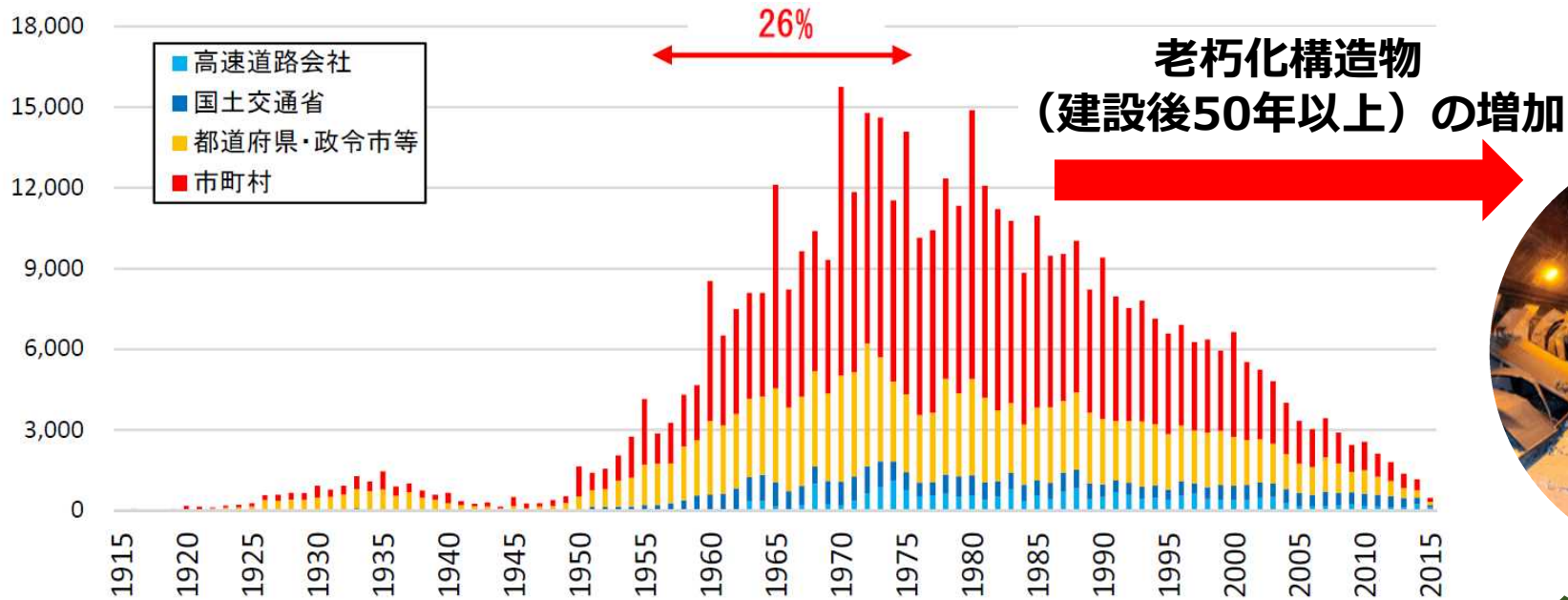




骨材-セメントペースト間の界面破壊と 圧電効果の相関に関する研究

立命館大学 理工学部 建築都市デザイン学科
福山 智子

社会インフラの現状



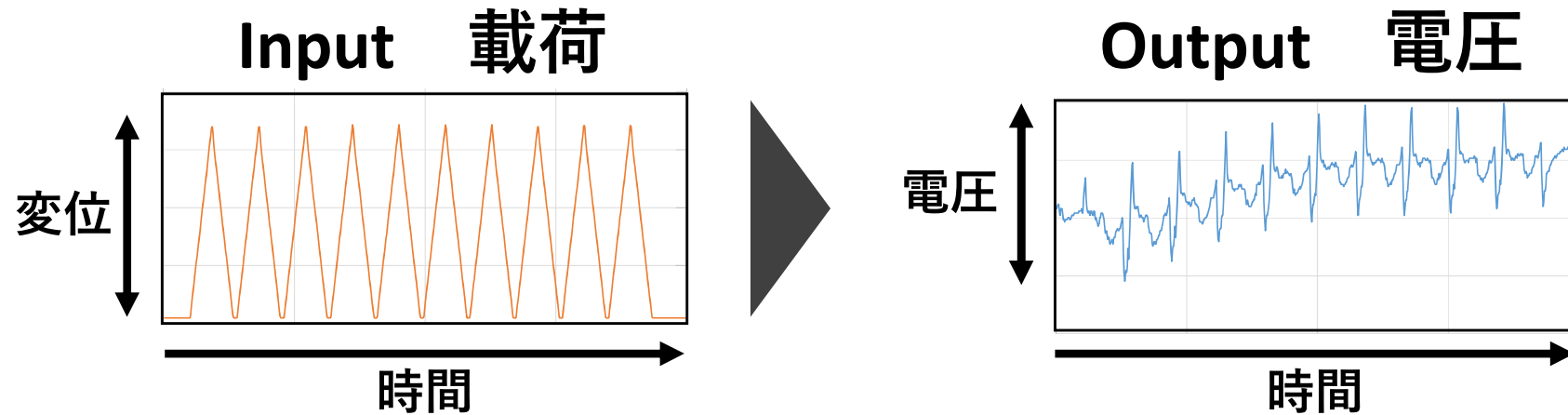
劣化が原因で
発生した事故

※この他に建設年度不明橋梁約23万橋
(出典)道路局調べ(H27.12時点)

