

パイプラインシミュレーションセミナー
ー防災・ライフラインの保全のためにー

平成16年12月22日

みずほ情報総研株式会社

発表内容（ガス系）

1. ガス管網定常解析プログラム u-FLOW/GN

特徴および解析事例のご紹介

- ガス管路系非定常解析プログラム
u-FLOW/GL

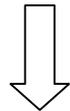
特徴および解析事例のご紹介

ガス管網定常解析プログラムu-FLOW/GN

■ u-FLOW/GNの基礎式

ガス流量と圧力降下の関係を表わす実用公式
(=中圧本支管の流量計算式)

$$Q = K \sqrt{\frac{10,000(P_1^2 - P_2^2) \cdot D^5}{S \cdot L \cdot g^2}}$$



Q:ガス流量[m³/h]、D:内径[cm]、K:流量係数、S:ガスの比重
P₁、P₂:起点、終点における絶対圧力[MPa]、本支管延長[m]

*)本支管指針(設計編),JGA指-201-02,(社)日本ガス協会

ガス管網定常解析プログラムu-FLOW/GN

■ u-FLOW/GNの特徴

- ◆ 「本支管指針」*の中圧及び低圧本支管の流量計算式に基づく計算プログラム
- ◆ 計算の収束性がよい
 - 9000節点の計算で、Pentium III以上のCPUで計算時間1秒以内
 - ニュートン-ラプソン法と繰返し代入法の併用により、従来から良く使われているハーディ・クロス法による管網解析と比べて収束が速い

*) 本支管指針(設計編), JGA指-201-02, (社) 日本ガス協会

ガス管網定常解析プログラムu-FLOW/GN

■ 解析に必要な情報について

- ◆ 配管の情報
(口径、延長、流速係数、最大1万本)
- ◆ 節点の情報
(節点番号、流量、整圧器の場合は設定圧力、最大1万節点)

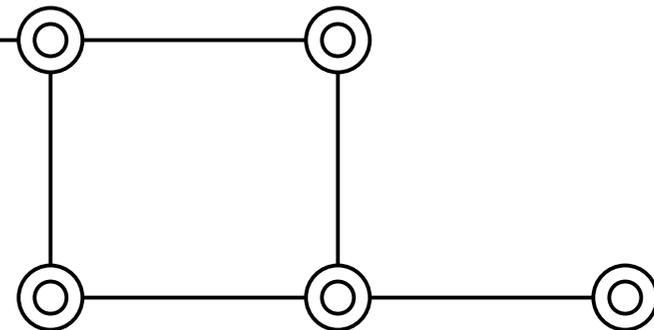
■ 節点のとり方

- ◆ 配管の分岐点
- ◆ 口径の異なる配管の接合点
- ◆ 整圧器の設置個所

設定圧力
(整圧器)



流量
(需要量)



