

トンネルの総合評価指標の算出

目 次

| | | |
|-----|------------------------------|-----|
| 5 | トンネルの総合評価指標の算出 | 232 |
| 5.1 | 総合評価指標算出の流れ | 232 |
| 5.2 | 部位・部材単位の損傷グレード評価 | 233 |
| | (1) 対象とする部位・部材ごとの損傷グレードの評価方法 | 233 |
| | (2) 損傷度評価点 | 236 |
| 5.3 | 部材・部位の損傷が構造物に与える影響（重み係数） | 237 |
| 5.4 | スパン単位の評価 | 238 |
| 5.5 | トンネル全体の評価 | 238 |

注：これらは、平成21年3月末時点のものであり、現在も改良案の検討中であることをお断りしておく。

5 トンネルの総合評価指標の算出

5.1 総合評価指標算出の流れ（第4章4.3_図4-4参照）

「道路トンネル定期点検要領（案）」（平成14年4月）（以下「トンネル点検要領」という。）に準拠した定期点検により得られる客観的な情報^(※)に基づき、以下の手順で総合評価指標を計算する。

- ・各部位・部材の変状の種類ごとに、定期点検結果を用いて損傷グレードを評価する。
- ・部位・部材ごとにスパン単位で一つの損傷グレードを評価し、それぞれ損傷度評価点に変換する。ここで、坑門については、始点側、終点側を一つの損傷グレードで評価する。
- ・各部位・部材がトンネルの性能に与える影響度を重み係数で表し、損傷度評価点をスパン単位で統合する。
- ・各スパン及び坑口の損傷度評価点のうち、最大値をトンネル全体の損傷度評価点とし、トンネル全体の総合評価指標は、100点から損傷度評価点を引き算した値とする。

（※）客観的な情報とは、定期点検時に記録される変状展開図から得られる情報とする。

ただし、覆工の背面空洞については、現行のトンネル点検要領では把握していない。

5.2 部位・部材単位の損傷グレード評価

(1) 対象とする部位・部材ごとの損傷グレードの評価方法

1) 覆工アーチ部，側壁部

a) 災害抵抗性

現行のトンネル定期点検は，利用者被害の可能性を評価することを目的としており，地震に対する安全性を直接的に評価するものではない．このため，ここでは，トンネル点検要領において対象としている点検箇所と変状の種類から，災害抵抗性（地震時）に影響のある変状を抽出する．

スパン単位の覆工の損傷グレードは，スパン内の1箇所でも著しい損傷があれば通行機能を損なうことから，アーチ部と側壁部それぞれについて，評価した損傷グレードのうちの最悪値とする．

b) 走行安全性

トンネル点検要領において対象としている点検箇所と変状の種類のうち，利用者被害の可能性が考えられる変状を抽出する．

スパン単位の覆工の損傷グレードは，災害抵抗性と同様とする．

表 5-1 覆工アーチ部，側壁部の変状と損傷グレード

| 変状の種類 | 損傷グレード (損傷度評価点) | | | | | 備考 |
|--------------------------|--------------------|------------|------------|-----------------------|--|---------|
| | D0 (0) | D1 (10) | D2 (20) | D3 (50) | D4 (80) | |
| ひび割れ | なし | 軽微 | 横断方向 | 縦断方向に 3mm 以上，長さ 5m 以上 | 縦断方向に幅 5mm 以上，長さ 10m 以上 又は ブロック化 | |
| 段差 | なし | — | — | 段差 5mm 未満 | 段差 5mm 以上かつ 延長 10m 以上 | 災害抵抗性のみ |
| 背面空洞 | なし | — | — | — | あり | |
| うき，はく離，はく落 | なし | — | — | 変状があり，将来，はく落のおそれがある | 変状があり，はく落のおそれがある | 走行安全性のみ |
| 傾き，沈下，変形 | なし | — | — | — | あり | 災害抵抗性のみ |
| 打継目の目地切れ・段差 | なし | — | — | 変状があり，将来，落下のおそれがある | 変状があり，落下のおそれがある | 走行安全性のみ |
| 漏水，つらら，遊離石灰，側水 | なし | — | — | 小規模 | 大規模 | 走行安全性のみ |
| 豆板やコールドジョイント部のうき，はく離，はく落 | なし | — | — | 変状があり，将来，はく落のおそれがある | 変状があり，はく落のおそれがある | 走行安全性のみ |
| 補修材のうき，はく離，はく落 | なし | — | — | 変状があり，将来，はく落のおそれがある | 変状があり，はく落のおそれがある | 走行安全性のみ |