年別の社会インフラ建設数

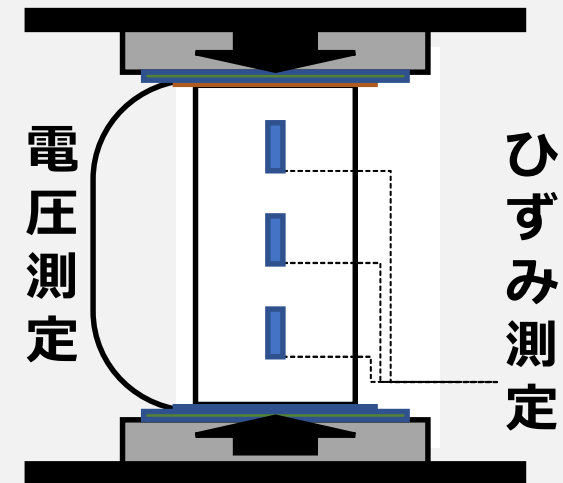
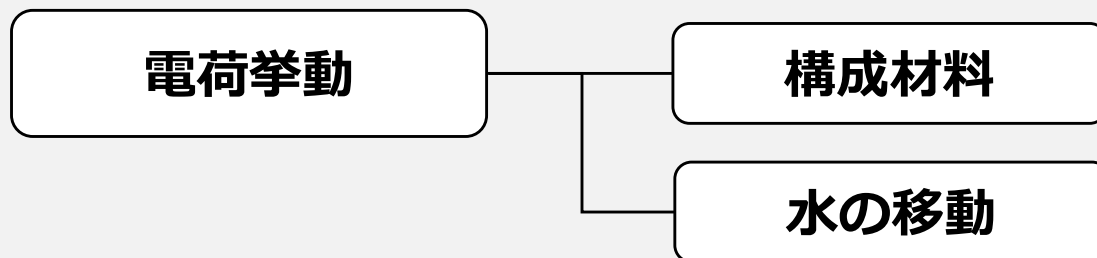
➡ 老朽化による事故等が懸念されている