ガス管網定常解析プログラムu-FLOW/GNによるデモ解析

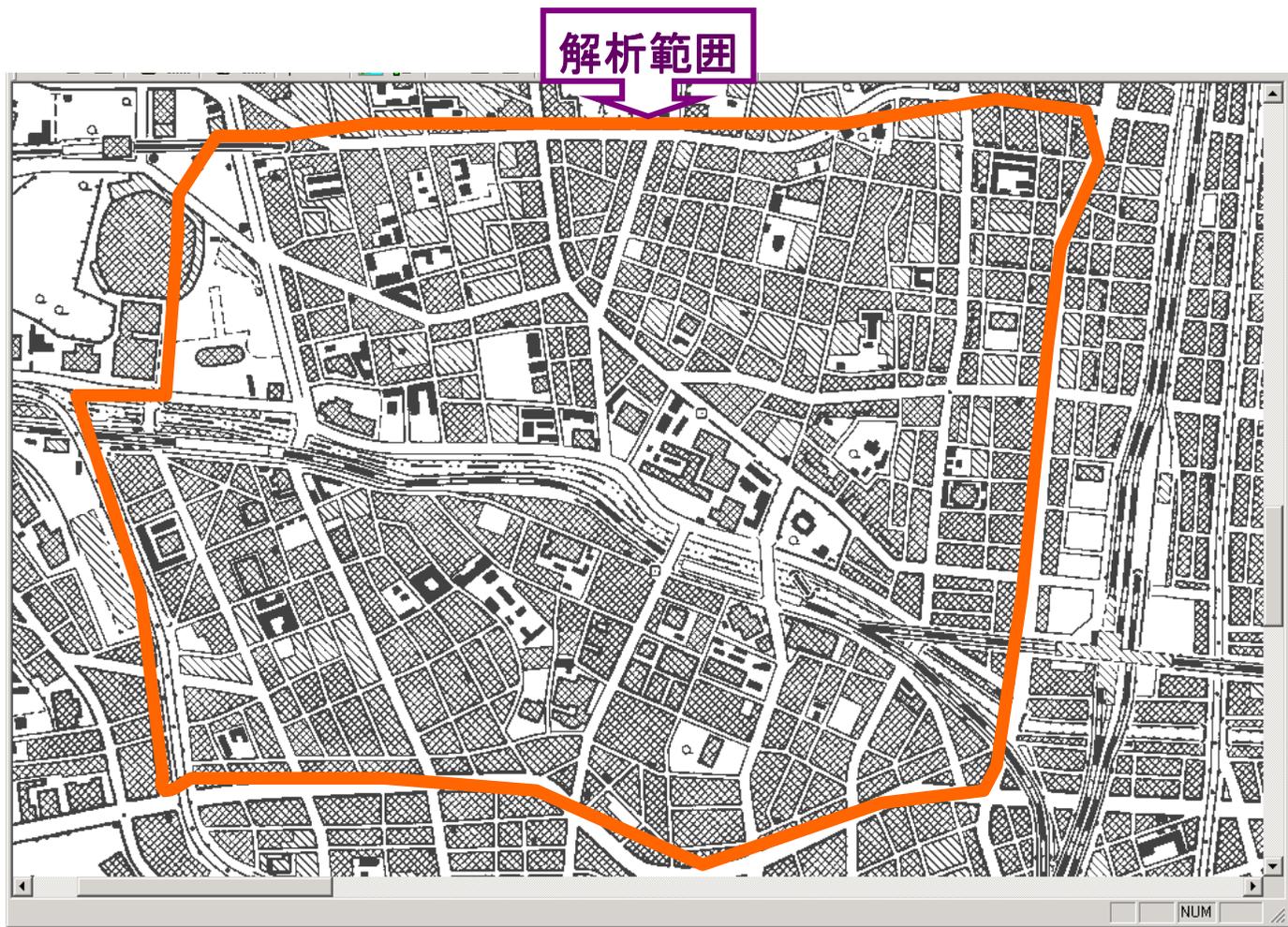
■ 解析目的

- 管径変更による配管システムの圧力損失の検討

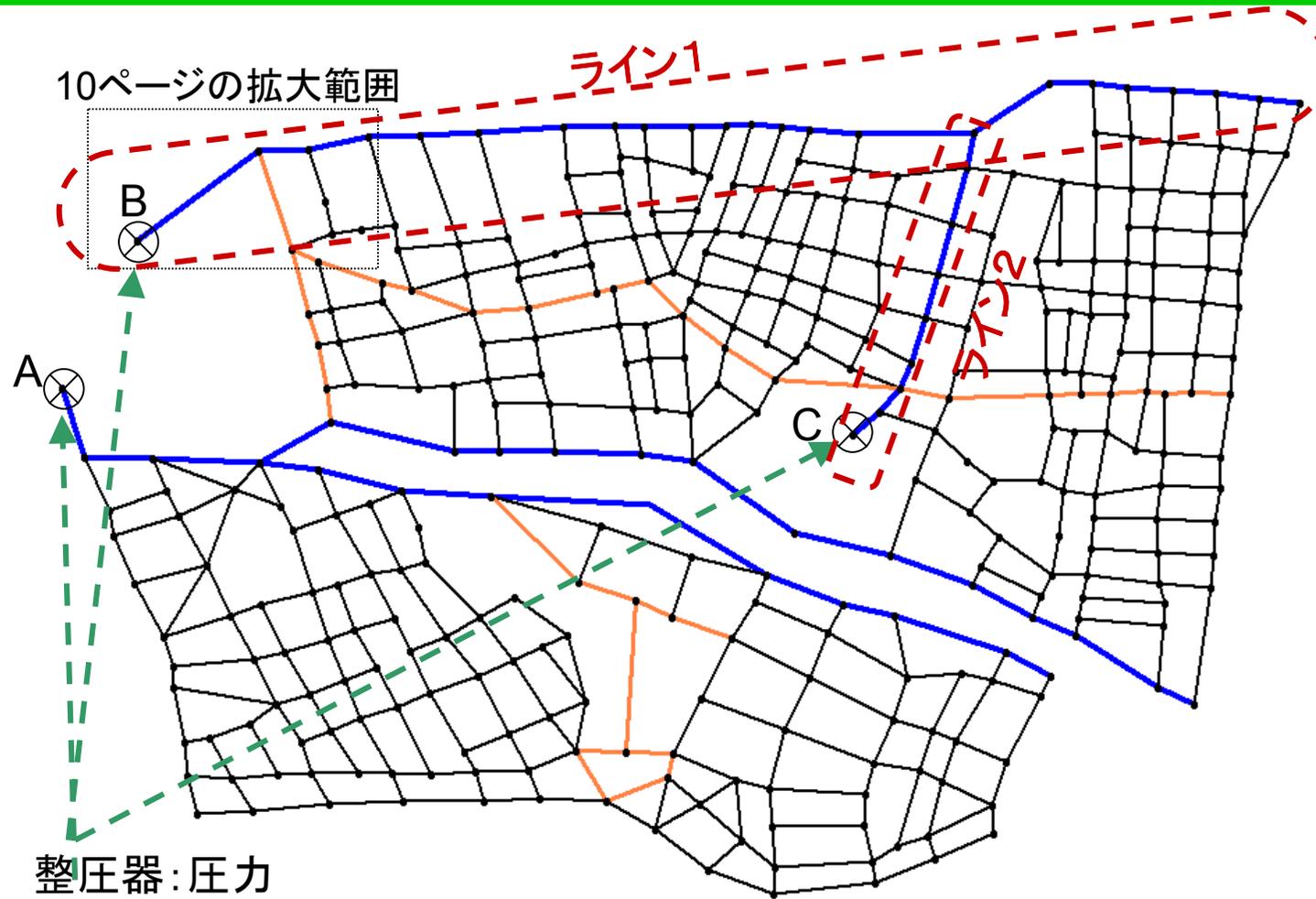
■ 解析条件

- 神田周辺の道路に沿った仮想的なガス管網対象
- 中圧の整圧器(100kPaに設定)を経た低圧管網
- 管径は、15cm(解析体系図の青のライン)、10cm(解析体系図のオレンジのライン)、4cm(解析体系図の黒のライン)の3種類
- 需要量(流量)は、350点の需要点において、10~30m³/hで設定
- ガスの種類は13Aを想定し、比重(空気に対する)は0.65
- 流速係数は0.707(ポールの定数)

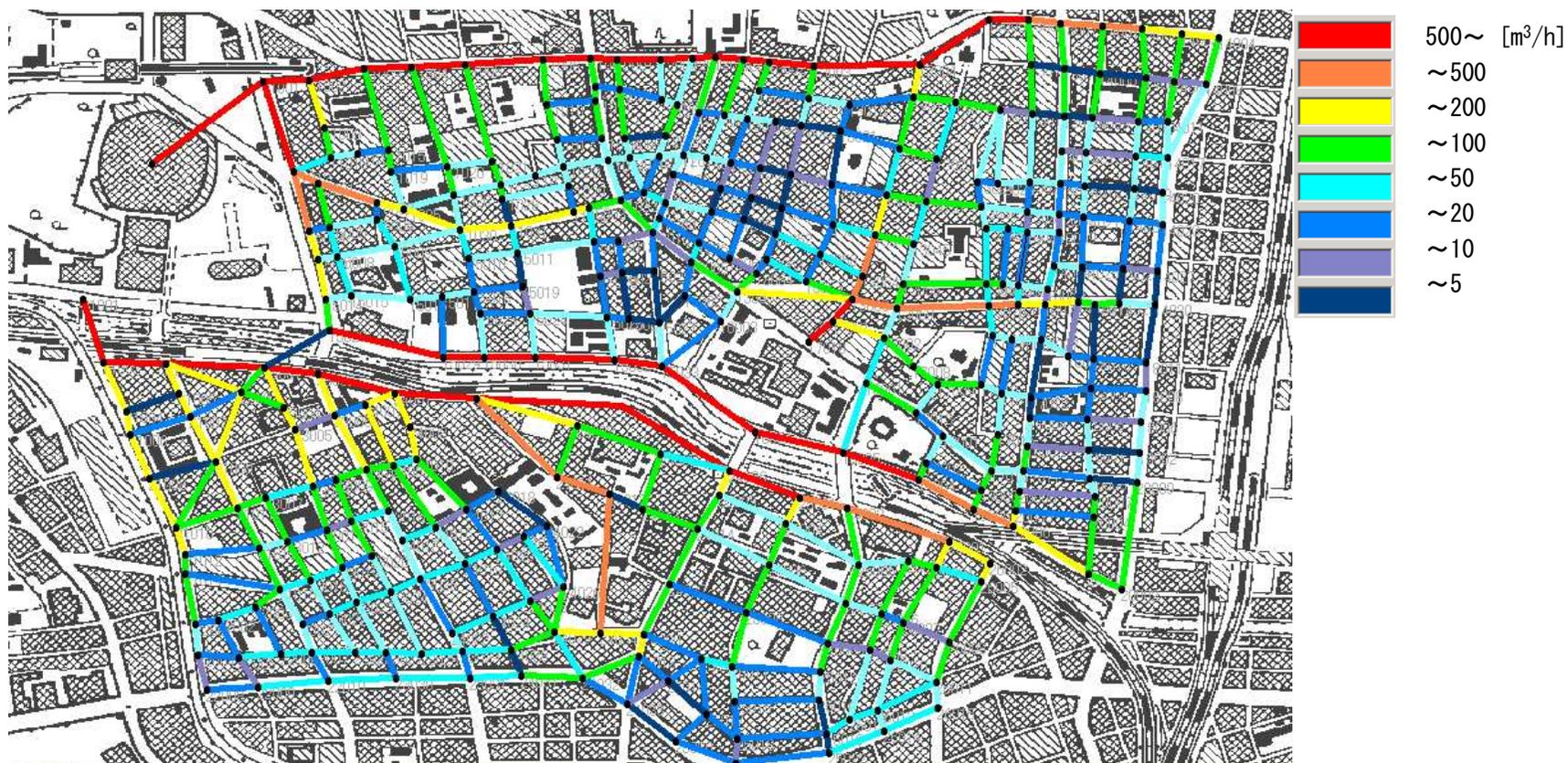
u-FLOW/GN デモ解析(地図情報)



