

スリット付きシェルター内 圧力変動に関する模型実験

環境工学研究部 熱・空気流動研究室
主任研究員 中村 真也

背景

- ・新幹線では、雪害対策やトンネル微気圧波対策^[1]のため、トンネル坑口間をスリット付きシェルター^{[2][3]}で接続
- ・新幹線の高速化のため、スリット付きシェルターに作用する、列車による圧力荷重に関する知見が必要
- ・シェルター内の長手方向の圧力分布の詳細については不明

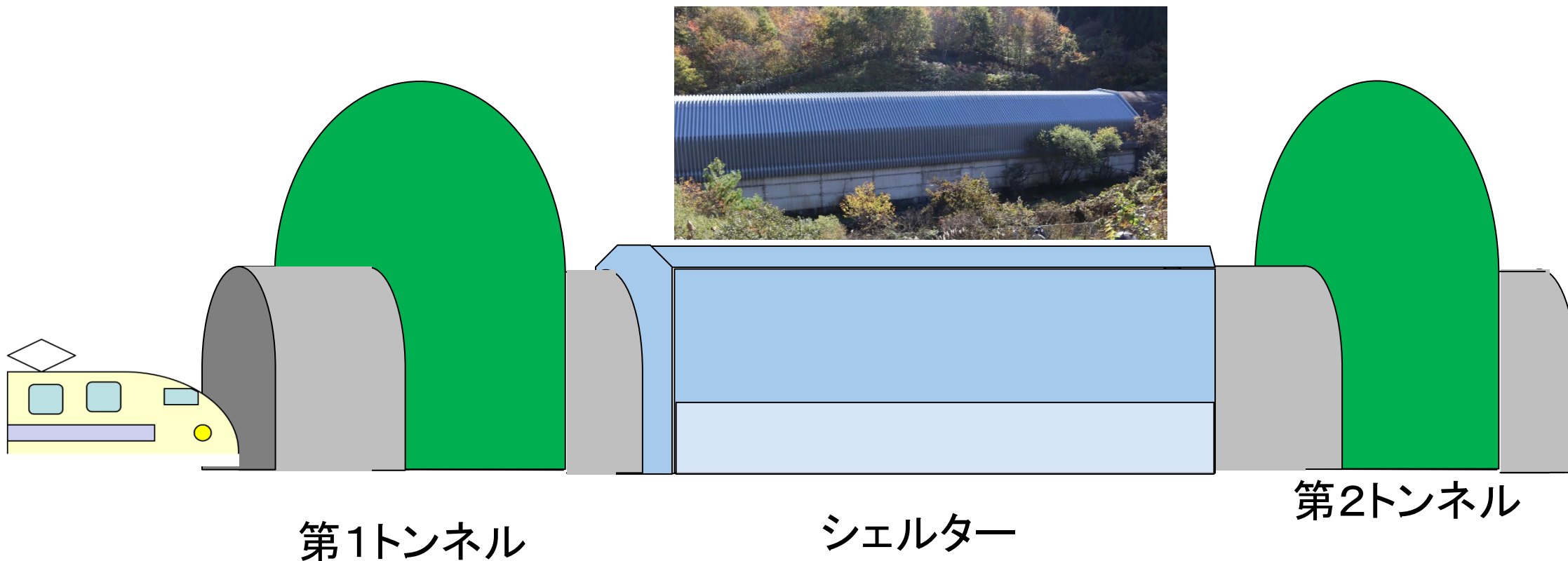
目的

- ・スリット付シェルター圧力変動に関する模型実験で特性を明らかにする

- ①スリット付きシェルターについて
- ②研究の目的
- ③実験方法
- ④実験模型
- ⑤実験結果
- ⑥まとめ
- ⑦成果の活用

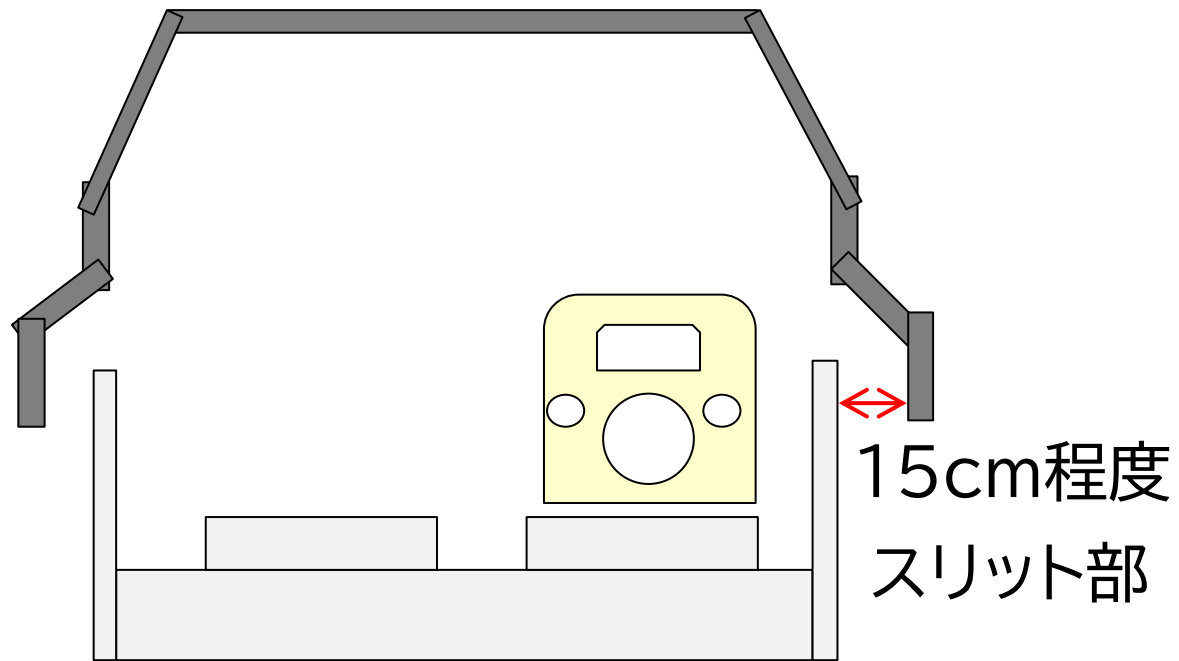
スリット付きシェルターとは

新幹線では、複数のトンネルが近接しているとき、その間(まばたき区間)の雪害対策やトンネル微気圧波対策のため、トンネル坑口間をスリット付きシェルターで接続することがある



スリット付きシェルターについて(スリット部分)

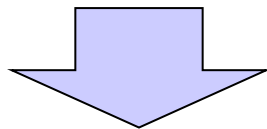
シェルターに作用する空気力学的な荷重(列車風圧)の緩和および微気圧波対策のため、鋼構造のシェルターの側面には、長手方向に開口部(スリット)が設けられているものが多い。



研究の目的

- 新幹線の高速化に伴い、シェルターのような覆い構造に作用する圧力荷重が増大
- 300km/h域以上の列車による作用荷重に関するデータが乏しく、今後の更なる高速化に対応した知見が必要

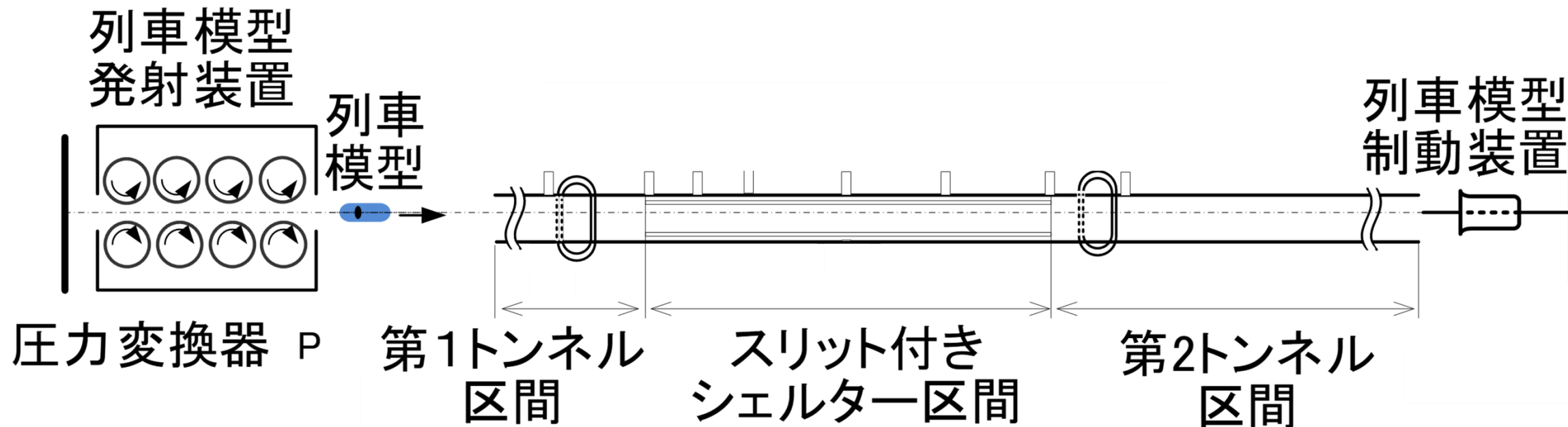
シェルター長手方向の圧力分布は不明



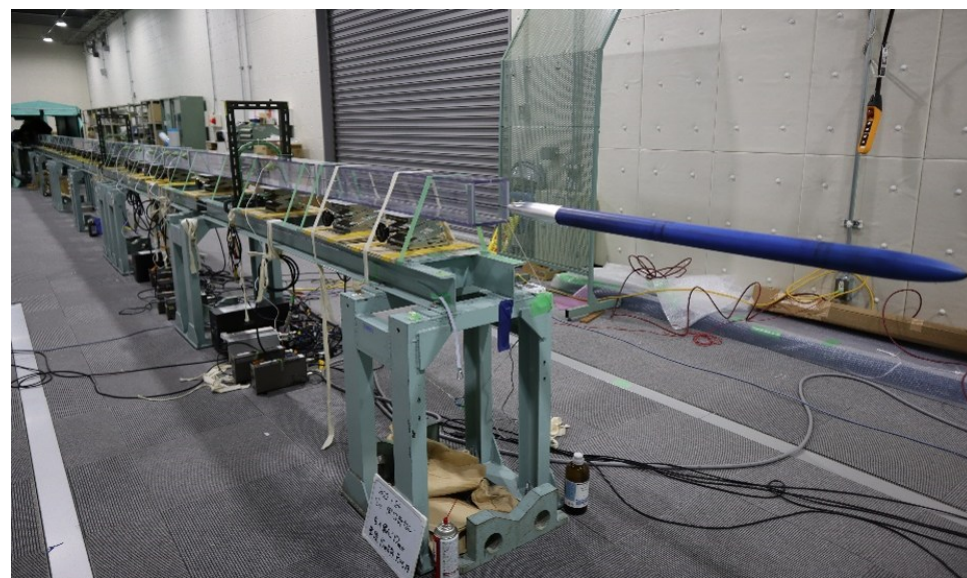
スリット付シェルター圧力変動に関する模型実験

実験方法(実験装置)