コンクリート自体を**圧電センサ**とすることで
非破壊で点検・内部診断がしたい

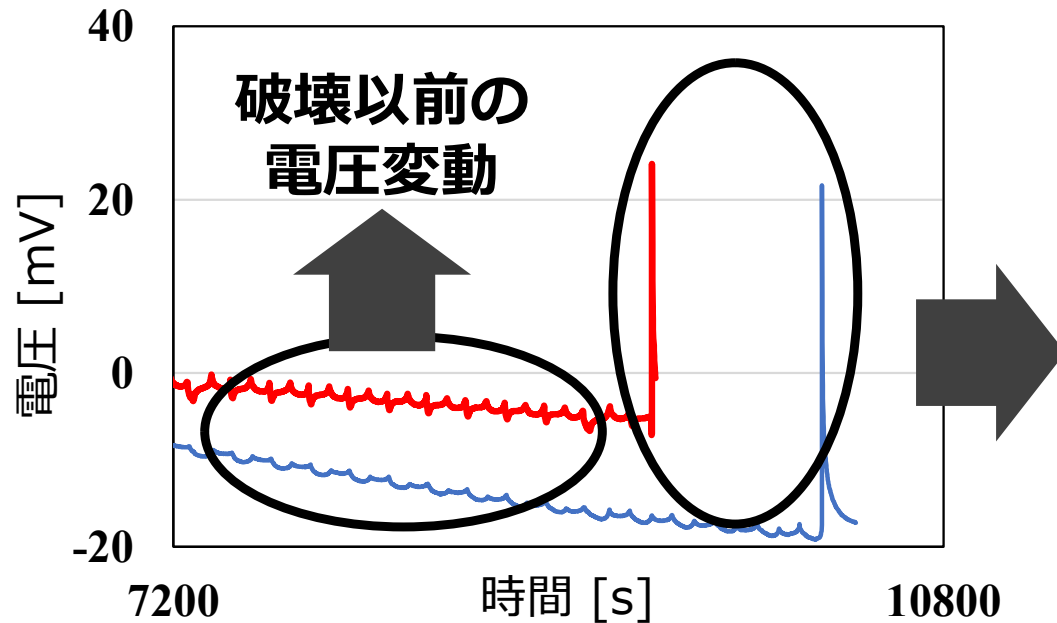


➡ 電圧変動は電荷により発生

想定される電圧変動の発生要因

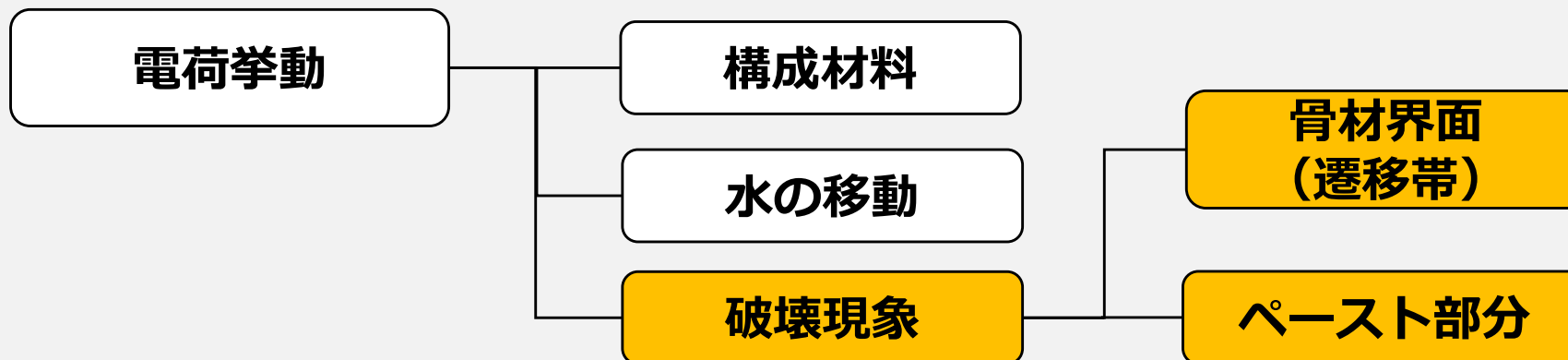


背景：破壊時の電圧変動

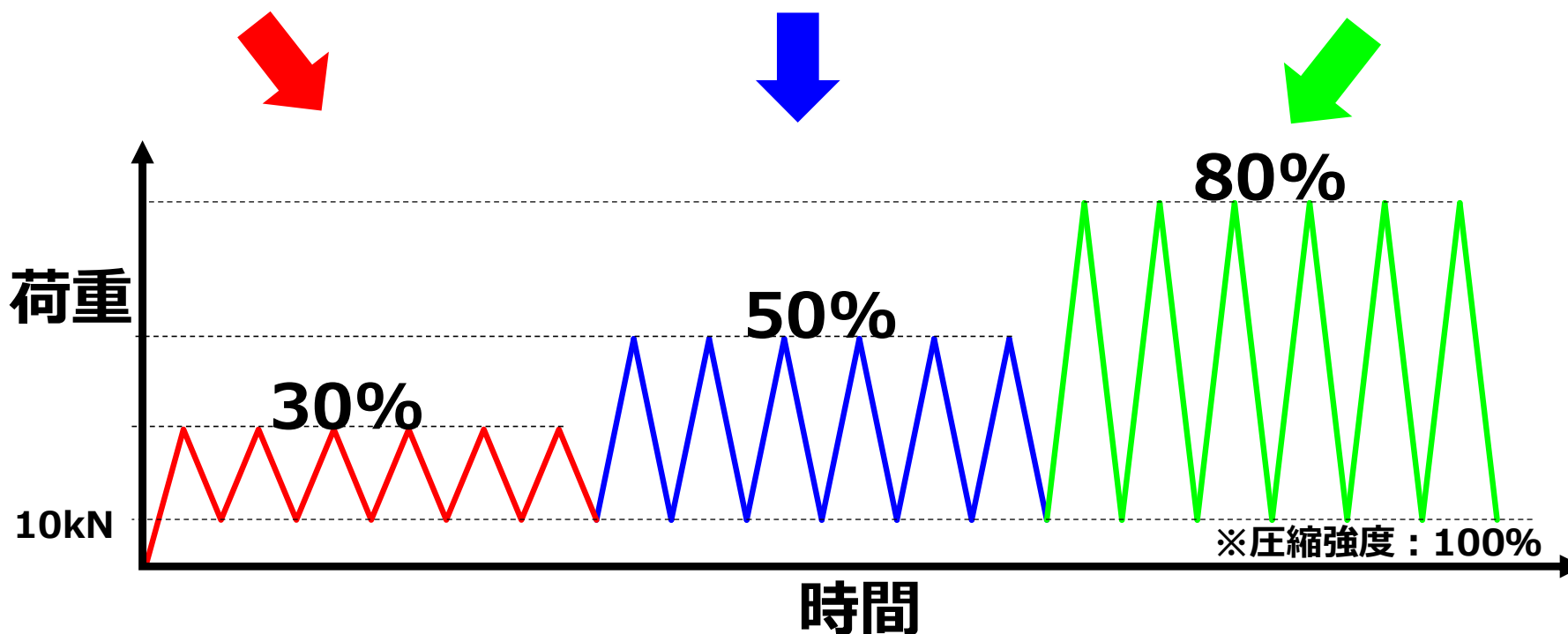
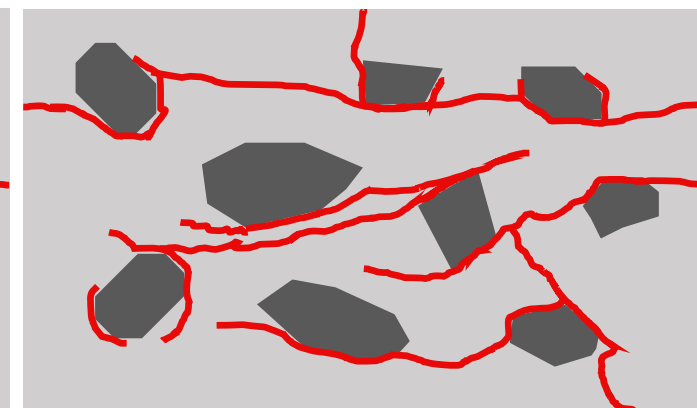
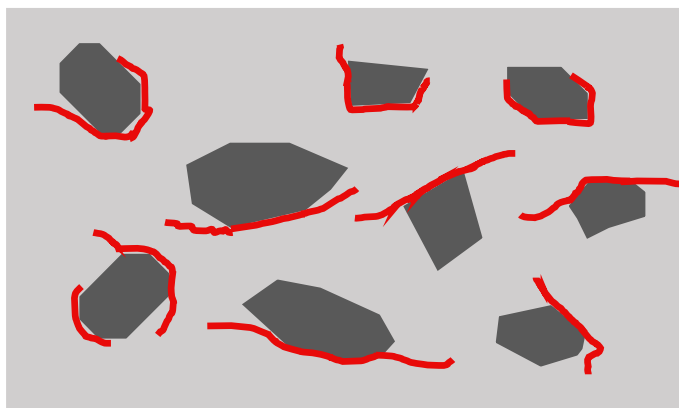
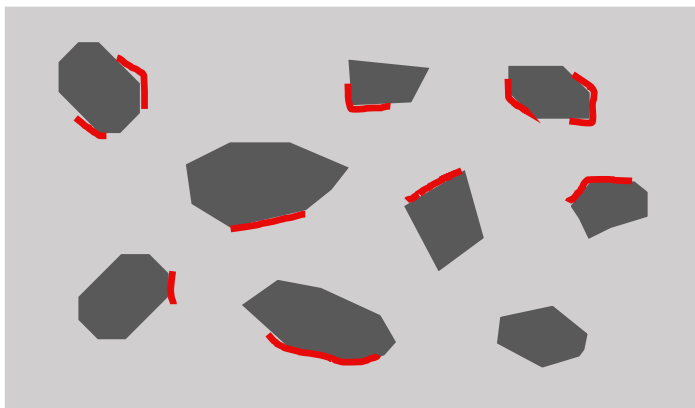


