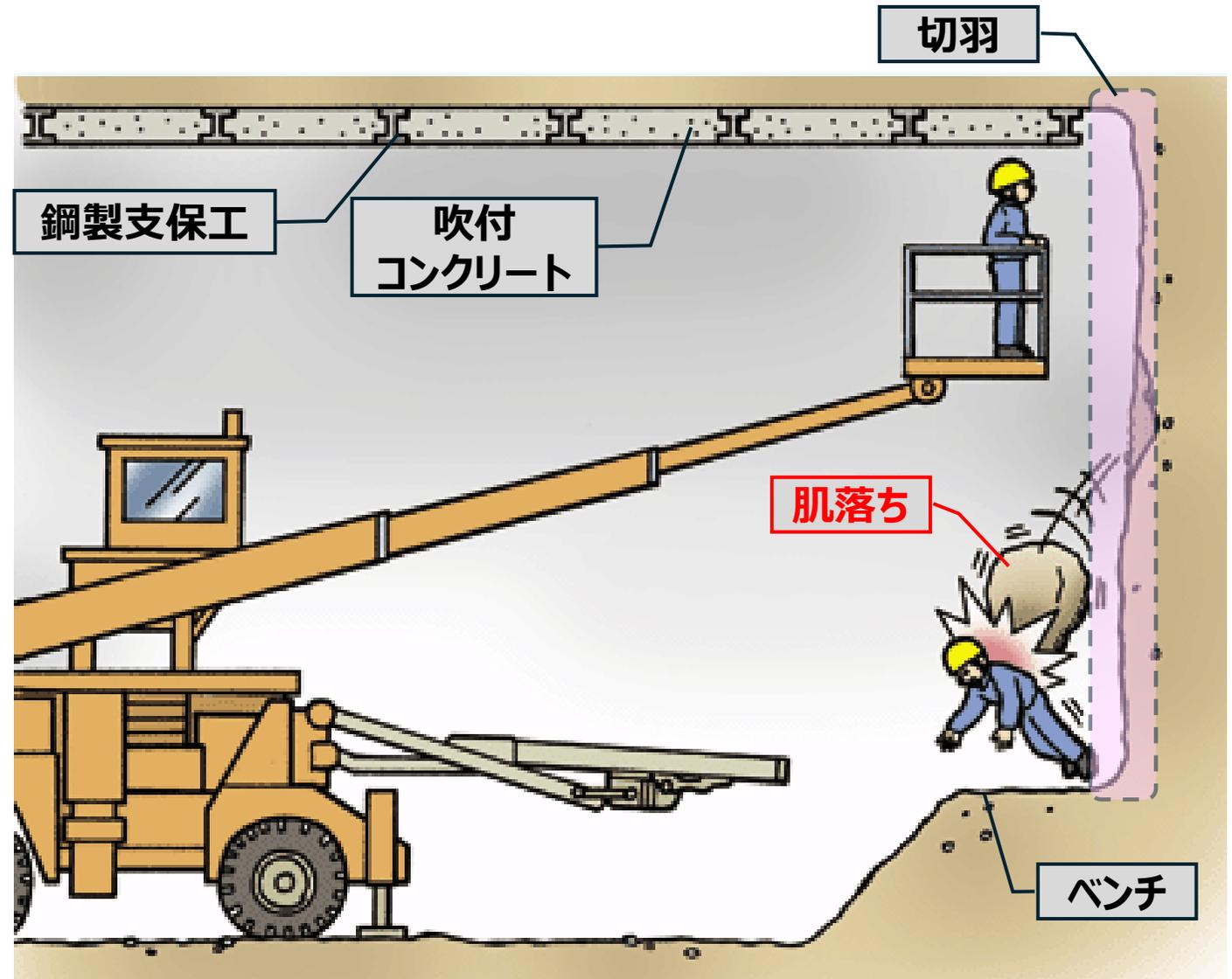


鏡吹付と一次吹付の 養生時間と厚み管理の提言

トンネル専門工事業協会
技術情報委員会

はじめに

- **肌落ち**とは、トンネルを掘削した面から**岩石が落下**すること
- 岩石が落下し、その直下に人がいたら、**重篤**な災害になります
- 岩石が大きく、落下高さが高い場合、最悪なケースでは死に至ります。