Railway Technical Research Institute

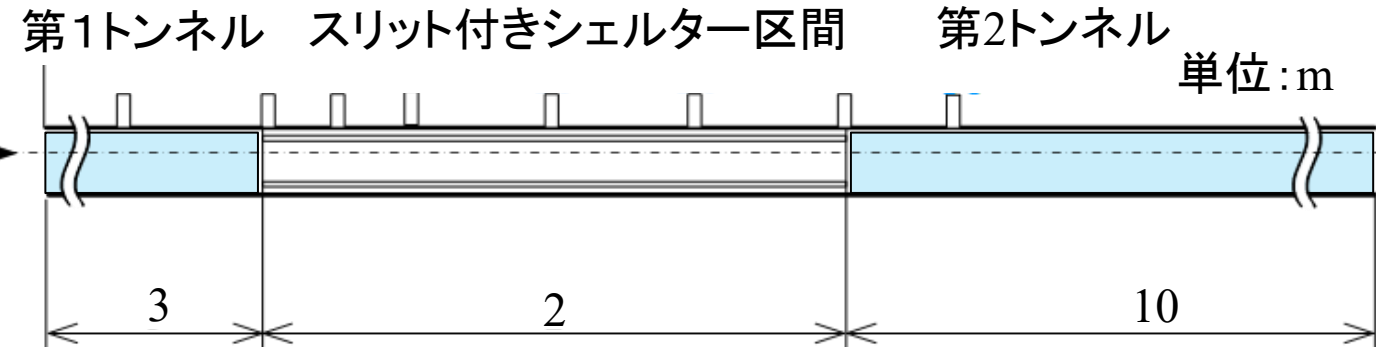
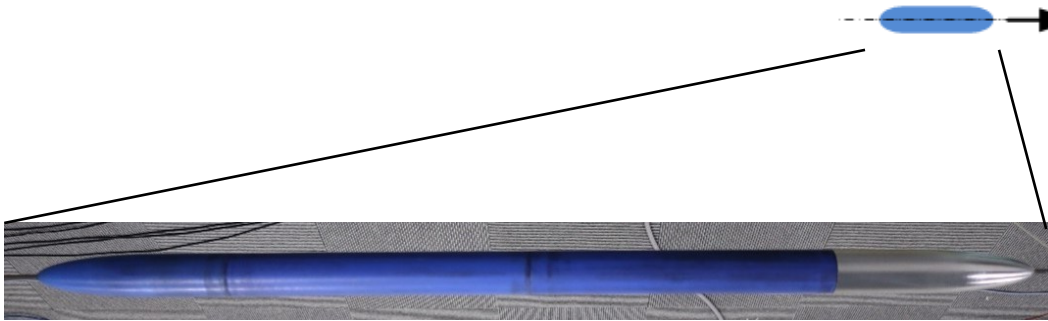


鉄道総研の列車模型発射装置^[4]を用いた



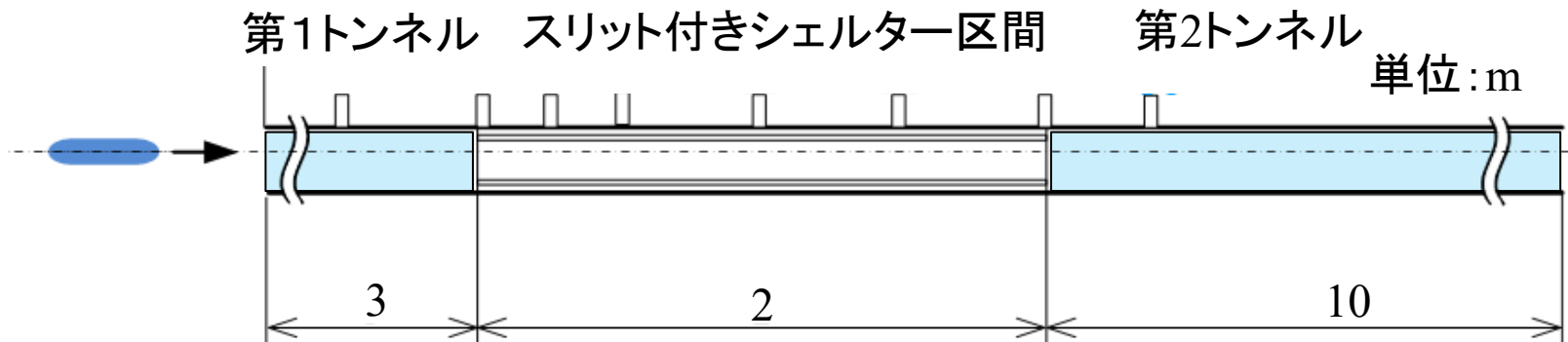
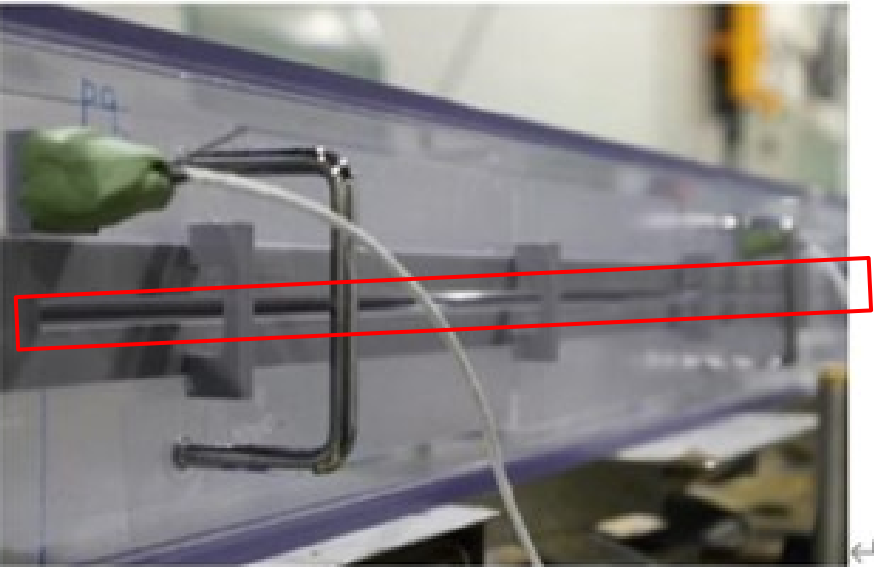
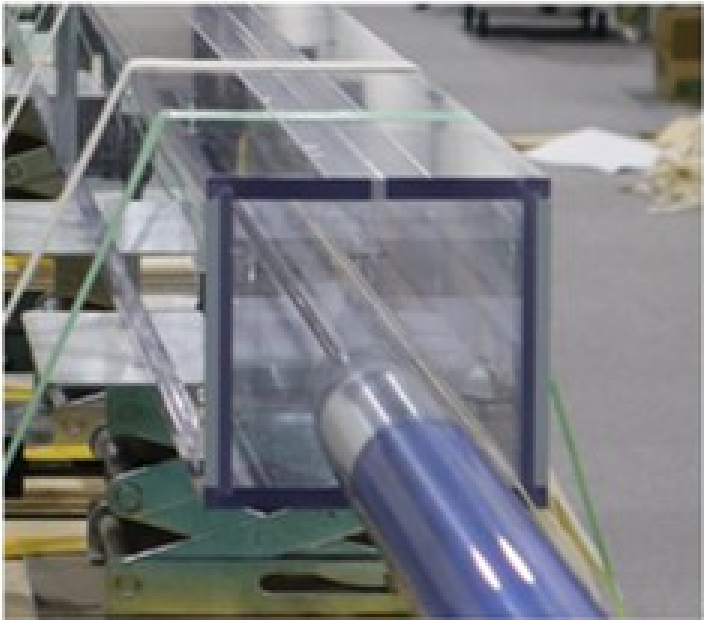
実験模型(列車模型)

模型縮尺1/127



列車	長さ	1m
	先頭部・後尾部長さ	118mm
	先頭部・後尾部形状	回転だ円
	断面	φ43.6mm円形

実験模型(トンネル・シェルター模型)



トンネル および シェルター	長さ	第1トンネル	3m
		シェルター	2m
		第2トンネル	10m
		合計	15m
	内空断面	105mm×105mm正方形	
	スリット 位置	両側面	
	スリット 幅	2mm	
トンネルシェルター・列車断面積比			0.14

実験模型(断面を同一)