大きな電圧変動
➡破壊の情報

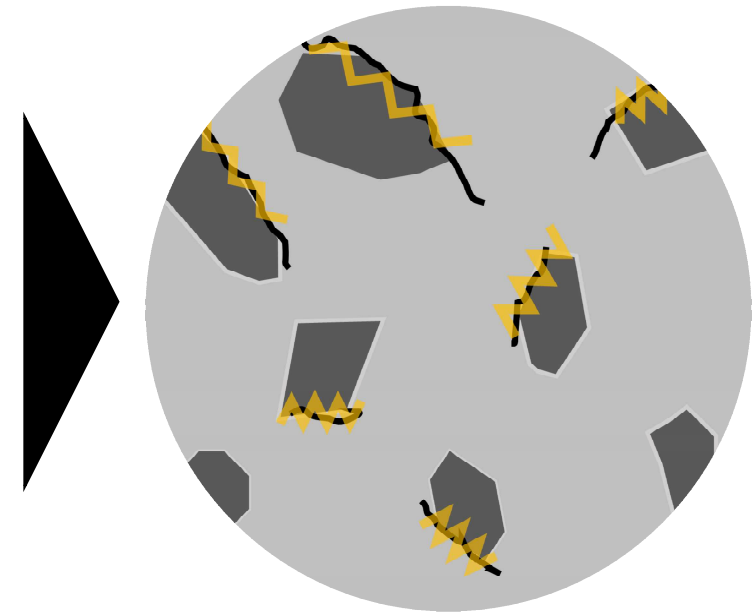
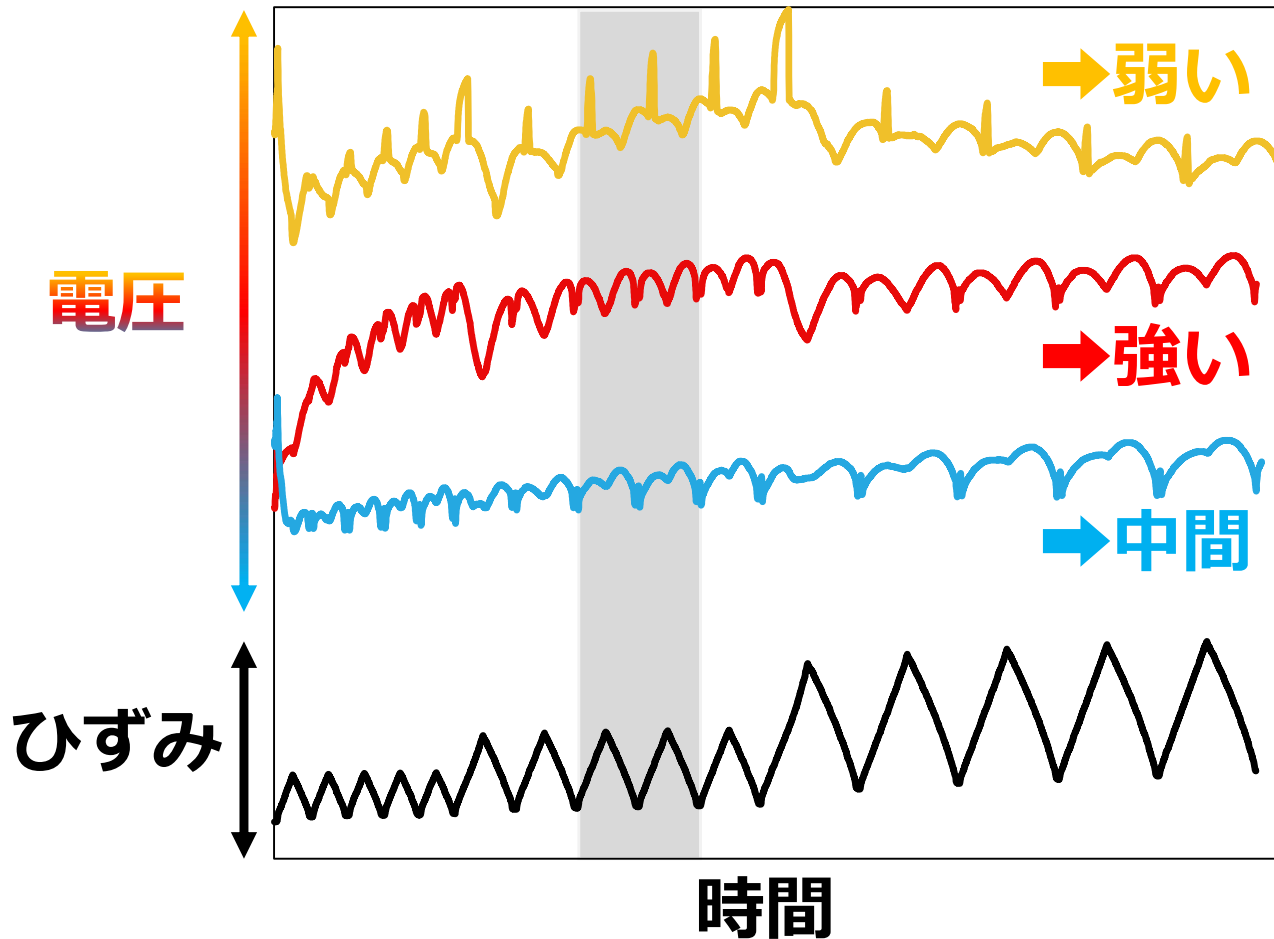
想定される圧電効果の発生要因