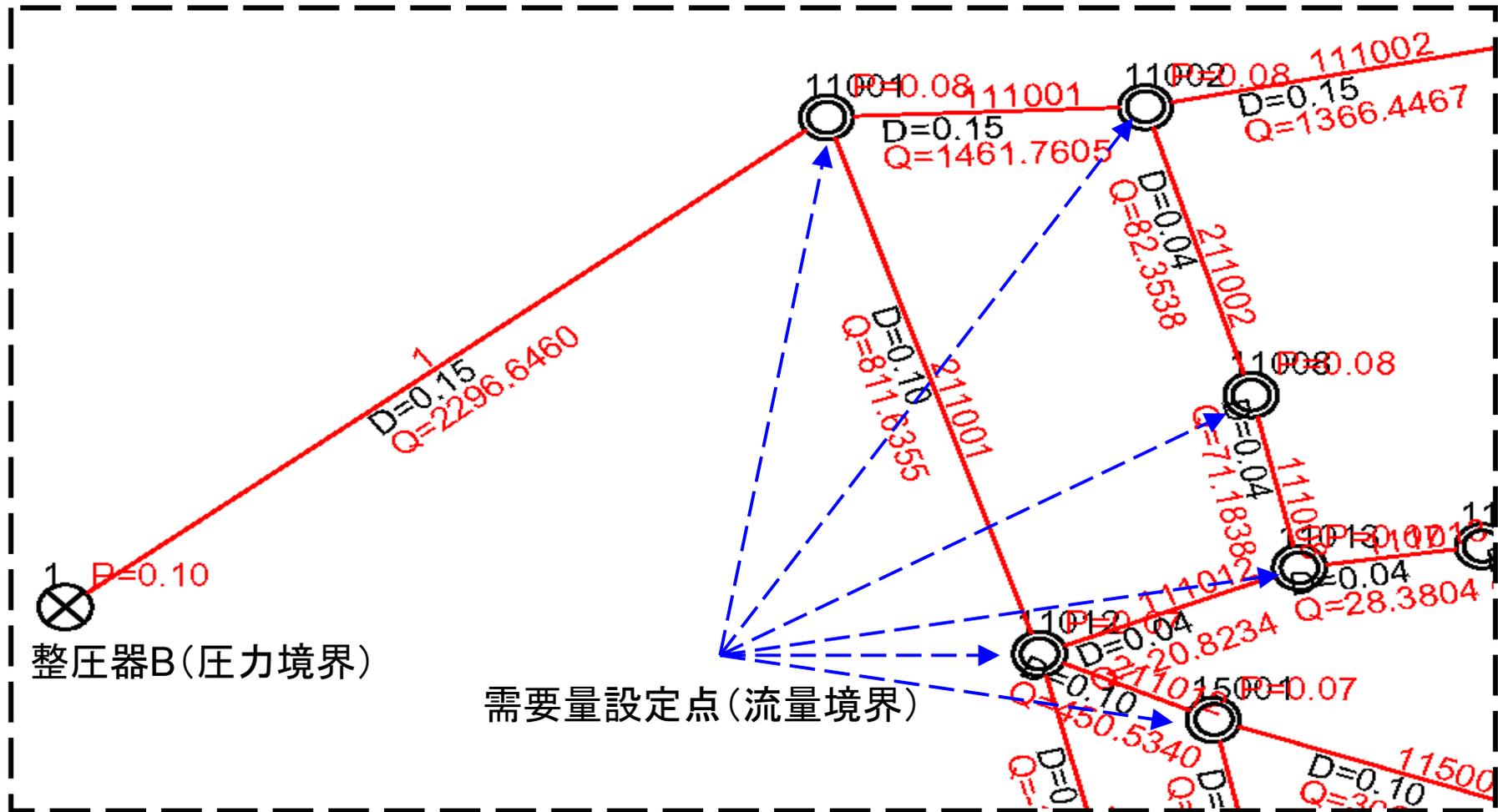
u-FLOW/GN デモ解析(解析体系)



u-FLOW/GN デモ解析(解析結果表示例:流量分布)



u-FLOW/GN デモ解析(解析結果表示例:数値データ拡大図)



u-FLOW/GN デモ解析(解析結果1)