労働安全衛生総合研究所より

- **独立行政法人労働安全衛生総合研究所**（以下：安衛研）より、【山岳トンネル建設工事における肌落ち事象と**鏡吹付け**及び**1次吹付け****コンクリート**の有効性について】について、情報発信があったことを受け、日本トンネル専門工事業協会／技術・情報委員会では、**鏡吹付け**及び**1次吹付けコンクリート**の**養生時間**と**厚み管理**の重要性について再認識しました。
- 山岳トンネル建設で切羽作業にかかわる従事者の安全確保を目的に、トンネル専門工事会社が認識すべき、**養生時間**と**厚み**別の**吹付けコンクリート耐力**と、**作業手順の工夫**について提言をまとめました。

肌落ち動画の岩塊について

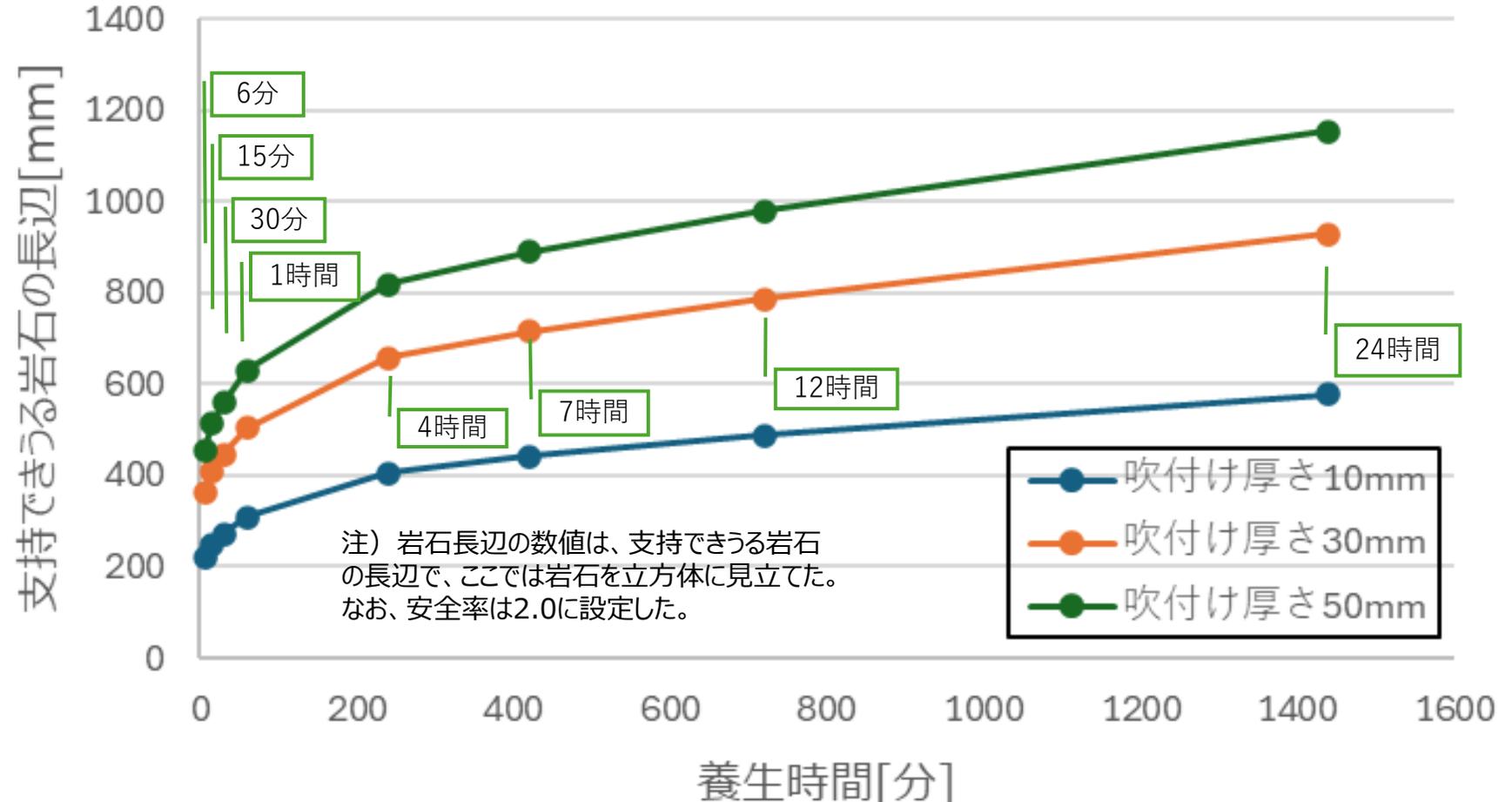
安衛研から発信された情報の中に、肌落ちの動画が貼り付けていますが、鏡面からの肌落ち動画①の解説には、長辺34cm、短辺29cmと推定され、奥行きを長辺同等と仮定すると**重量90kgの岩塊が4m**の高さから落下しています。またアーチ素掘り面からの肌落ち動画②の解説には、長辺32cm、短辺29cmと推定され、奥行きを長辺同等と仮定すると**重量80kgの岩塊が2.7m**の高さから落下しています。