Railway Technical Research Institute

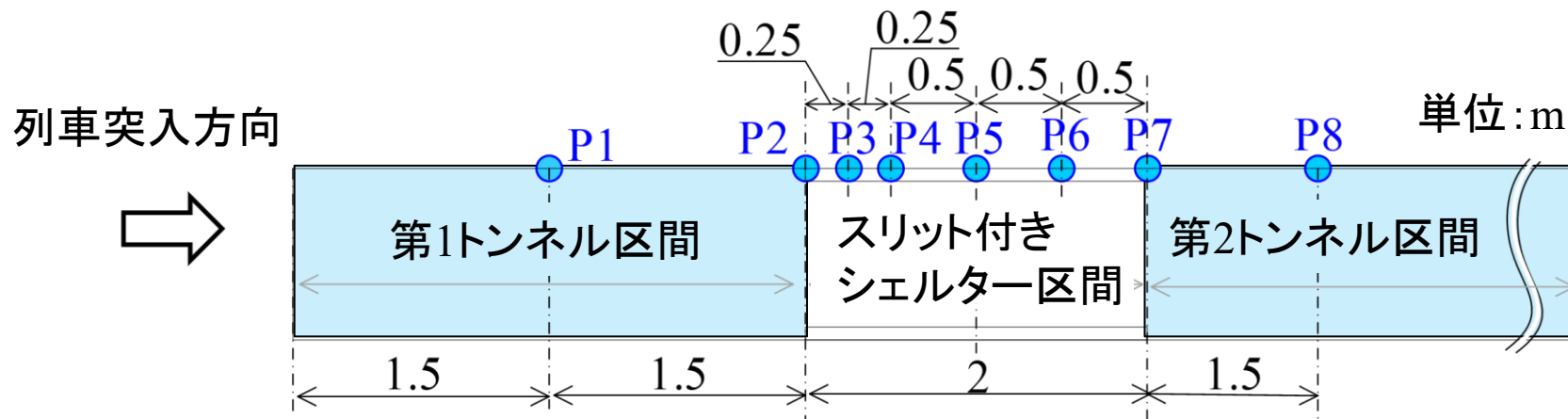
実際の新幹線のシェルターの断面はトンネル本坑よりも大きい



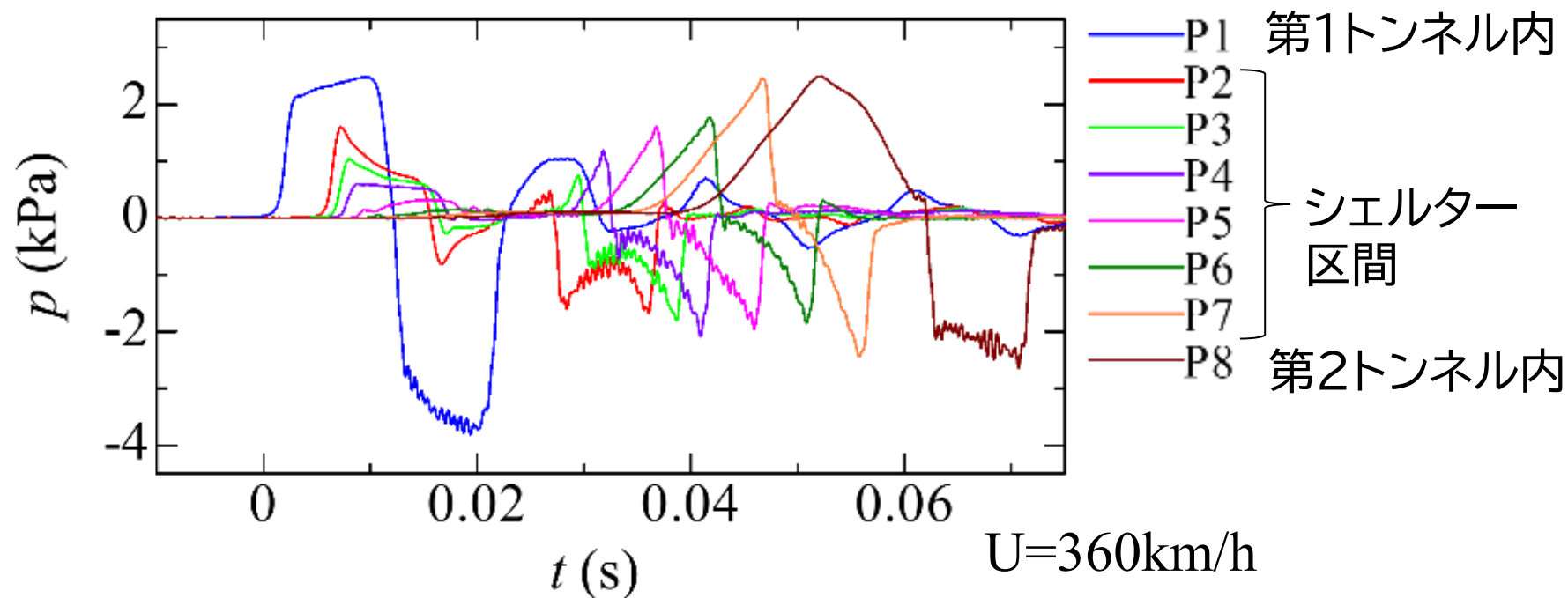
模型を簡単化するため、シェルターとその前後のトンネル本坑の断面を同一のものとした



実験結果(圧力の時間変化)



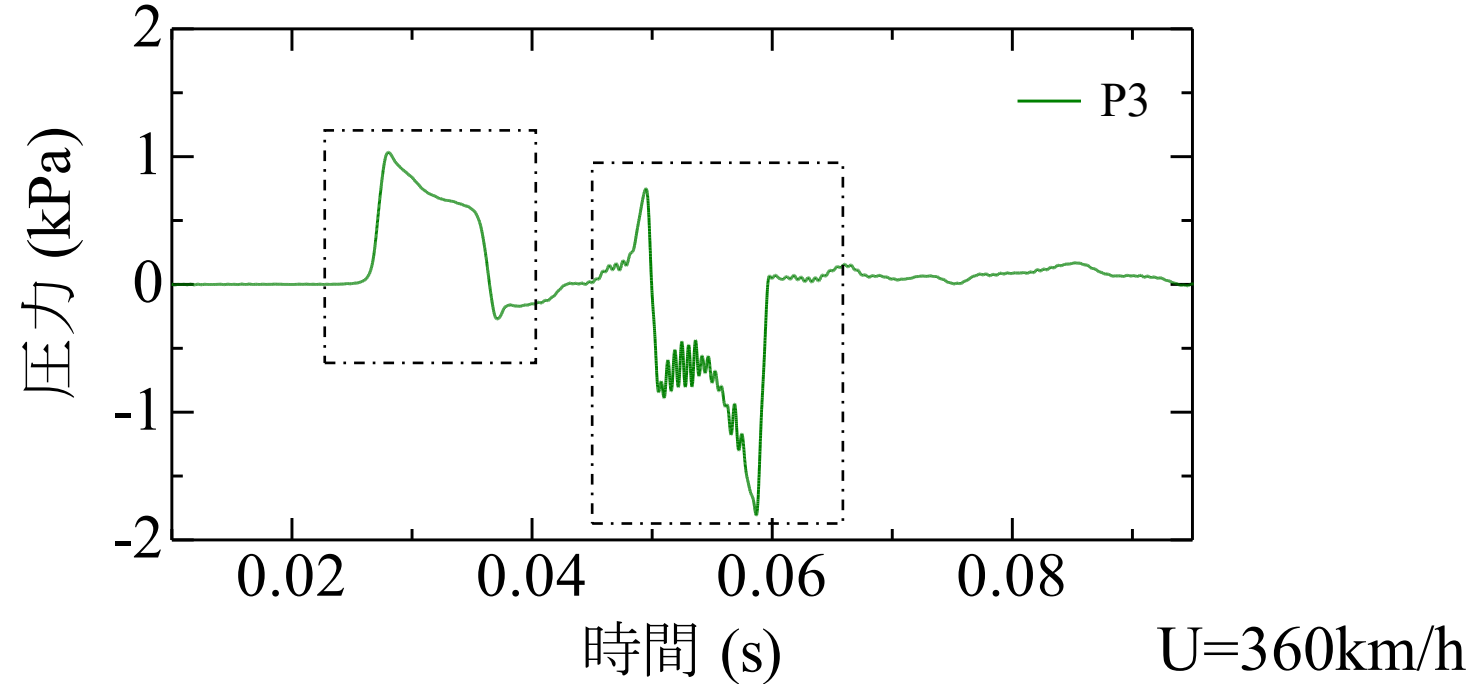
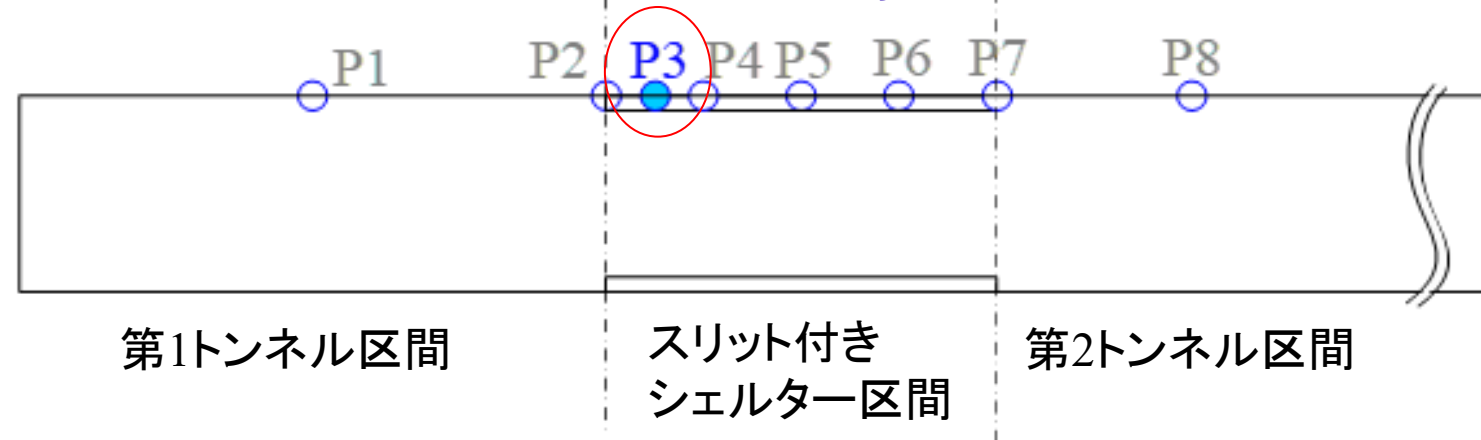
圧力の時間変化



実験結果(P3圧力時間変化)