※「背面空洞」は，現行定期点検では把握していない。

2) 坑門

a) 災害抵抗性

覆工アーチ部，側壁部同様，災害抵抗性（地震時）に影響のある変状を抽出する。

坑門の損傷グレードは，1箇所でも著しい損傷があれば通行機能を損なうことから，評価した損傷グレードのうちの最悪値とする。

b) 走行安全性

トンネル点検要領において対象としている点検箇所と変状の種類のうち，利用者被害の可能性が考えられる変状を抽出する。

坑門の損傷グレードは，災害抵抗性と同様とする。

付表 5-2 坑門の変状と損傷グレード

| 変状の種類 | 損傷グレード (損傷度評価点) | | | | | 備考 |
|--------------------------|--------------------|------------|------------|-------------------------|------------------|---------|
| | D0 (0) | D1 (10) | D2 (20) | D3 (50) | D4 (80) | |
| ひび割れ | なし | — | 軽微 | 幅 3mm 以上 又は ひびわれ多 | ブロック化 | |
| 段差 | なし | — | — | — | あり | 災害抵抗性のみ |
| うき，はく離，はく落 | なし | — | — | 変状があり，将来，はく落のおそれがある | 変状があり，はく落のおそれがある | 走行安全性のみ |
| 傾き，沈下，変形 | なし | — | — | — | あり | 災害抵抗性のみ |
| 鉄筋の露出 | なし | — | — | — | あり | 走行安全性のみ |
| 豆板やコールドジョイント部のうき，はく離，はく落 | なし | — | — | 変状があり，将来，はく落のおそれがある | 変状があり，はく落のおそれがある | 走行安全性のみ |
| 補修材のうき，はく離，はく落 | なし | — | — | 変状があり，将来，はく落のおそれがある | 変状があり，はく落のおそれがある | 走行安全性のみ |

3) 内装板

a) 災害抵抗性

当該なし。

b) 走行安全性

トンネル点検要領において対象としている点検箇所と変状の種類のうち，利用者被害の可能性が考えられる変状を抽出する。

付表 5-3 内装板の変状と損傷グレード

| 変状の種類 | 損傷グレード (損傷度評価点) | | | | | 備考 |
|-------|--------------------|------------|------------|------------|------------|---------|
| | D0 (0) | D1 (10) | D2 (20) | D3 (50) | D4 (80) | |
| 変形，破損 | なし | — | 小規模 | — | 大規模 | 走行安全性のみ |

4) 天井板

a) 災害抵抗性

覆工アーチ部，側壁部同様，災害抵抗性（地震時）に影響のある変状を抽出する。

天井板の損傷グレードは，1箇所でも著しい損傷があれば通行機能を損なうことから，評価した損傷グレードのうちの最悪値とする。

b) 走行安全性

トンネル点検要領において対象としている点検箇所と変状の種類のうち，利用者被害の可能性が考えられる変状を抽出する。

天井板の損傷グレードは，災害抵抗性と同様とする。

付表 5-4 天井板の変状と損傷グレード

| 変状の種類 | 損傷グレード (損傷度評価点) | | | | | 備考 |
|------------|--------------------|------------|------------|-------------------------|------------------|---------|
| | D0 (0) | D1 (10) | D2 (20) | D3 (50) | D4 (80) | |
| 変形，破損 | なし | — | 小規模 | — | 大規模 | |
| ひび割れ | なし | — | 軽微 | 幅 3mm 以上 又は ひびわれ多 | ブロック化 | |
| 段差 | なし | — | — | — | あり | 災害抵抗性のみ |
| うき，はく離，はく落 | なし | — | — | 変状があり，将来，はく落のおそれがある | 変状があり，はく落のおそれがある | 走行安全性のみ |
| 漏水，つらら | なし | — | — | 小規模 | 大規模 | 走行安全性のみ |

㊦) 路面，路肩及び路面排水施設

a) 災害抵抗性

当該なし。

b) 走行安全性

トンネル点検要領において対象としている点検箇所と変状の種類のうち，利用者被害の可能性が考えられる変状を抽出する。

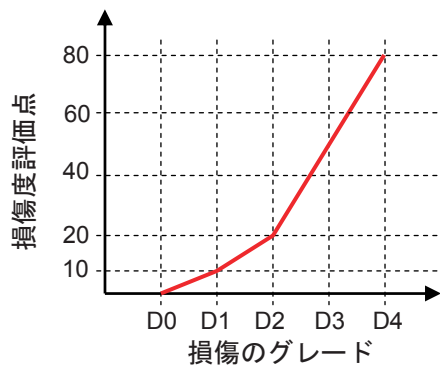
損傷グレードは，1箇所でも著しい損傷があれば利用者被害が考えられることから，評価した損傷グレードのうちの最悪値とする。

付表 5-5 路面，路肩及び路面排水施設の変状と損傷グレード

| 変状の種類 | 損傷グレード (損傷度評価点) | | | | | 備考 |
|------------------|--------------------|------------|-----------------|-----------------|----------------|---------|
| | D0 (0) | D1 (10) | D2 (20) | D3 (50) | D4 (80) | |
| 段差，ひび割れ，路面・路肩の変形 | なし | — | — | 変状があるが，交通に支障がない | 変状があり，交通の支障となる | |
| 滞水，氷盤，沈砂 | なし | — | 変状があるが，交通に支障がない | — | 変状があり，交通の支障となる | 走行安全性のみ |