オレンジのラインの管径が**10cm**の場合のライン1、2の圧力分布

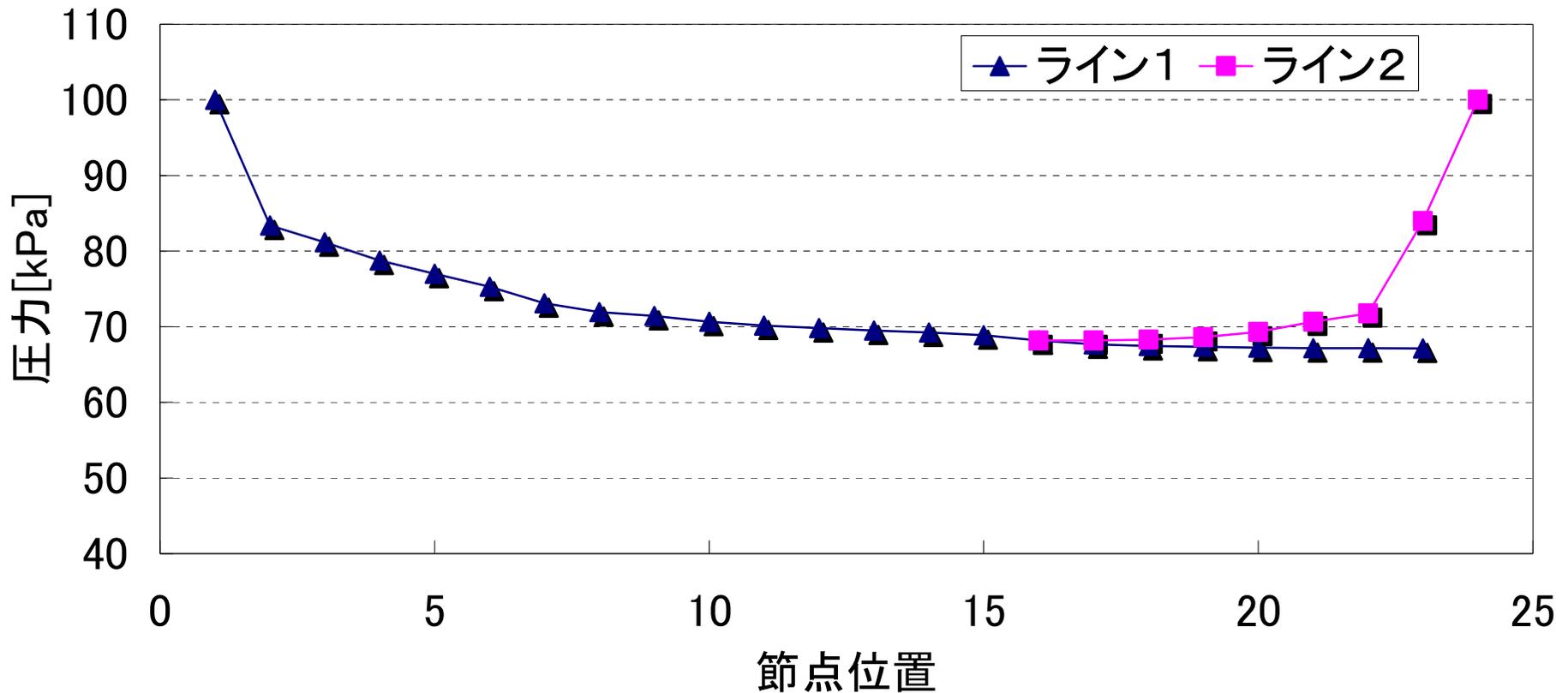


図1 圧力分布(ライン1、ライン2)

u-FLOW/GN デモ解析(解析結果2)

オレンジのラインの管径が7.5cmの場合のライン1、2の圧力分布

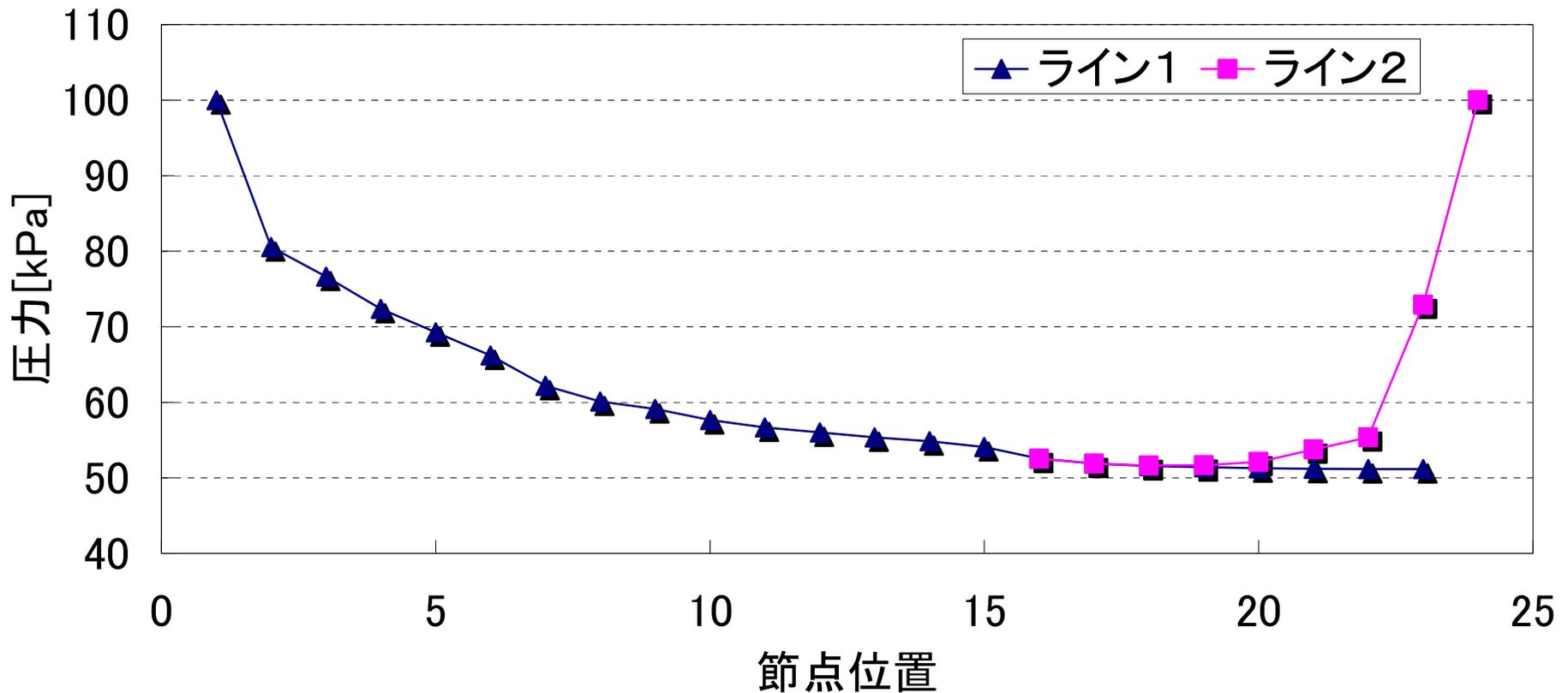


図2 圧力分布(ライン1、ライン2)

u-FLOW/GNによるデモ解析のまとめ

- 導管網（本支管網）の系統ごとの圧力損失値の評価
- 配管口径の決定／見直しや運転条件の検討に際して、種々の条件についての検討が容易
- 計算負荷が小さいため、地理情報システム（GIS）等との連携により非常時即応システム化が可能

ガス管路系非定常解析プログラムu-FLOW/GL

項目	機能
解析対象	1次元圧縮性単相流れ
境界条件	時間的に変化する設定が可能
基礎方程式	質量、運動量、エネルギーに関する保存式
数値解法	ボリウム・ジャンクション法による有限差分法 対流項は1次風上差分法
時間積分法	Euler半陰解法、SETS法
状態方程式	圧縮性(Zファクタ)を用いた実在気体のモデル
使用可能流体機器	異径管接続、分岐・合流、弁・オリフィス、リザーバ、ファン
その他	豊富な制御系によるさまざまな弁操作
	管路構造材熱伝達解析モデル
	水平単相流理論に基づく臨界流モデル
	自動初期定常状態設定モデル