いずれも設計支保パターンが**CⅡパターン相当**で、設計では鏡吹付けコンクリートは計上されておりませんが、上記の重量と高さで落下した岩塊が切羽従事者に衝撃したら、**重篤な災害**に繋がるのが想像できます。

感覚的に認識している**養生時間**と**厚みの効果**についてまとめてみました。

養生時間と支持できうる岩石の大きさ

吹付厚	養生時間	養生時間	圧縮強度	岩石長辺
mm	分	時	N/mm ²	mm
10	6	0.1	0.2	220
	15	0.25	0.3	250
	30	0.5	0.4	272
	60	1	0.6	308
	240	4	1.50	405
	420	7	2.00	441
	720	12	2.80	487
	1440	24	5	578
30	6	0.1	0.2	363
	15	0.25	0.3	410
	30	0.5	0.4	446
	60	1	0.6	503
	240	4	1.50	657
	420	7	2.00	714
	720	12	2.80	786
	1440	24	5	928
50	6	0.1	0.2	456
	15	0.25	0.3	514
	30	0.5	0.4	559
	60	1	0.6	629
	240	4	1.50	819
	420	7	2.00	889
	720	12	2.80	979
	1440	24	5	1153

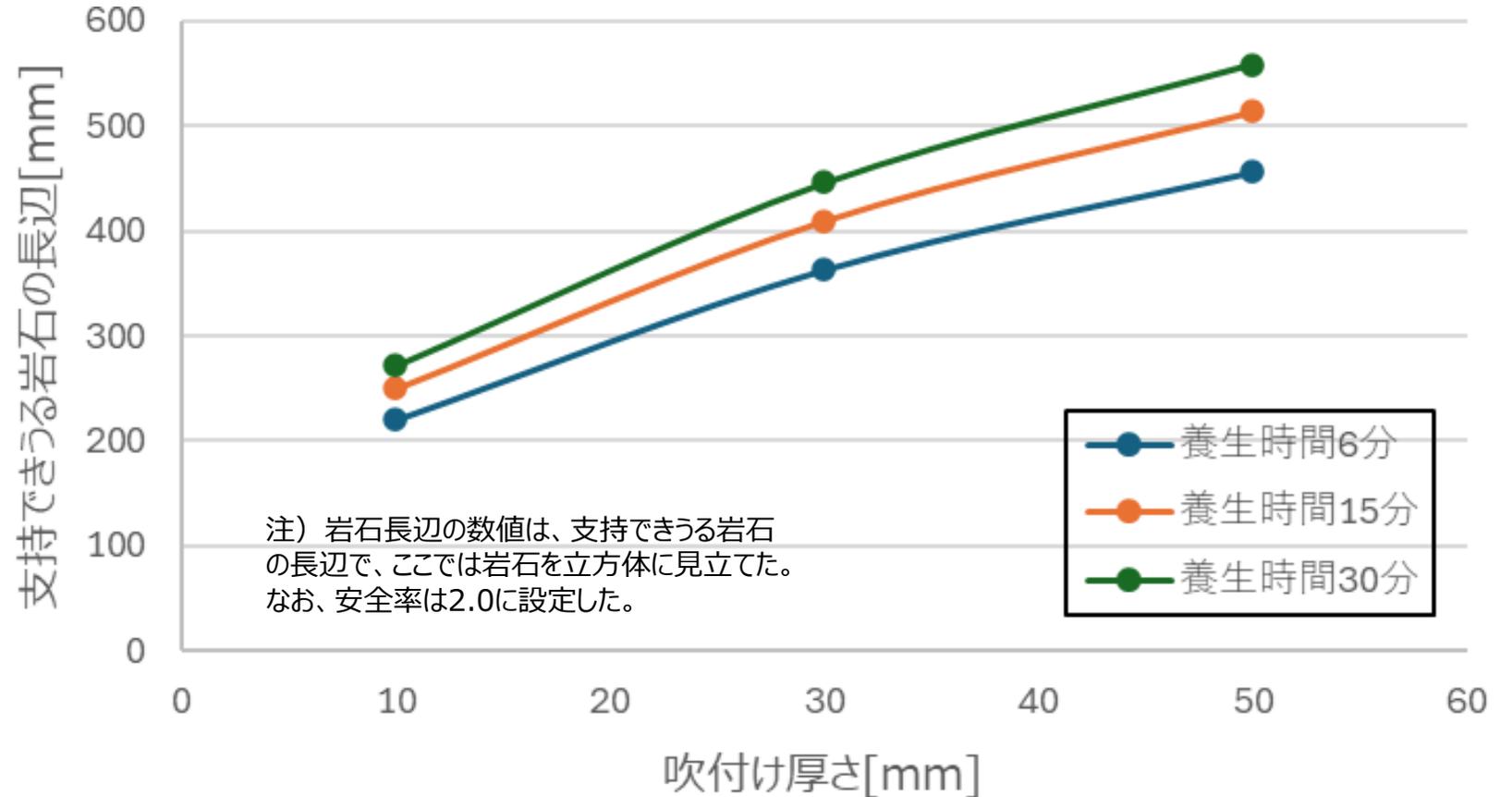


養生時間とともに肌落ちリスクが低減する

→切羽に立ち入る箇所から先に吹き付けると良い！

鏡吹付け厚さと支持できうる岩石の大きさ

吹付厚	養生時間	養生時間	圧縮強度	岩石長辺
mm	分	時	N/mm ²	mm
10	6	0.1	0.2	220
30	6	0.1	0.2	363
50	6	0.1	0.2	456