背景： 載荷と骨材界面の破壊



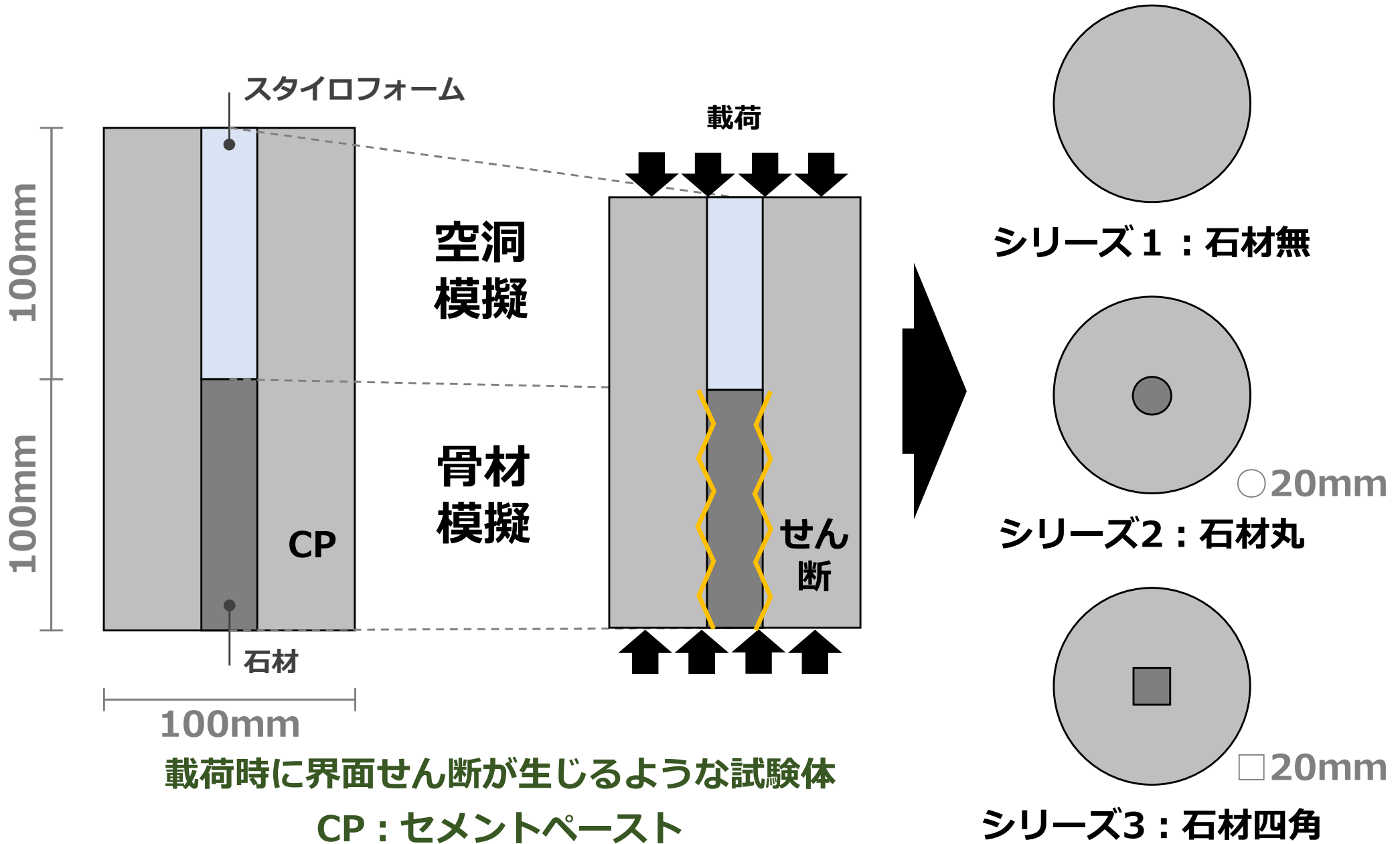
背景：界面強度と電圧変動の関係



セメントペースト-骨材界面の
付着強度により異なる圧電変動

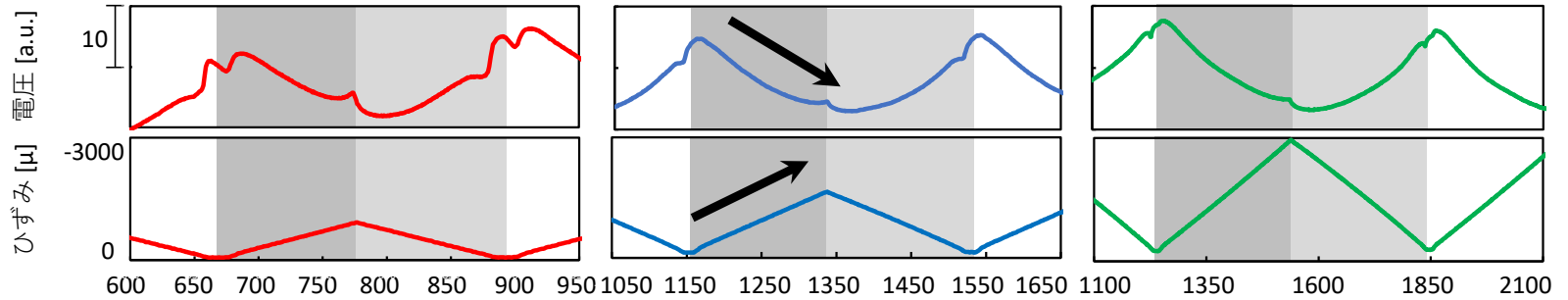
界面強度に応じて電圧波形が異なる
→ **界面のせん断破壊**の影響

実験概要：試験体概要

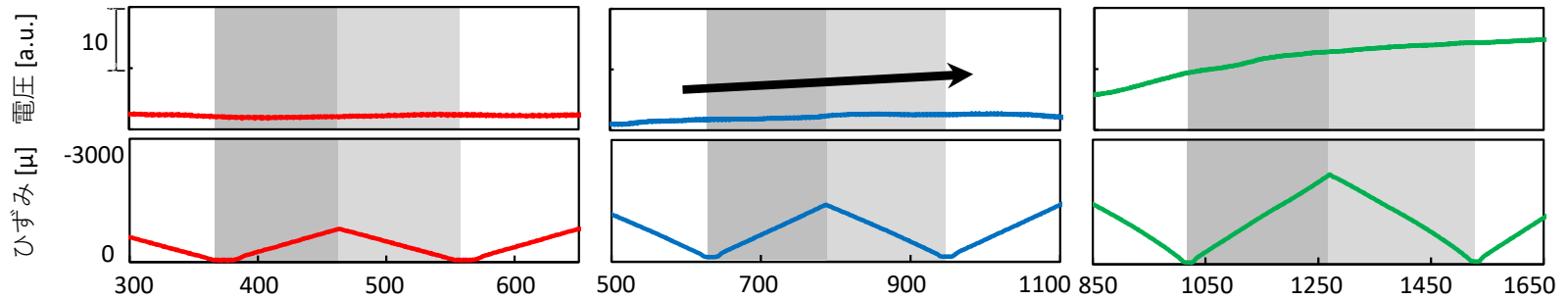