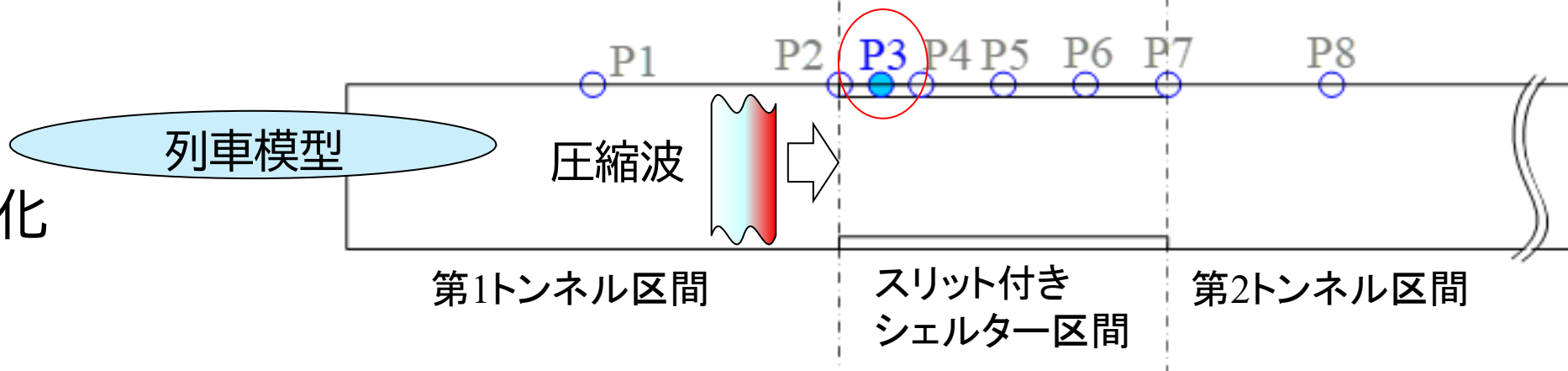
Railway Technical Research Institute

P3の圧力の時間変化

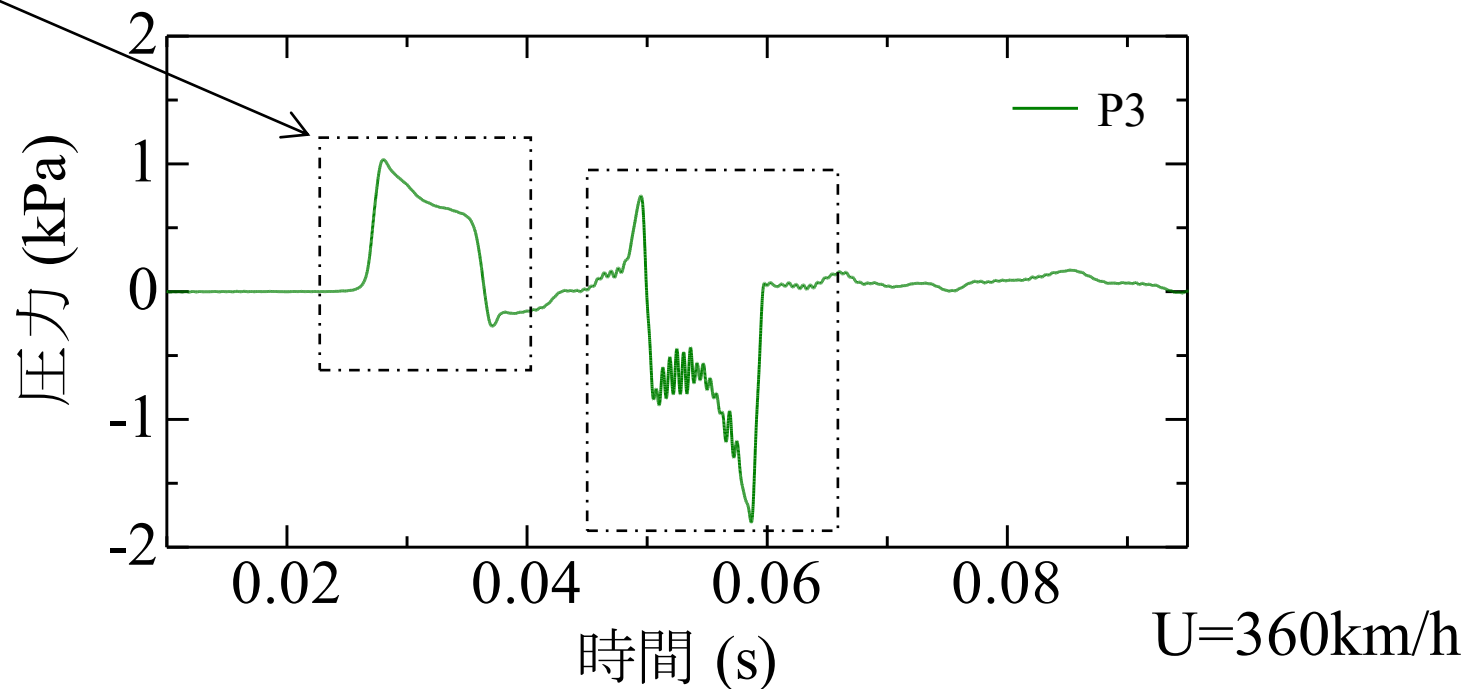


実験結果(P3圧力時間変化:A)

P3の圧力の時間変化

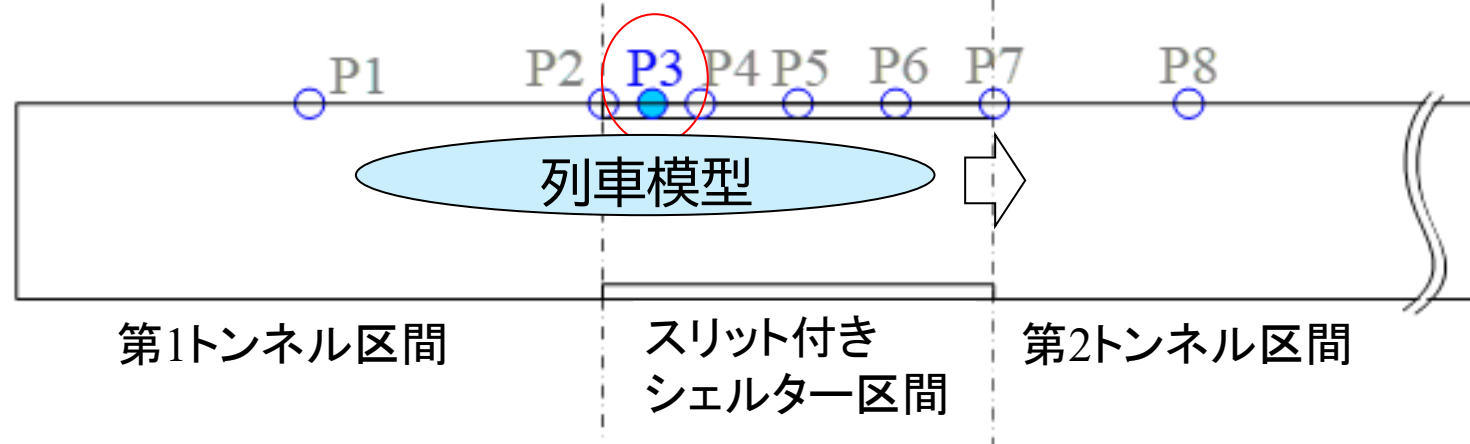


A:列車の第一トンネル突入による圧縮波



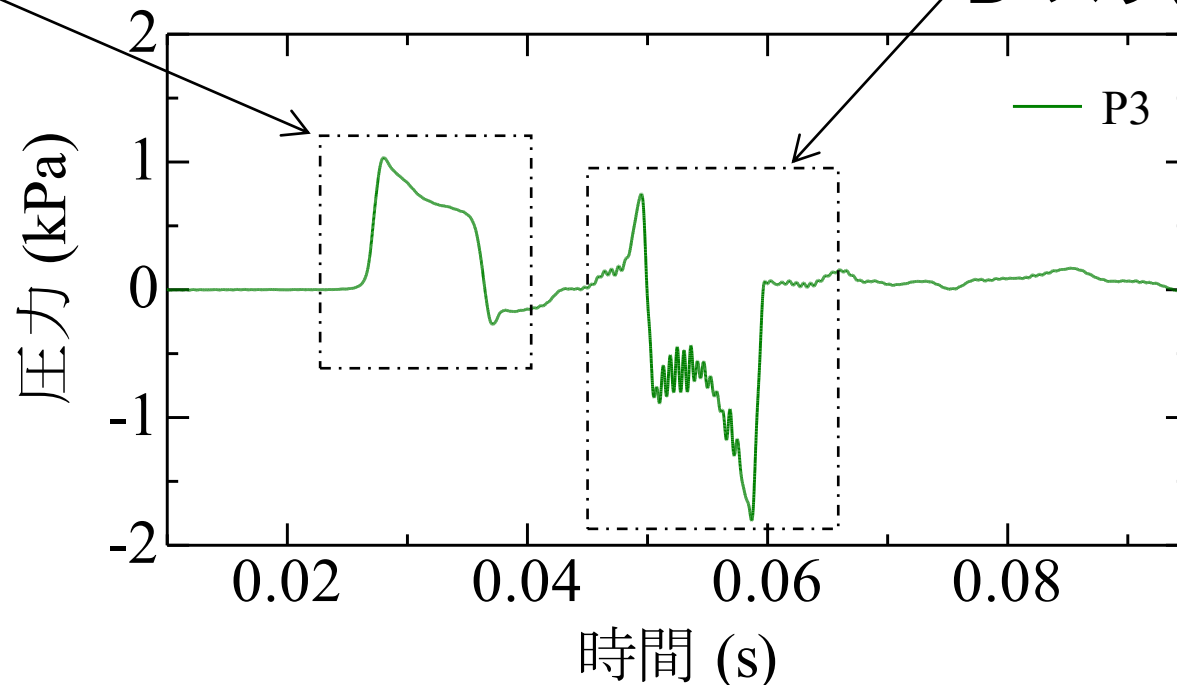
実験結果(P3圧力時間変化:B)