(2) 損傷度評価点

損傷グレードは、付図 5-1 のとおり損傷度評価点として数値評価する。ここで、損傷グレードと損傷度評価点の関係は、橋梁と同様、損傷が進むほど減点数を高くする。さらに、トンネルの安全性に大きな影響を及ぼす部位・部材のうち、どこか一箇所の損傷が損傷グレード D4 の場合は指標値が 30 点未満、D3 の場合は 60 点未満になるように減点数を設定する。



損傷グレードと損傷度評価点の関係

| 損傷グレード | D4 | D3 | D2 | D1 |
|--------|----|----|----|----|
| 減点数 | 80 | 50 | 20 | 10 |

付図 5-1 損傷グレードと損傷度評価点（トンネル）

5.3 部位・部材の損傷が構造物に与える影響（重み係数）

災害抵抗性の重み係数を付表 5-6 に、走行安全性の重み係数を付表 5-7 に、理由とともにそれぞれ示す。

付表 5-6 トンネル部位・部材の重み係数（災害抵抗性）

| 部位・部材 | 重み係数 | 災害時に構造物の安全性に与える影響 |
|----------------|------|---|
| 覆工（アーチ部） | 1.0 | 地震時に覆工アーチ部、側壁部において大規模な損傷を受けた場合は、地震時の損傷事例からもわかるように、通行止めとなり、ネットワーク機能に大きな影響を及ぼす。 |
| 覆工（側壁部） | 1.0 | |
| 坑門 | 1.0 | 地震時に坑門が崩落した場合は、坑口付近の交通が遮断され、ネットワーク機能に大きな影響を及ぼす。 |
| 内装板 | 0.2 | 内装板が大きな損傷を受けても、覆工の損傷に比べ復旧が容易であり、ネットワーク機能に及ぼす影響は小さい。 |
| 天井板 | 0.8 | 地震時に天井板が崩落した場合は、トンネル内の交通が遮断され、ネットワーク機能に大きな影響を及ぼす。ただし、本体構造物の崩落と比較し撤去は容易と考えられる。 |
| 路面、路肩および路面排水施設 | 0.2 | 路面、路肩、路面排水施設の損傷が地震時にトンネル全体に及ぼす影響は小さいと考えられる。 |

付表 5-7 トンネル部位・部材の重み係数（走行安全性）

| 部位・部材 | 重み係数 | 常時に構造物の安全性に与える影響 |
|----------------|------|--|
| 覆工（アーチ部） | 1.0 | アーチ部のコンクリート片の落下は、直接的に車両走行の安全性に影響を及ぼす。 |
| 覆工（側壁部） | 0.3 | 側壁部のコンクリート片の落下は、車両走行の安全性に及ぼす影響はアーチ部と比較し小さい。 |
| 坑門 | 1.0 | 坑門のコンクリート片の落下は、直接的に車両走行の安全性に影響を及ぼす。 |
| 内装板 | 0.3 | 内装板の大規模な変形・破損は、車両走行の安全性に及ぼす影響は覆工アーチ部と比較し小さい。 |
| 天井板 | 1.0 | 天井板の損傷による落下および垂れ下がりなどは、直接的に車両走行の安全性に影響を及ぼす。 |
| 路面、路肩および路面排水施設 | 1.0 | 路面、路肩、路面排水施設の変状は、安全かつ快適な走行に及ぼす影響が大きい。 |

5.4 スパン単位の評価

同ースパン内の各部位・部材の損傷度評価点をそれぞれの重み係数を用いて次式により合計する。

スパン i 全体の評価

$$T_{di} = \alpha_1 \cdot T_1 + \alpha_2 \cdot T_2 + \alpha_3 \cdot T_3 + \alpha_4 \cdot T_4 + \alpha_5 \cdot T_5 + \alpha_6 \cdot T_6$$

ここに、

T_{di} : スパン i の損傷度評価点

α_1, T_1 : 覆工アーチ部の重み係数, 損傷度評価点

α_2, T_2 : 覆工側壁部の重み係数, 損傷度評価点

α_3, T_3 : 坑門の重み係数, 損傷度評価点

α_4, T_4 : 内装板の重み係数, 損傷度評価点

α_5, T_5 : 天井板の重み係数, 損傷度評価点

α_6, T_6 : 路面, 路肩および路面排水施設の重み係数, 損傷度評価点

5.5 トンネル全体の評価

トンネル全体としての評価は、各スパン及び坑口のなかで1箇所でも著しい損傷を有する箇所があれば通行機能を損なうことから、各スパン及び坑口の損傷度評価点のうち最大値で代表させる。

$$T_d = \max (T_{d1}, T_{d2}, \dots, T_{dn}, P_{d1}, P_{d2})$$

ここに、

T_d : トンネル全体の損傷度評価点

T_{di} : スパン i の損傷度評価点

P_{d1}, P_{d2} : 始点側, 終点側の坑門の損傷度評価点

$$\text{総合評価指標} = 100 - T_d$$