える影響を検討した。実験結果より、トンネル坑口部では斜面傾斜角や最小距離の変化により模型の変形量やひずみに差異が生じることを確認した。今後の課題としては模型を馬蹄形等の実トンネルを参考にした形状にすることや、地山の状況等、他に考えられる条件においても実験を行い、変形量やひび割れ発生位置・時点の変化について検討を加え、数値解析による検証も含めて地震被害に対してより強い影響を与える条件に関する検討を行っていく必要がある。