P3の圧力の時間変化



A: 列車の第一トンネル突入による圧縮波

B: スリット部列車通過時圧力変動

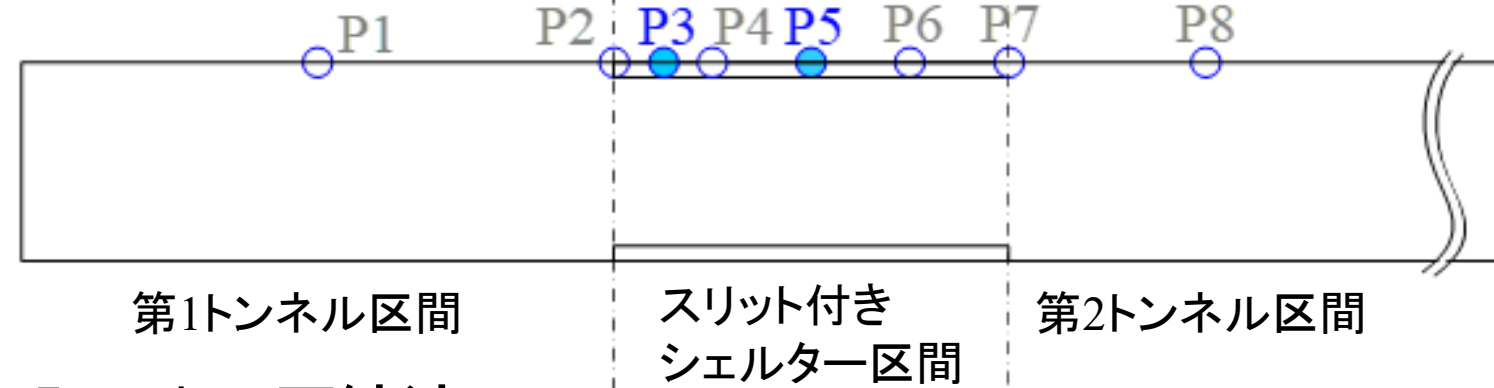


シェルター内の圧力変動は
A, Bの二つの現象からなる

U=360km/h

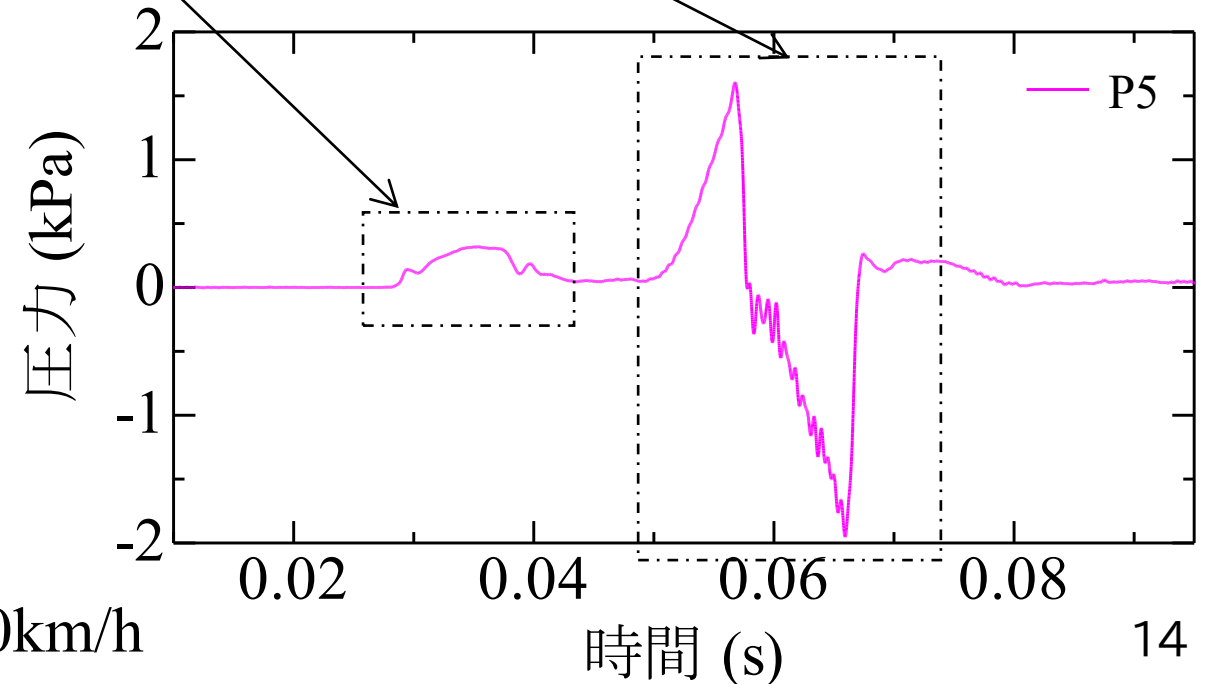
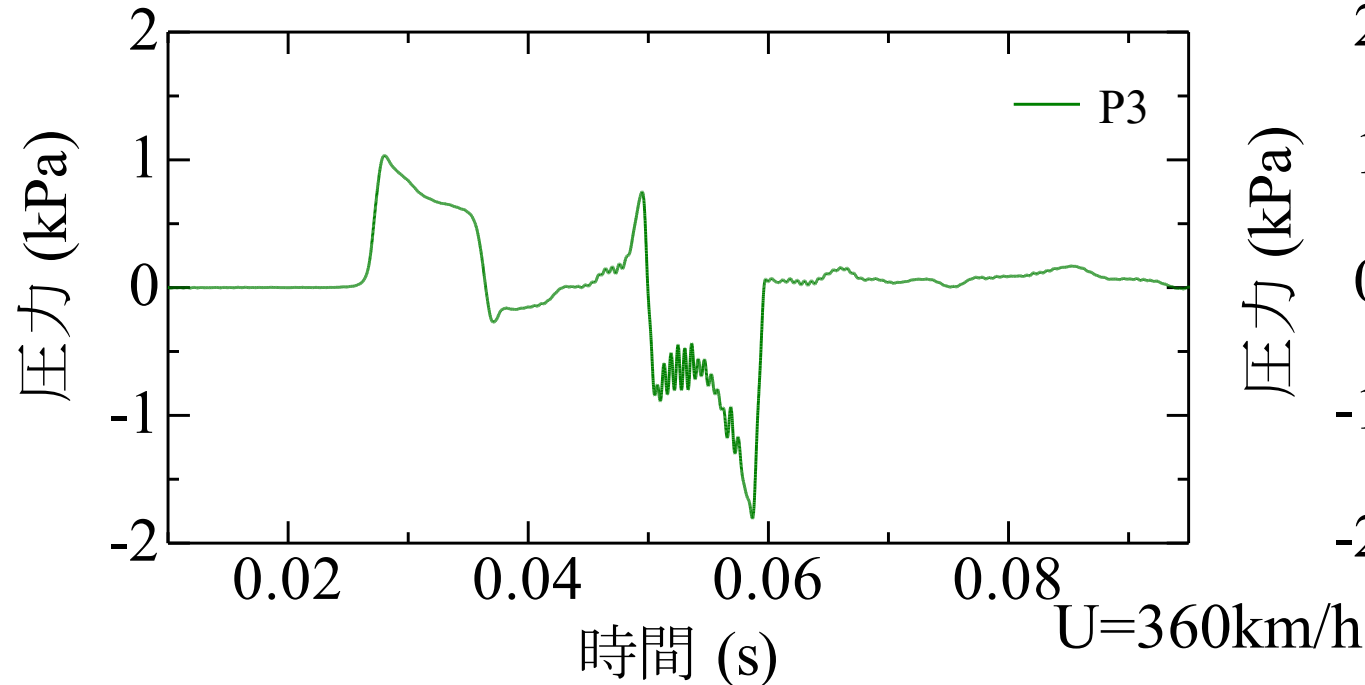
実験結果(P3, P5圧力時間変化比較)

P3, P5の圧力の時間変化



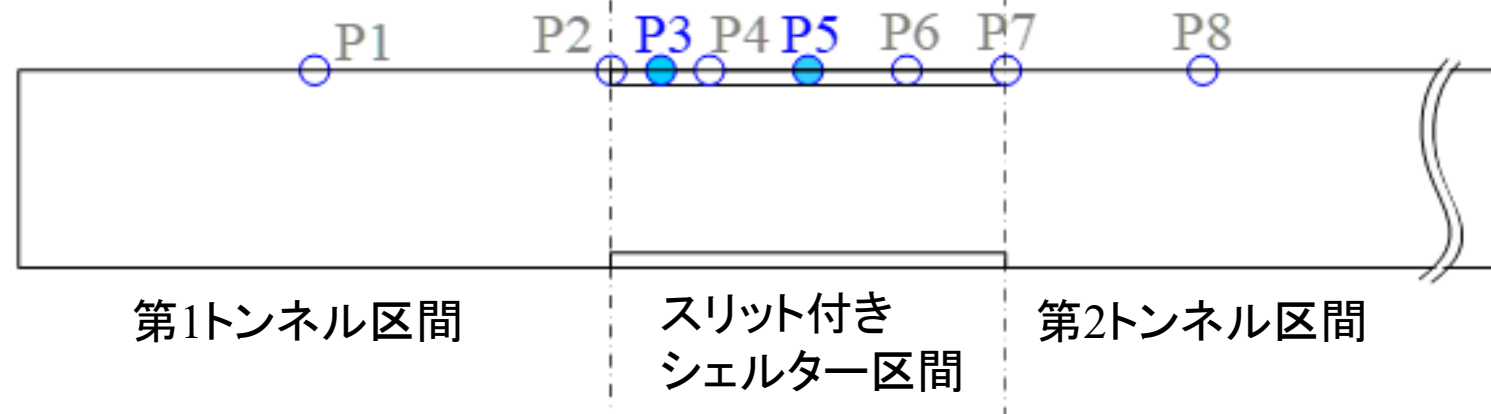
A: 列車の第一トンネル突入による圧縮波

B: スリット部列車通過時圧力変動

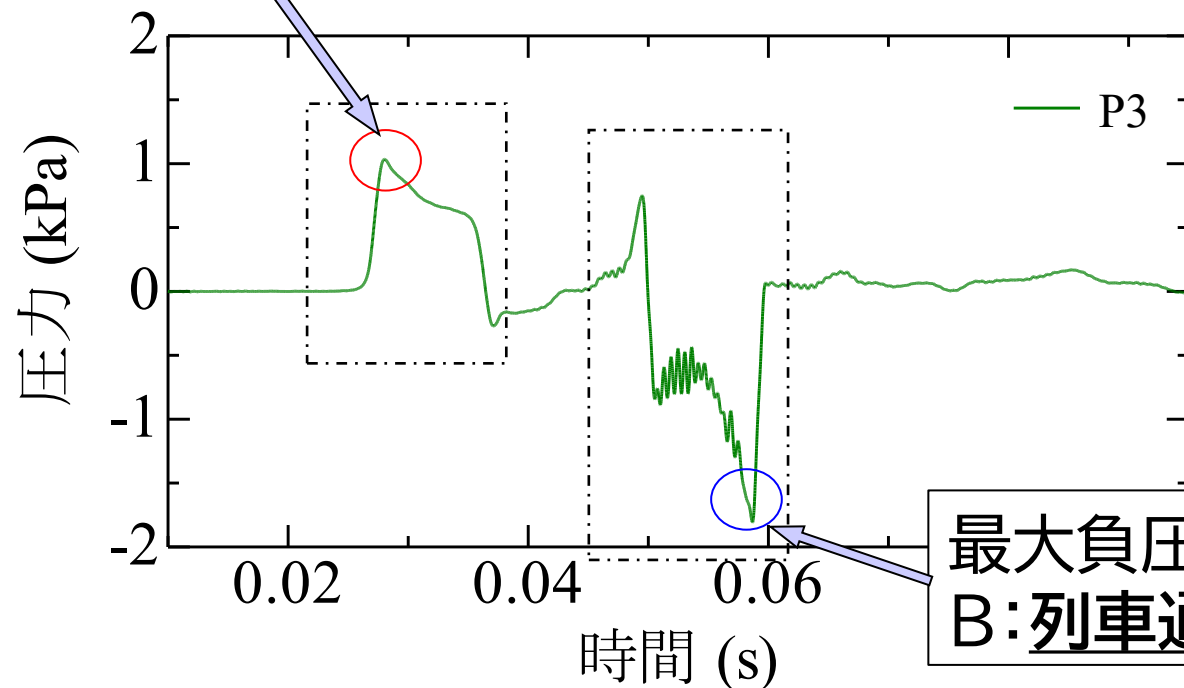


実験結果(P3, P5, 最大正圧, 最大負圧)