10	15	0.25	0.3	250
30	15	0.25	0.3	410
50	15	0.25	0.3	514
10	30	0.5	0.4	272
30	30	0.5	0.4	446
50	30	0.5	0.4	559



適切な吹付け厚さを確保することが必要！

支保パターンIN-2P又はCⅡ-bでは**30cm以上**の岩石も落下する

まとめ

- 安衛研から貴重な 2 つの肌落ち事例の映像より、**切羽での肌落ち**から従事者の命を守るためにも、（支保パターンIN-2P又はCⅡ-bにおいても）**鏡吹付け**及び**一次吹付け**は非常に有効な対策であることが分かりました。肌落ち岩石サイズを事前に予測することは困難ですが、養生時間不足や吹付厚不足で肌落ちを発生させない努力が必要です。
- 鏡吹付厚の管理として、リバウンド量を見込んだ**吹付量を満遍なく**吹付する方法がありますが、例えば**非接触で多点計測**の実施により、**吹付厚のムラを無くす**ことや、**地山不良個所**、**立ち入る箇所**を**優先的に吹き付け**することで、吹付コンクリートの効果を引き出す事が大切です。

提言

- 切羽従事者は、吹付け厚の大小や養生時間の長短で大きく肌落ちリスクが増減することを認識する。
- 一次・鏡吹付けの厚みはなるべく均等になるよう意識して操作する。（**全自動化**で均等な吹付、**リアルタイム吹付厚管理**システムのニーズ）
- **【手順の工夫】**吹付直後に立ち入る場所である根脚調整箇所周辺は、養生時間が確保できるよう早期に仕上げる手順とする。
- **【手順の工夫】**上・下半の施工の場合、最もリスクの高い上半支保工建込時の肌落ちリスク低減を目的に、下半建込→上半一次・鏡吹付→下半吹付で養生時間を確保し、上半支保工建込の手順を検討する。