実験結果：ひずみと電圧の相関

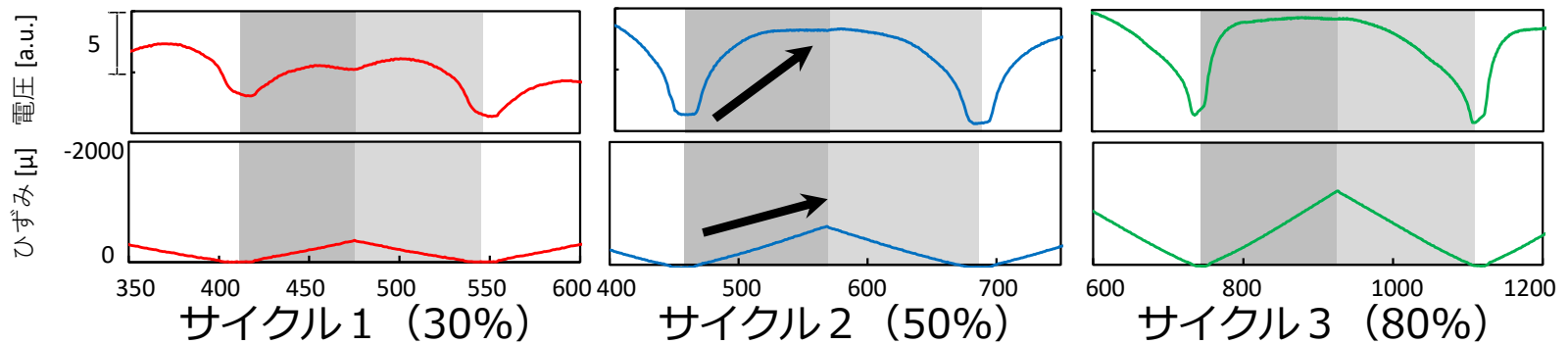
シリーズ1
石材無



シリーズ2
石材丸

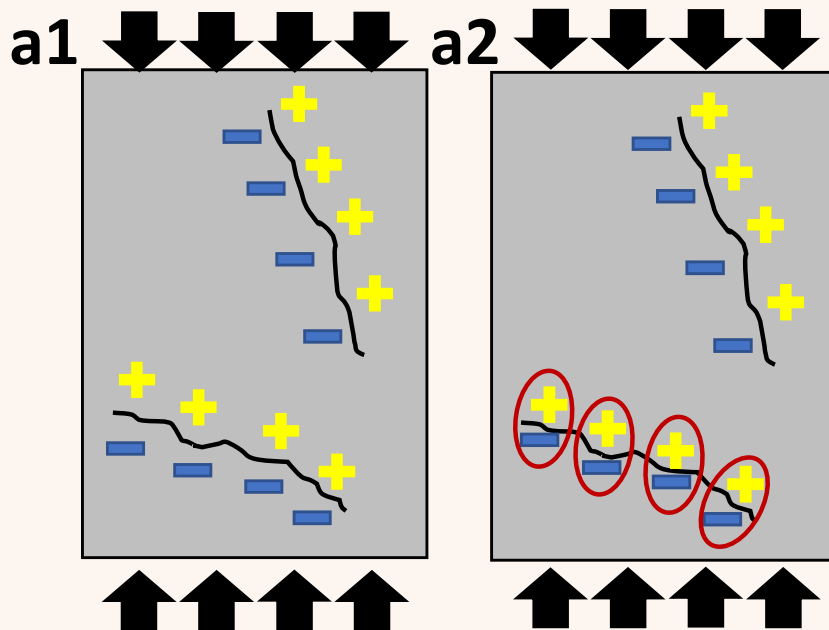
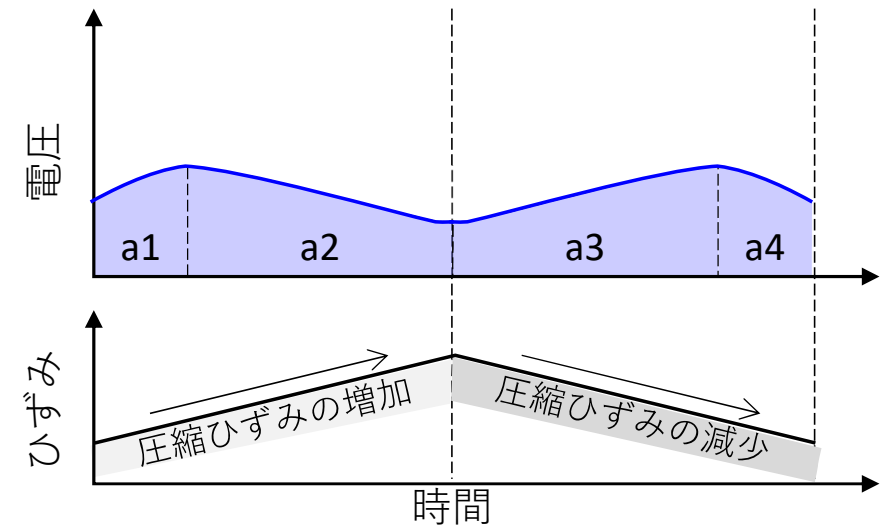
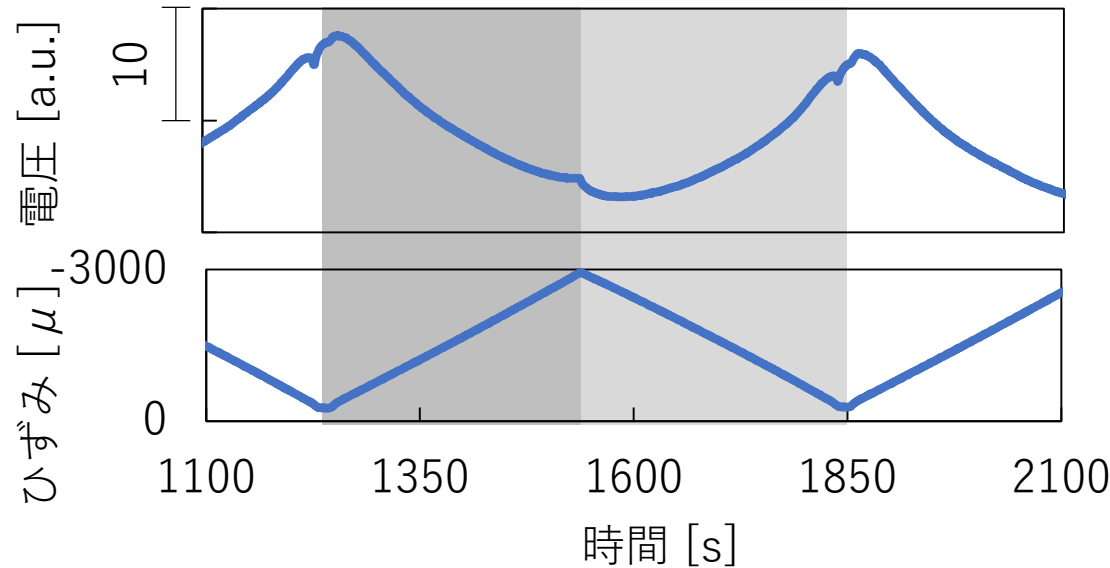