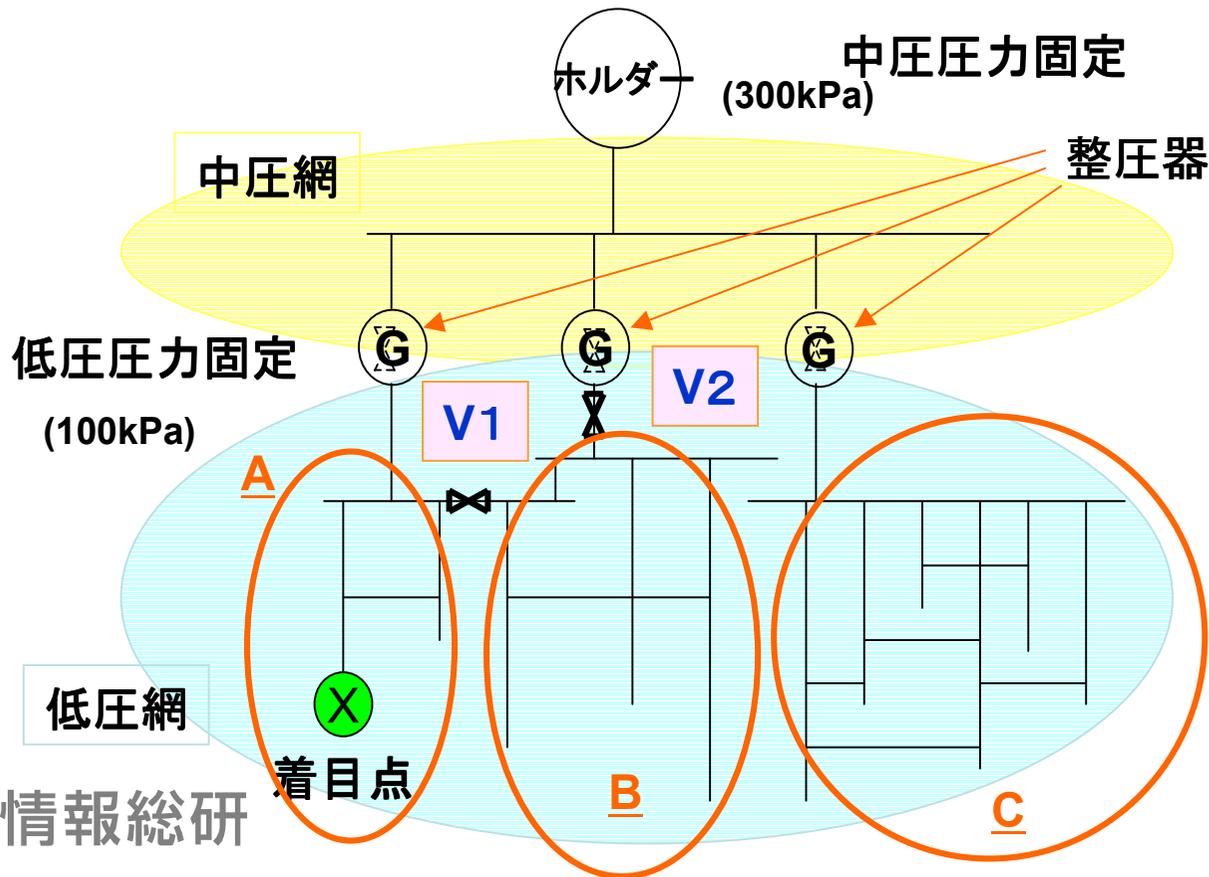
ガス管路系非定常解析プログラムu-FLOW/GL

■ u-FLOW/GLの特徴

- ◆ 質量、運動量、エネルギーの各保存則に基づき、ガス単相圧縮性流れの過渡変化を解析
- ◆ 圧力範囲：数気圧～70気圧
- ◆ 合流・分岐、弁および制御弁、ホルダー、ブローア
- ◆ 熱伝導解析機能により、外気との熱伝達、加熱器、冷却器などが考慮できる
- ◆ 豊富な制御機能（PID、LAG、LLG、加減乗除など）により、多様な制御系に対応
- ◆ 需要量の変動など時間的に変化する境界条件が設定可能

u-FLOW/GLによる解析事例 (緊急遮断時の影響度シミュレーション): 解析体系

災害発生により、Bブロックを緊急遮断した場合の
管路網に及ぼす影響を評価する

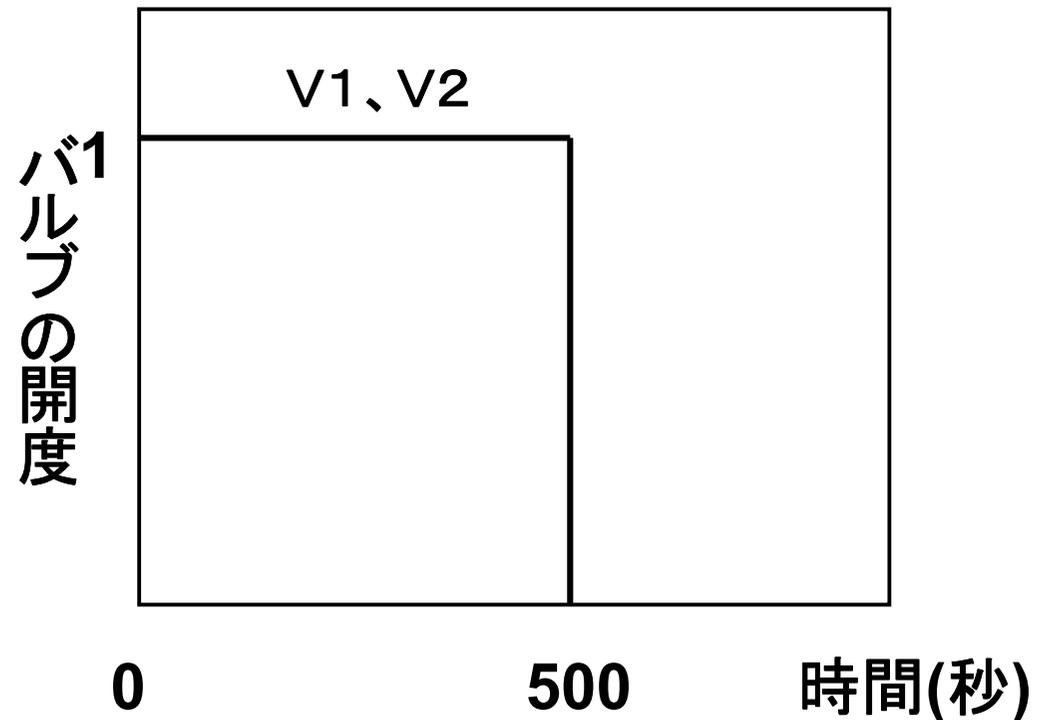


u-FLOW/GLによる解析事例 (緊急遮断時の影響度シミュレーション): 解析条件1

災害発生により、Bブロックを緊急遮断した場合の
管路網に及ぼす影響を評価する

ケース 1

- V1、V2を同時に遮断した場合の、着目点Xの圧力変化
- 解析は、500秒時点まで通常操作しているものとし、500秒時点でV1とV2に設置したバルブを5秒間で全閉する。