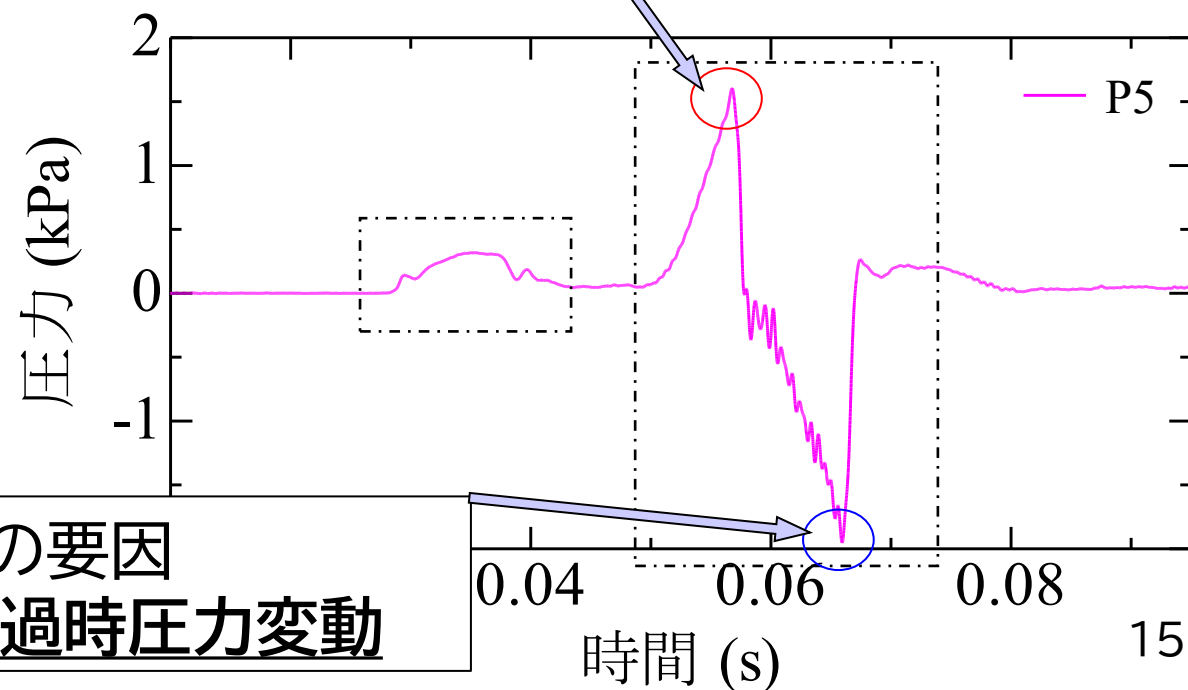
P3, P5の最大正圧、最大負圧



P3最大正圧の要因
A: 圧縮波

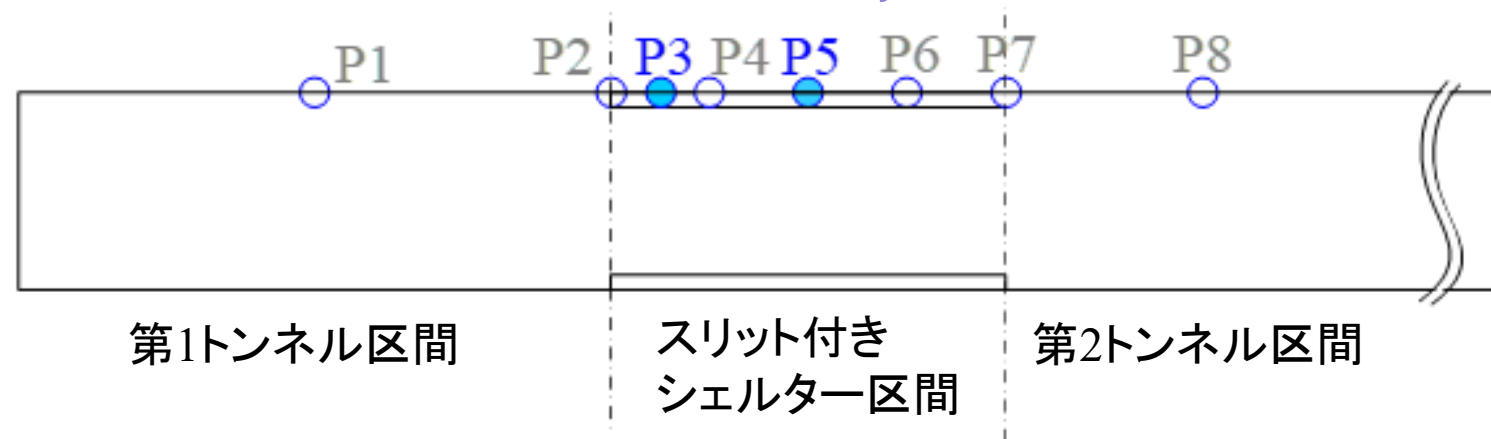


P5最大正圧の要因 B: 列車通過時圧力変動

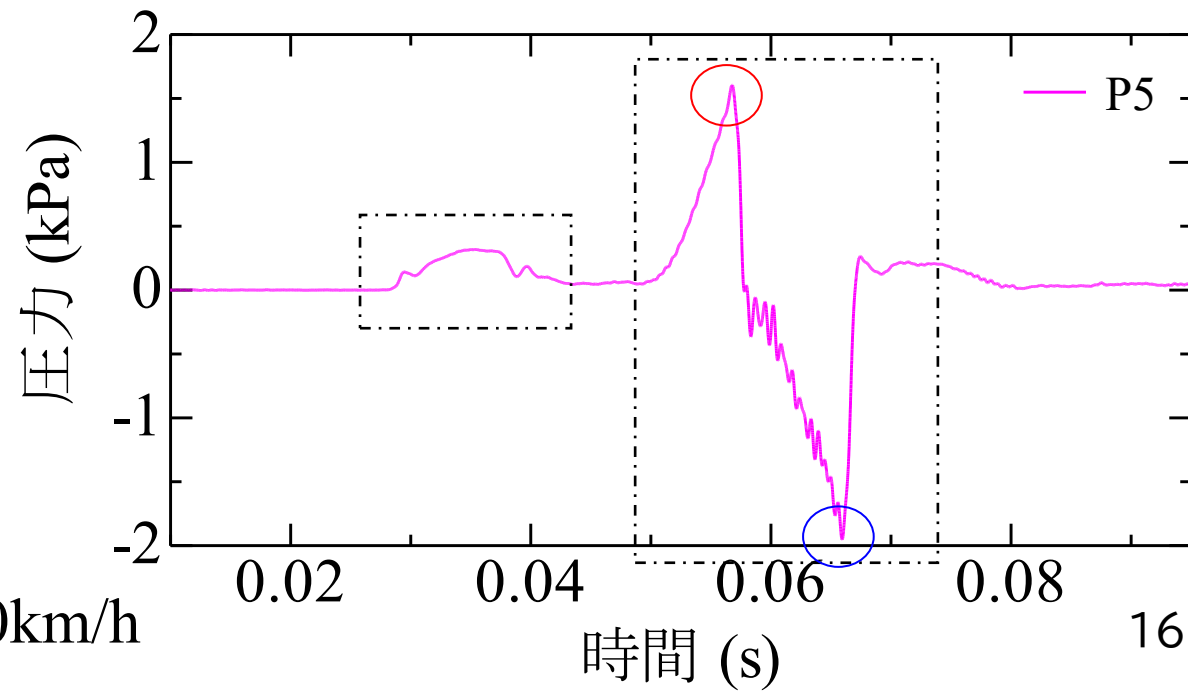
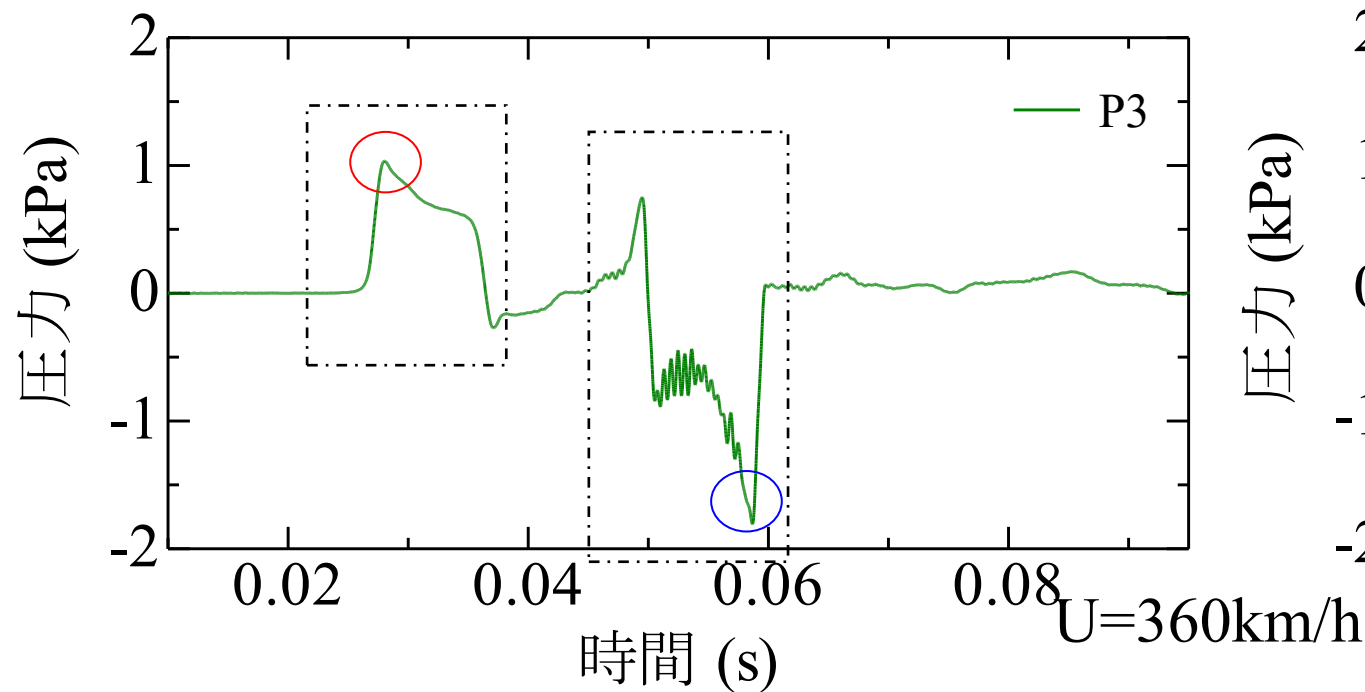


実験結果(最大正圧・負圧の要因)