シリーズ3
石材四角



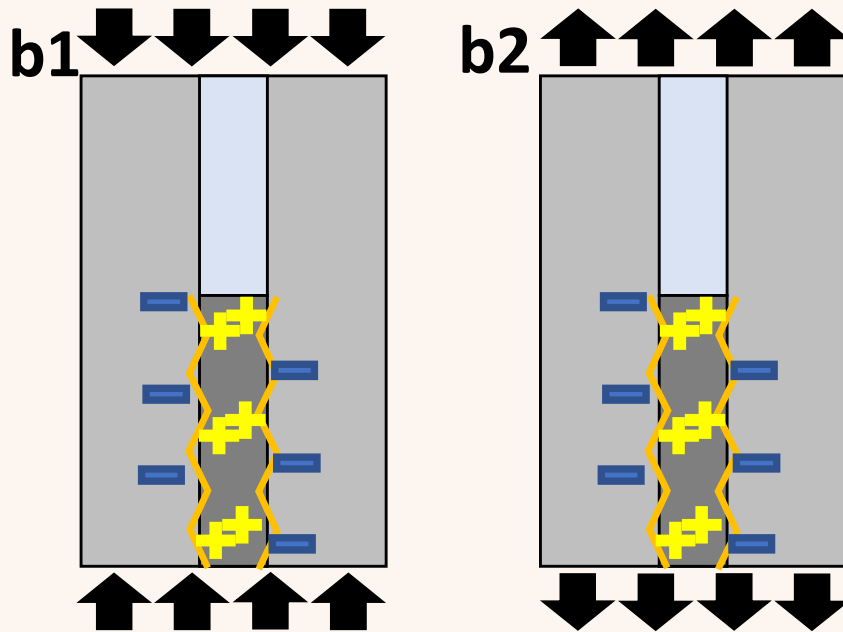
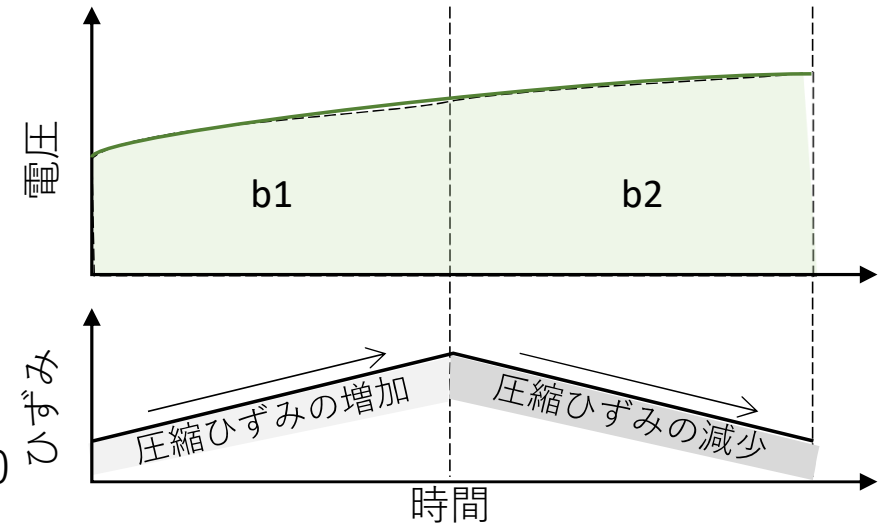
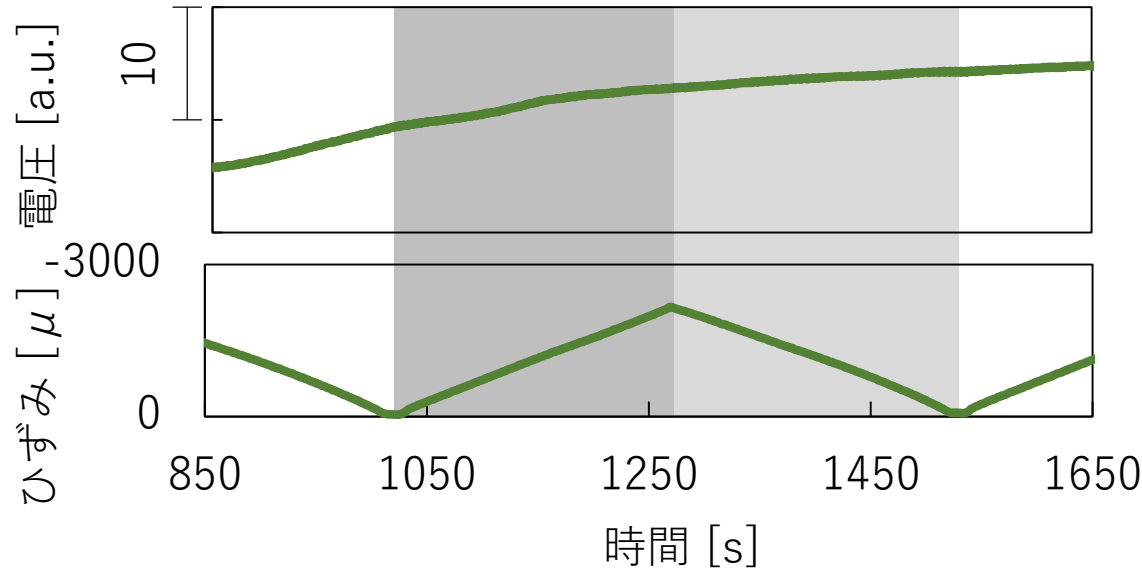
- シリーズ1：圧縮ひずみの増減と電圧変動が**逆相関**
- シリーズ2：圧縮ひずみの増減と電圧変動が**相関しない**
- シリーズ3：圧縮ひずみの増減と電圧変動が**相関**

考察：シリーズ1（石材無）



- a1 : 圧縮ひずみ増加
→ CPひび割れ発生, **界面電荷形成**
- a2 : 圧縮ひずみ増加
→ 界面の押しつけ, **電荷の再結合**
- a3 : 圧縮ひずみ減少
→ **再結合電荷減少**
- a4 : 圧縮ひずみ減少
→ **界面電荷形成の減少**