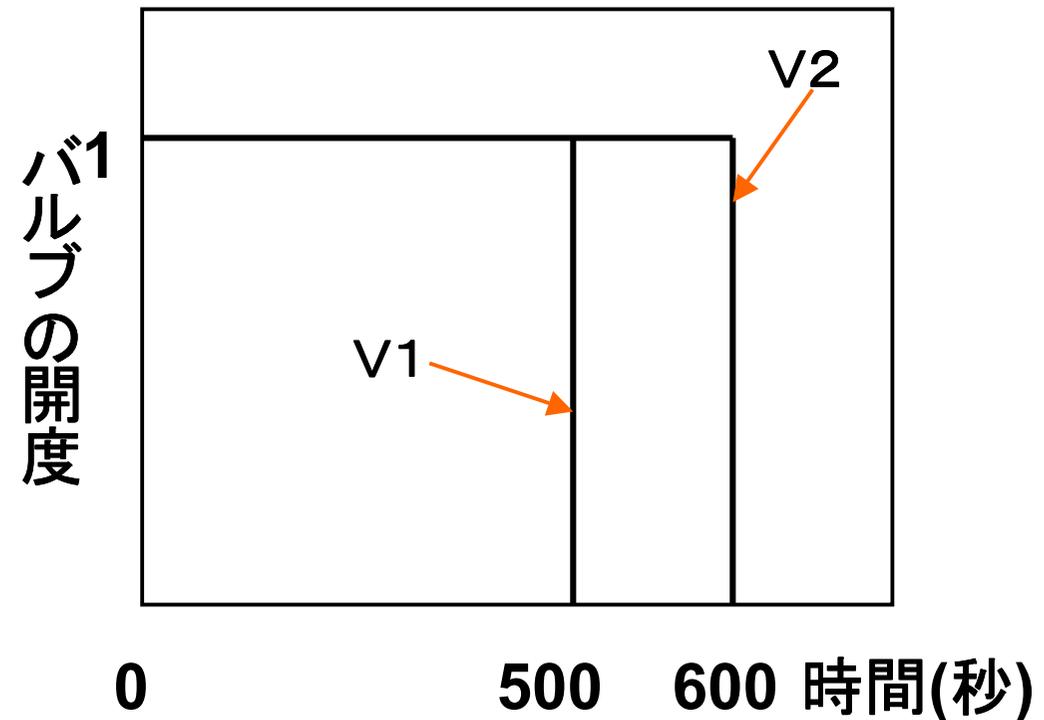


u-FLOW/GLによる解析事例 (緊急遮断時の影響度シミュレーション): 解析条件2

災害発生により、Bブロックを緊急遮断した場合の
管路網に及ぼす影響を評価する

ケース 2

- V1遮断後、100秒後にV2を遮断した場合の、着目点Xの圧力変化
- 解析は、500秒時点まで通常操業しているものとし、500秒時点でV1、600秒時点でV2に設置したバルブを5秒間で全閉する。



u-FLOW/GLによる解析事例 (緊急遮断時の影響度シミュレーション): 解析結果1

- **ケース1** (V1、V2を500秒時点で同時に遮断した場合の、着目点Xの圧力変化)の解析結果を図3に示す

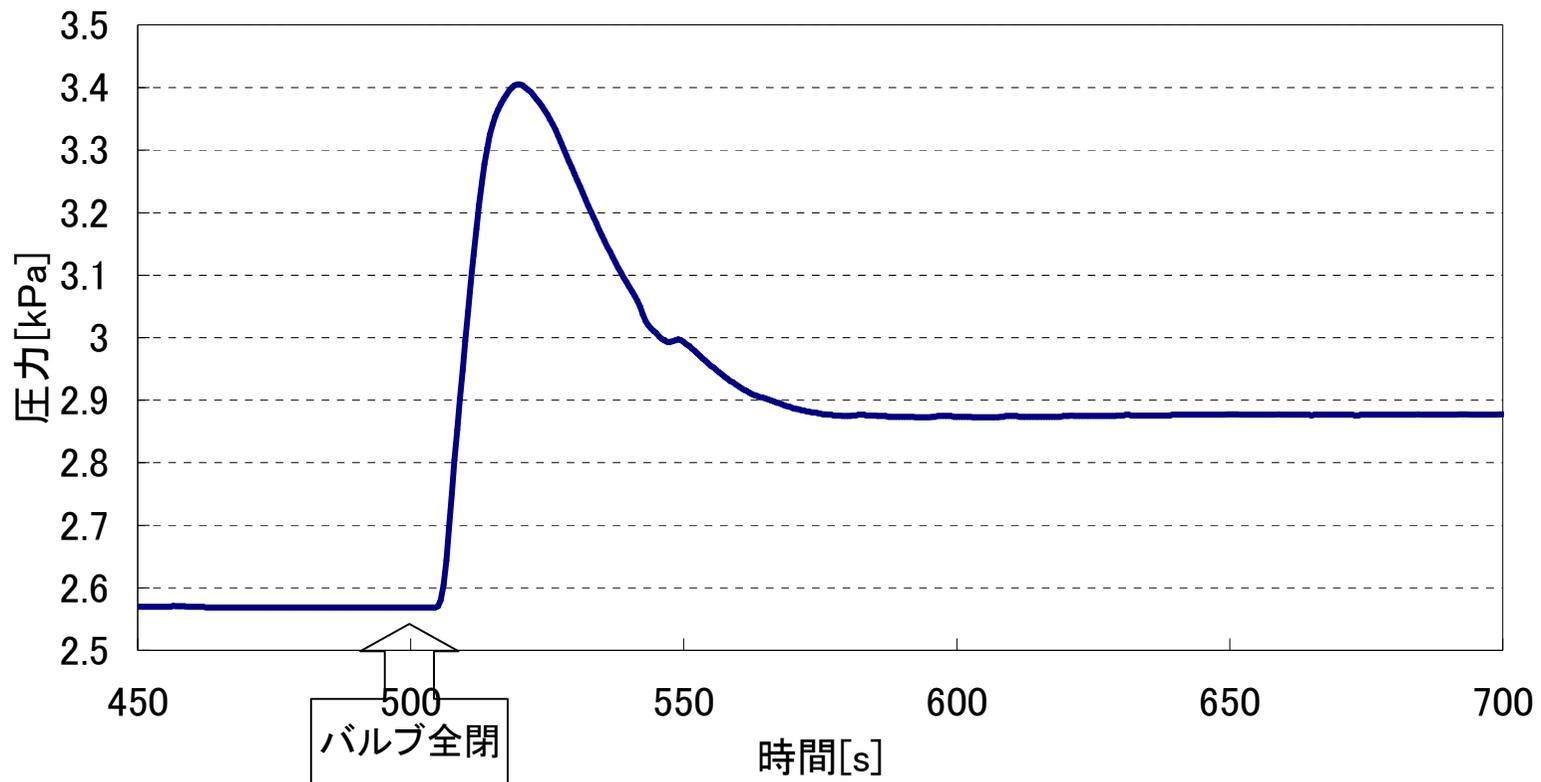


図3 圧力変化 (u-FLOW/GLによるケース1)