P3, P5の最大正圧、最大負圧



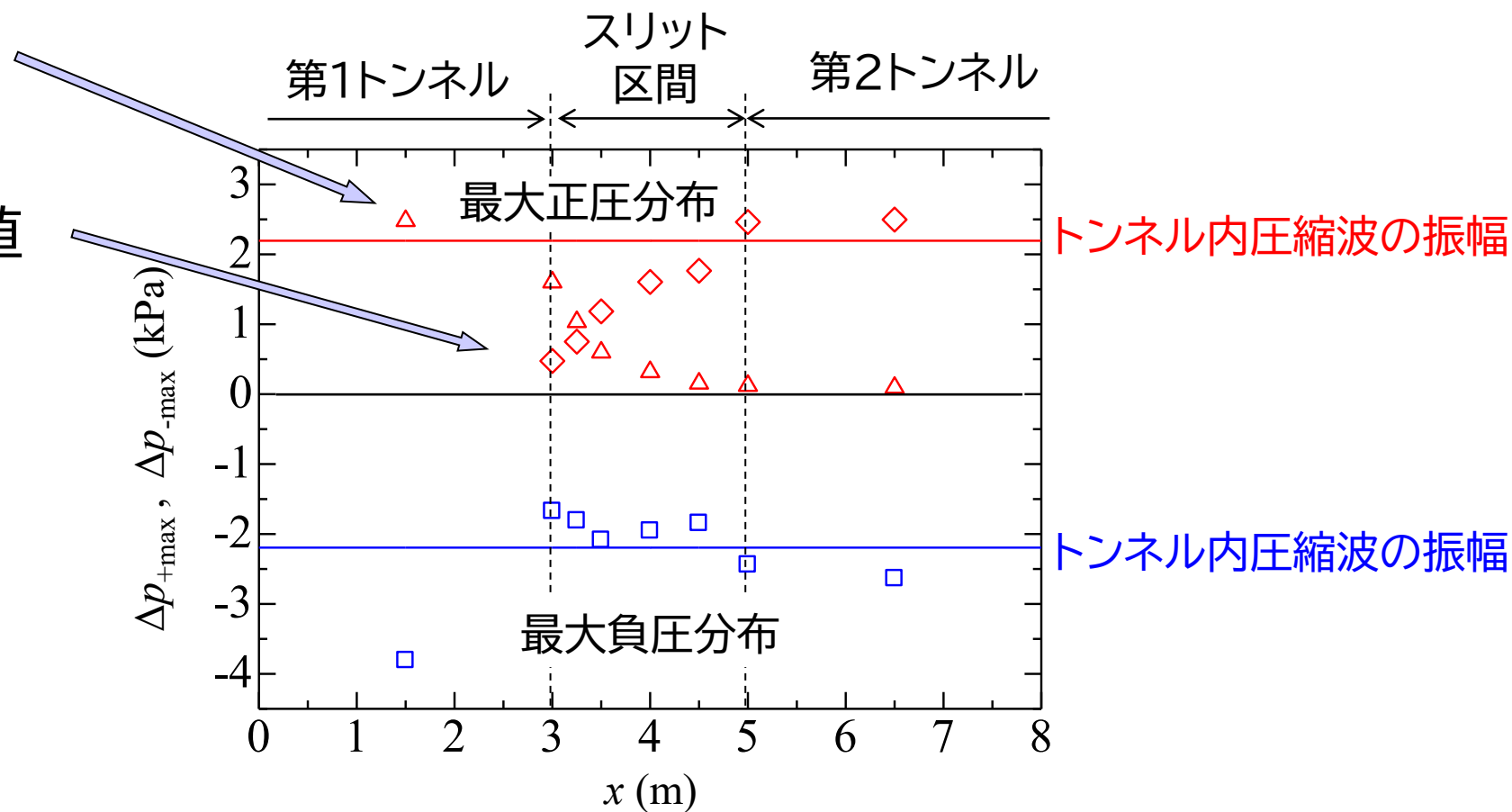
シェルター内の最大正圧・負圧はAもしくはBによるものであり, 位置により要因が異なる.



実験結果(最大正圧・負圧分布)

△ A: 圧縮波による最大値

◇ B: 列車通過による最大値



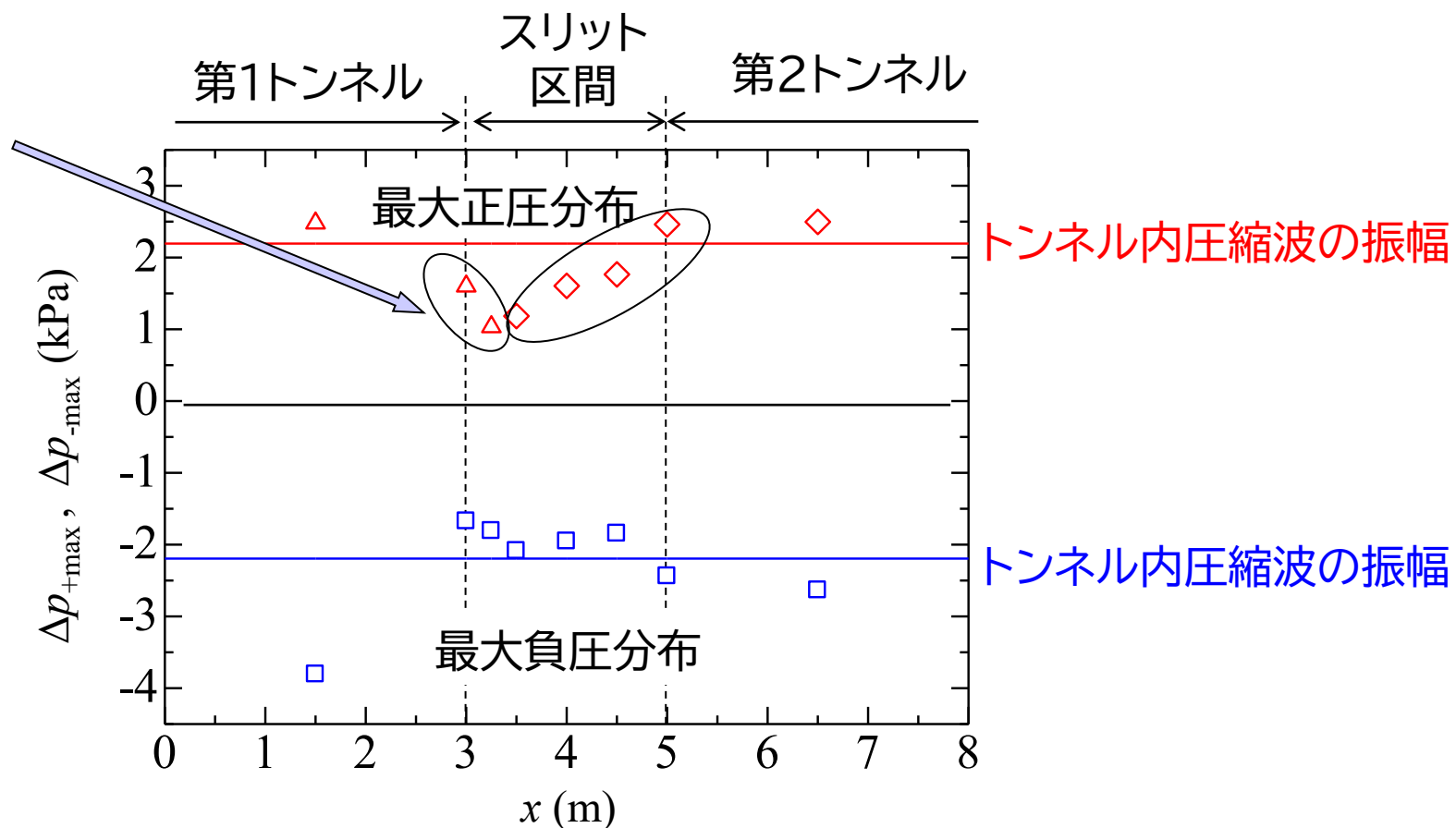
長手方向の圧力分布

U=360km/h

実験結果(最大正圧分布)