u-FLOW/GLによる解析事例 (緊急遮断時の影響度シミュレーション): 解析結果2

- **ケース1** (V1、V2を500秒時点で同時に遮断した場合)の整圧器Aの下流側圧力変化を図4に示す

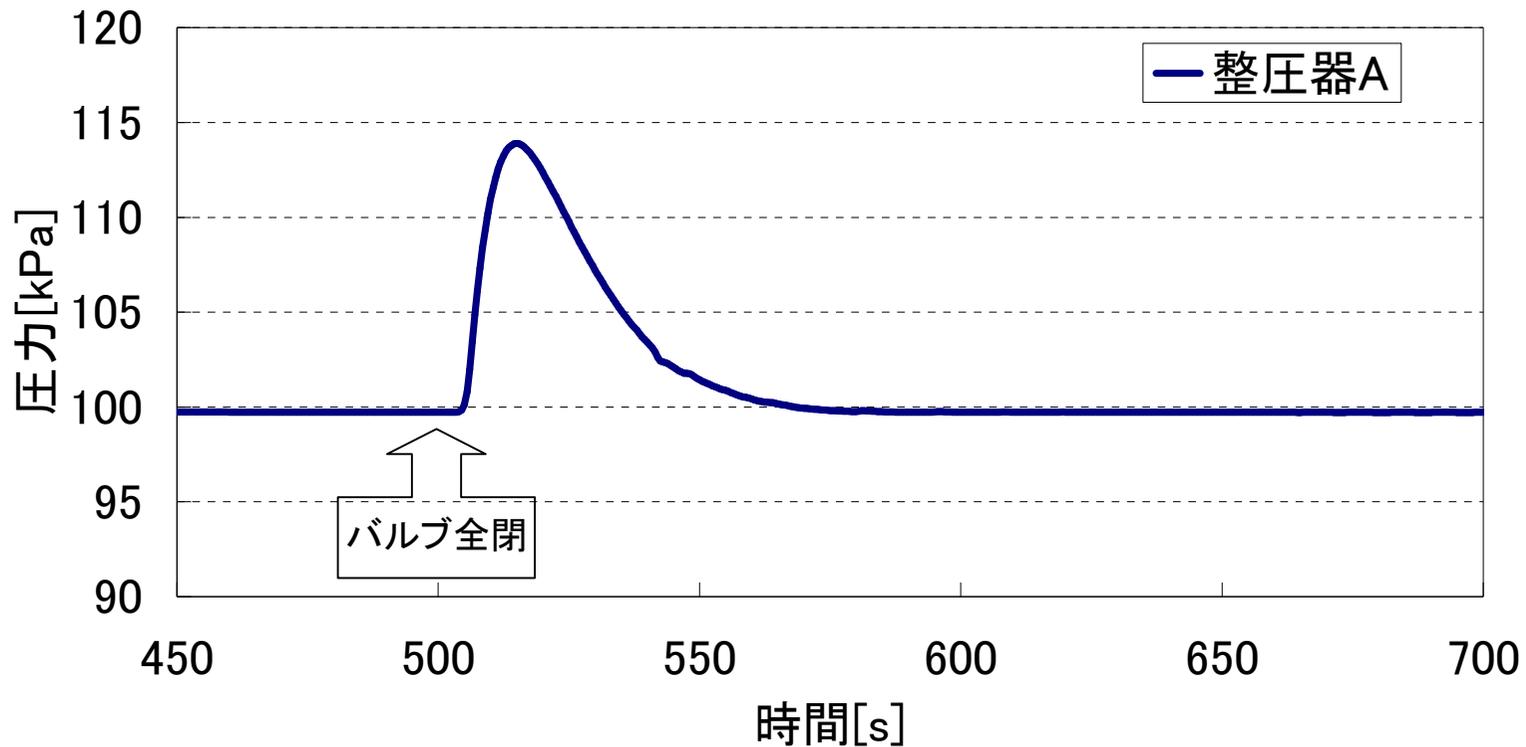


図4 整圧器下流側圧力変化 (u-FLOW/GLによるケース1)