最大正圧分布は下に凸の分布

シェルター中心で測定すると
圧力が緩和され
過小評価となる

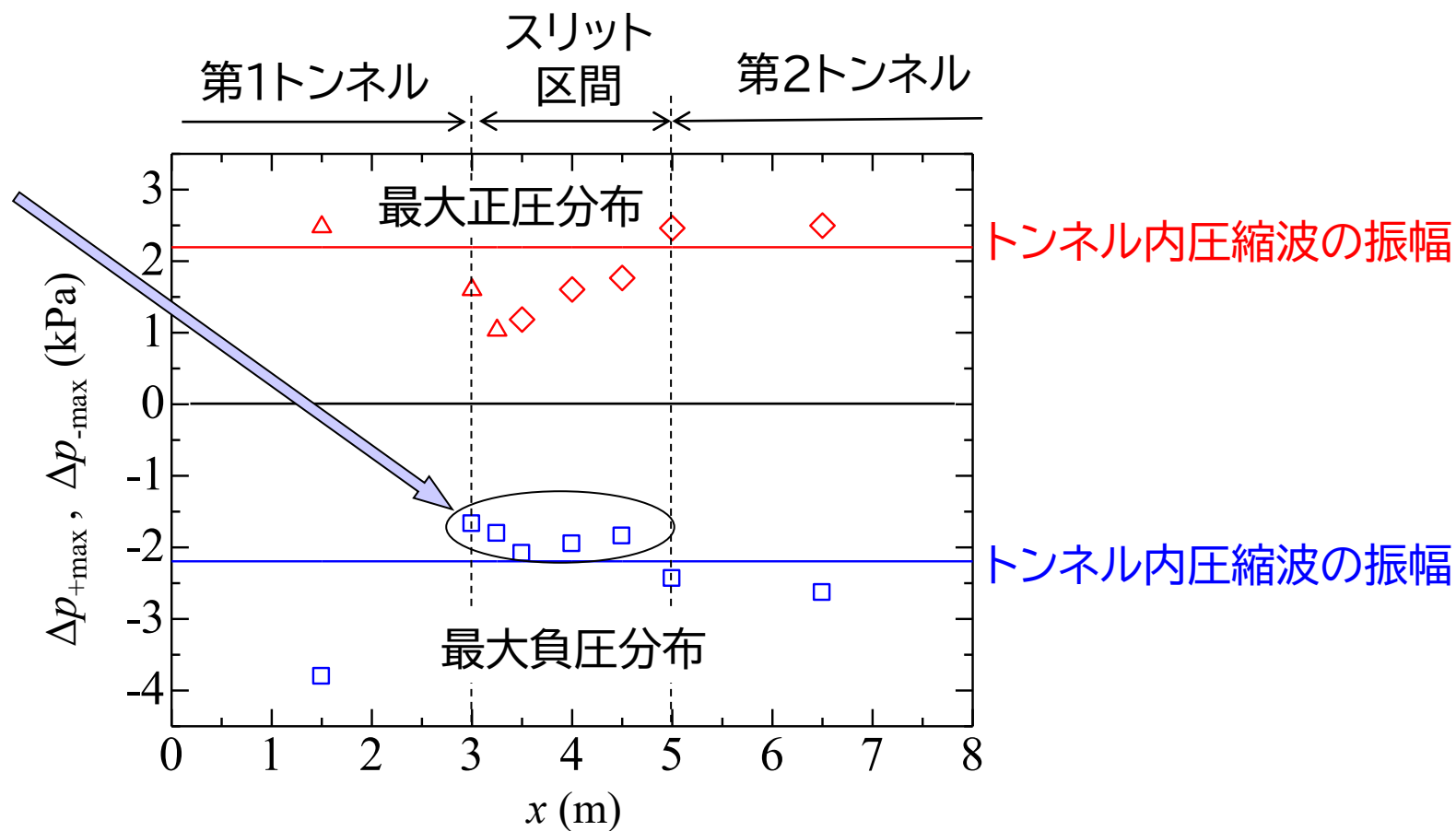


△ A: 圧縮波による最大値

◇ B: 列車通過による最大値

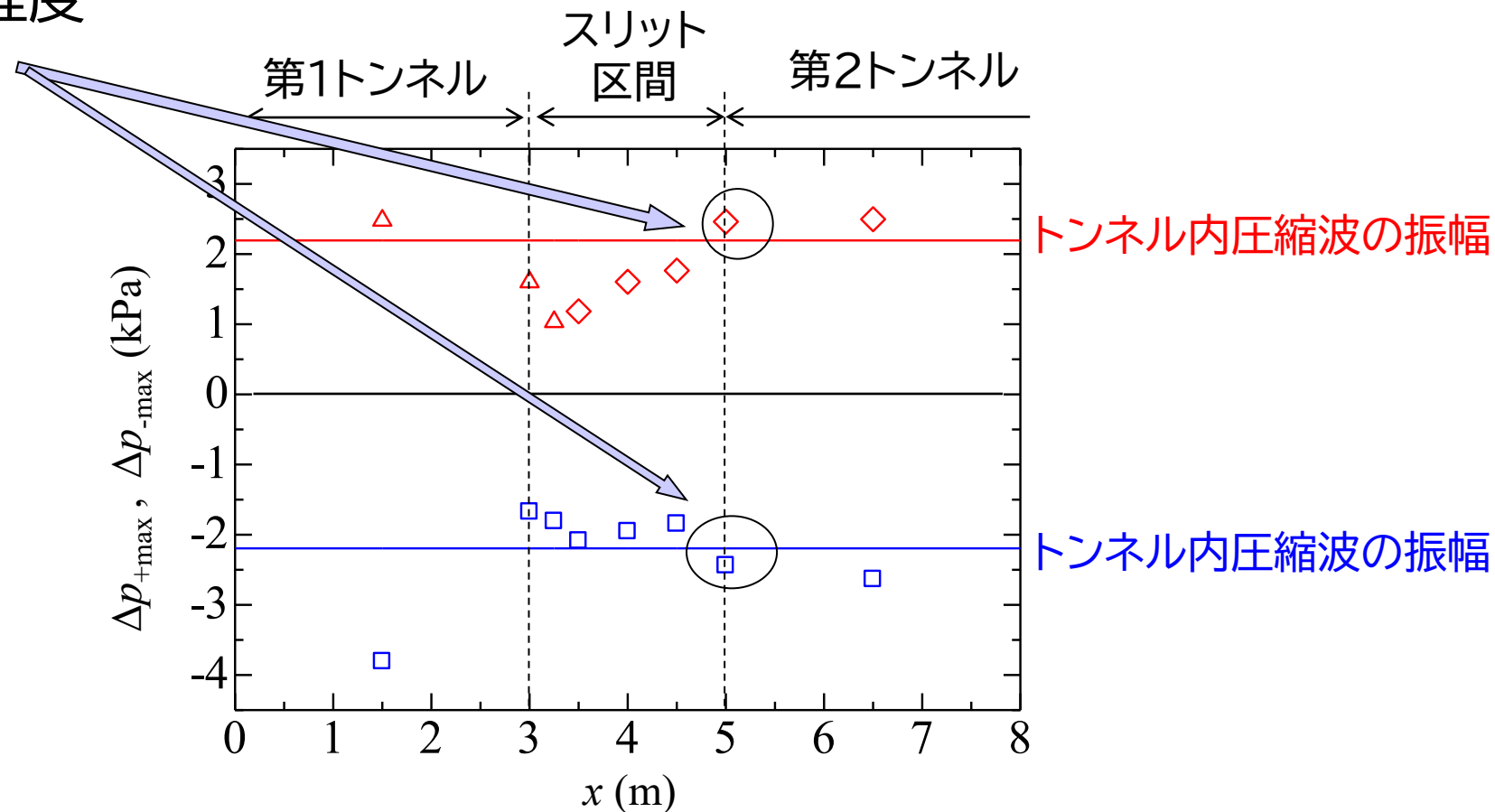
実験結果(最大負圧分布)

- B: 列車通過による最大値
ほぼ一定の値の分布



実験結果(シェルター後端の最大正圧・負圧)

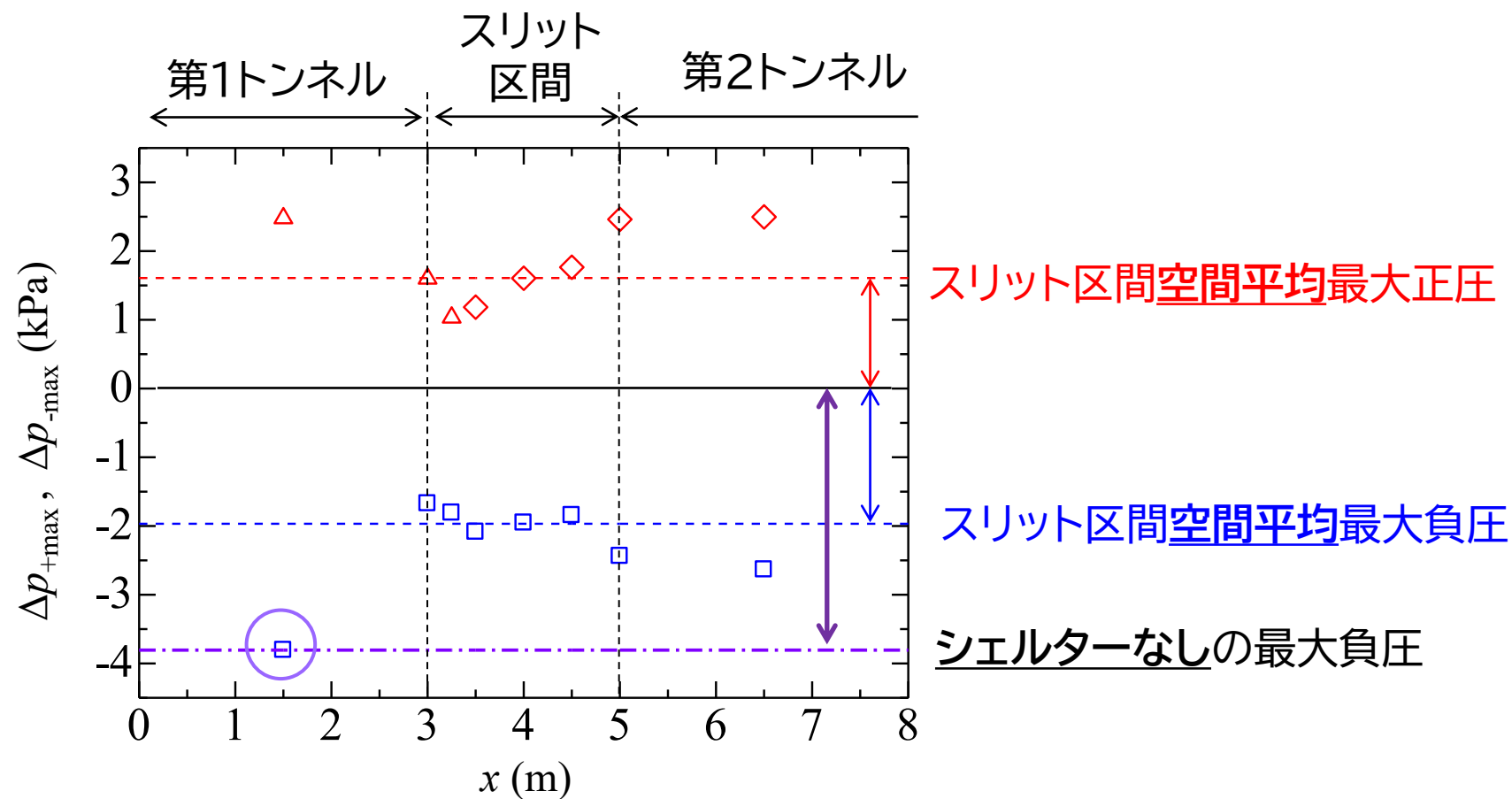
シェルター後端部の最大正圧・最大負圧は
トンネル内圧縮波振幅と同程度



※トンネル本坑とシェルターの断面積が同じ場合

実験結果(スリットの効果)

スリットの効果により, スリット区間の空間平均最大正圧・負圧は,
シェルターなしの最大負圧(第1トンネル最大負圧)より小さくなる



トンネル本坑と同一の断面積で、側面にスリットがあるシェルター内の圧力変動を
模型実験により調べた。

- シェルター内の最大正圧は、入口側が列車のトンネル突入による圧縮波，
出口側が列車先頭部の通過時圧力変動により生じ，その分布は下に凸の形
- シェルター内の最大負圧は，列車後尾部通過時圧力変動により生じ，ほぼ一定
- シェルターの後端部では，最大正圧・最大負圧とも，トンネル内圧縮波の振幅と同程度
- スリットの効果により，スリット区間の空間平均最大正圧・負圧は，シェルターなしの
最大負圧(第1トンネル内最大負圧)より小さくなる

- 速度向上時における作用圧力の検討
 - 現地試験におけるシェルター内の圧力測定位置
 - シェルター設計時の対策案
-

- [1]山本彬也,日本物理学会春の分科会 応用数学,力学,流体物理予稿集,(1977),p.137.
- [2]高橋泰富, 伊藤則昭, 種池信好:上越新幹線鋼構造スノーシェルターの設計と施工, 構造物設計資料, No. 62, pp. 27-30, 1980
- [3] 独立行政法人鉄道建設・運輸施設整備支援機構鉄道建設本部:整備新幹線用鋼製緩衝工, 鋼製スノーシェルター設計の手引き, 2014
- [4] 中村真也:研究開発七つ道具トンネル空気力学模型実験装置, RRR, Vol.72, No.8, p.39, 2015.8