u-FLOW/GLによる解析事例 (緊急遮断時の影響度シミュレーション): 解析結果3

- **ケース2** (500秒時点でV1遮断後、100秒後にV2を遮断した場合の、着目点Xの圧力変化)の解析結果を図5に示す

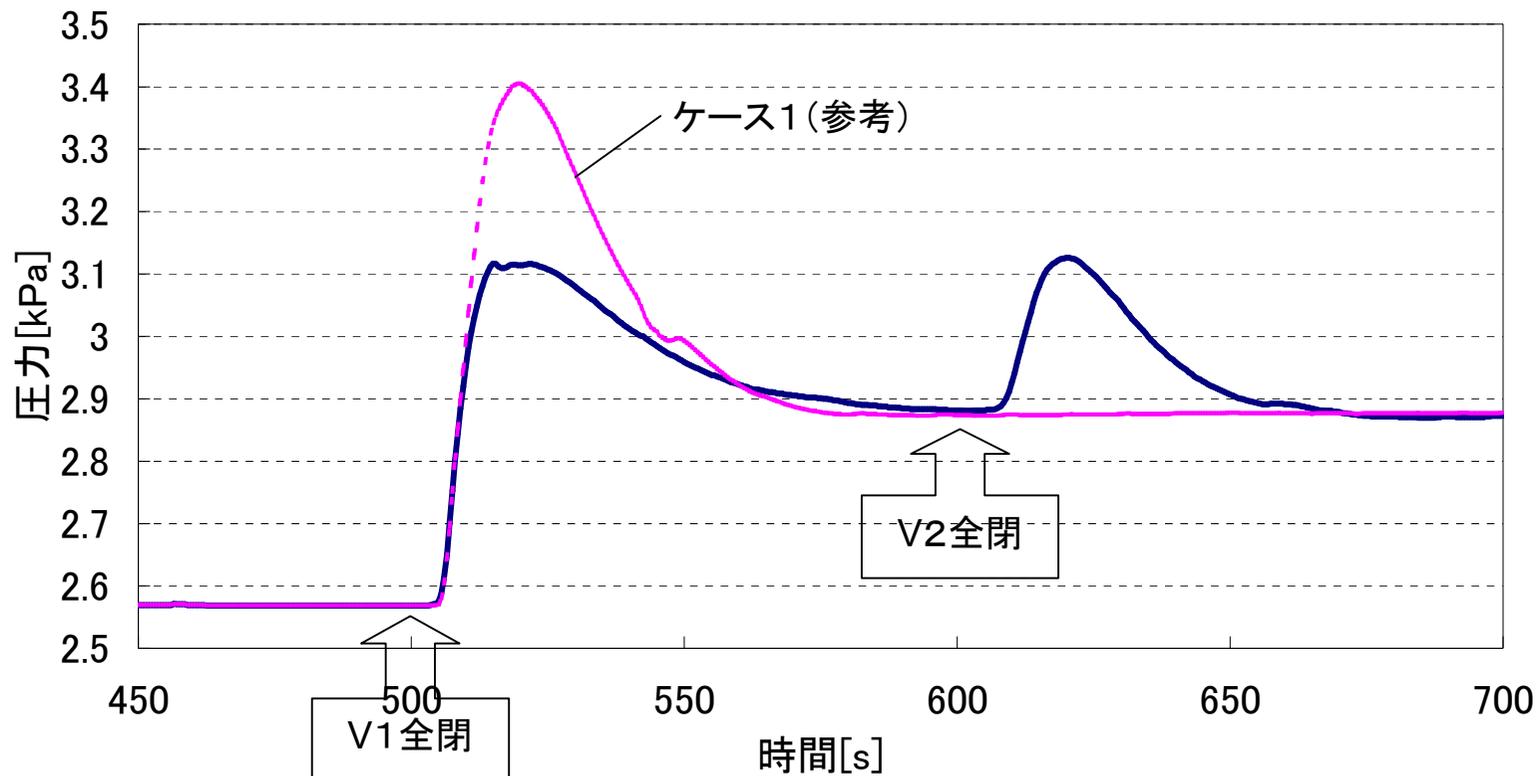


図5 圧力変化 (u-FLOW/GLによるケース2)

u-FLOW/GLによる解析事例 (緊急遮断時の影響度シミュレーション): 解析結果4

- **ケース2** (500秒時点でV1遮断後、100秒後にV2を遮断した場合) の整圧器Aの下流側圧力変化を図6に示す

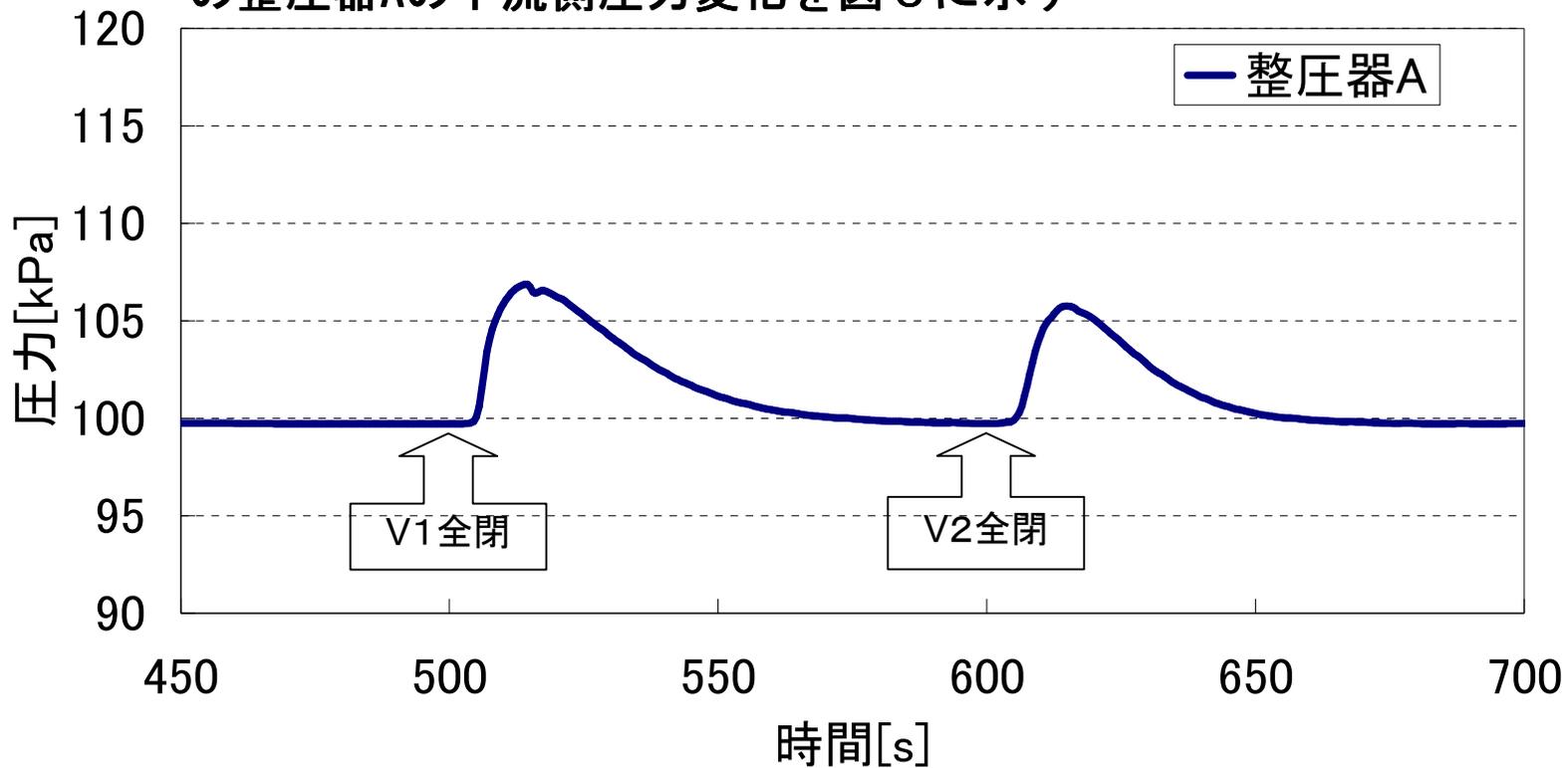


図6 整圧器下流側圧力変化 (u-FLOW/GLによるケース2)

u-FLOW/GLによる解析事例のまとめ

- **u-FLOW/GLにより、ガス管路系の以下のような過渡現象を含む、複雑な流動変動のシミュレーションが可能**
 - ◆ 弁誤作動や供給側の機能喪失等の緊急時の影響評価
 - ◆ 配管の破断時の影響評価
 - ◆ 運転設定点変更に応じた動特性評価
 - ◆ ガスの供給量や需要量の変動
 - ◆ パイプラインの起動・停止やラインの切り替え

(その2に続く)