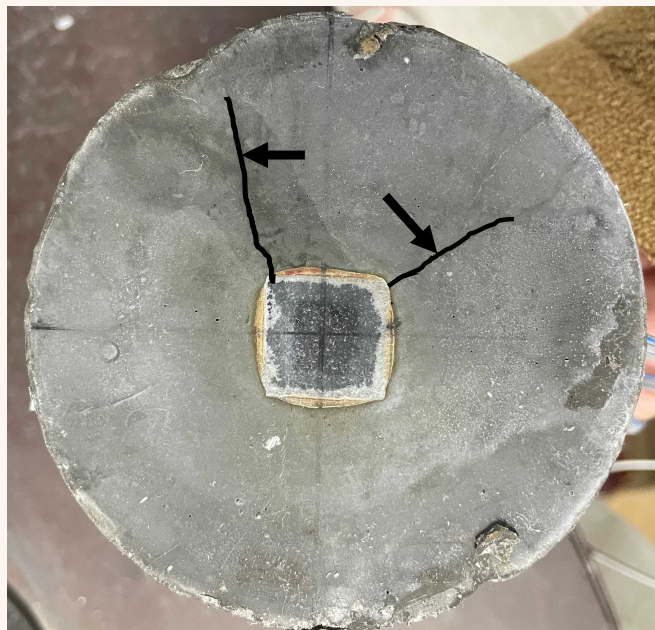
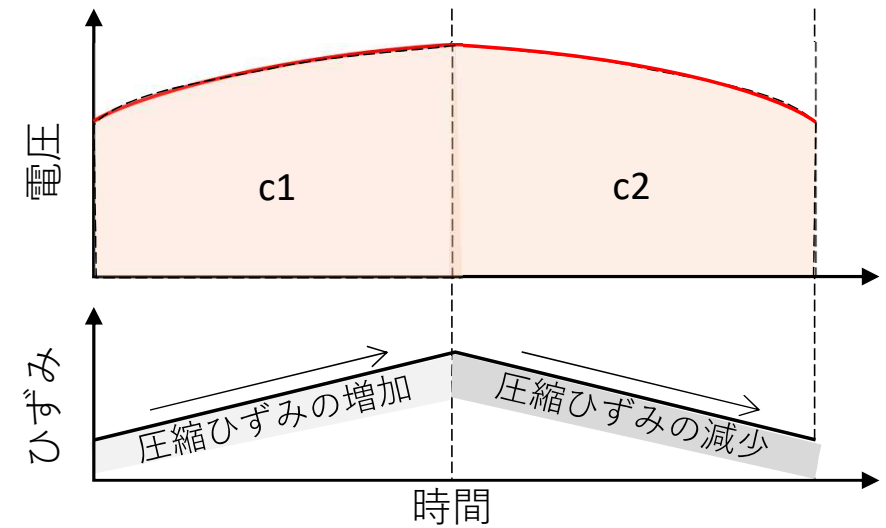
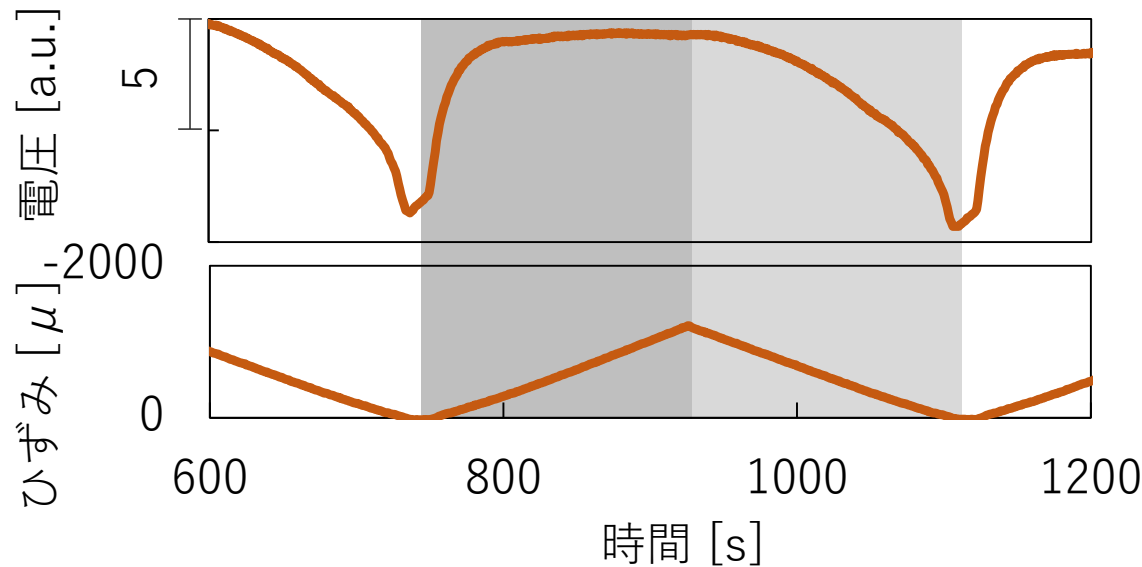
考察：シリーズ2（石材丸）



- b1 : 圧縮ひずみ増加
➡せん断による摩擦
- b2 : 圧縮ひずみ減少
➡せん断による摩擦

摩擦帯電による電荷蓄積

考察：シリーズ3（石材四角）



c1 : 圧縮ひずみ増加

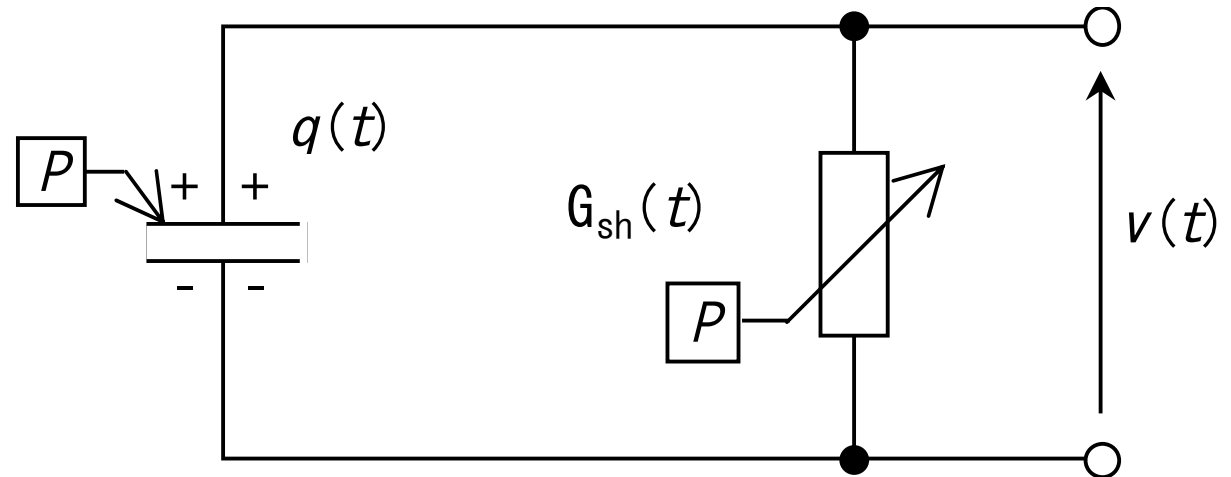
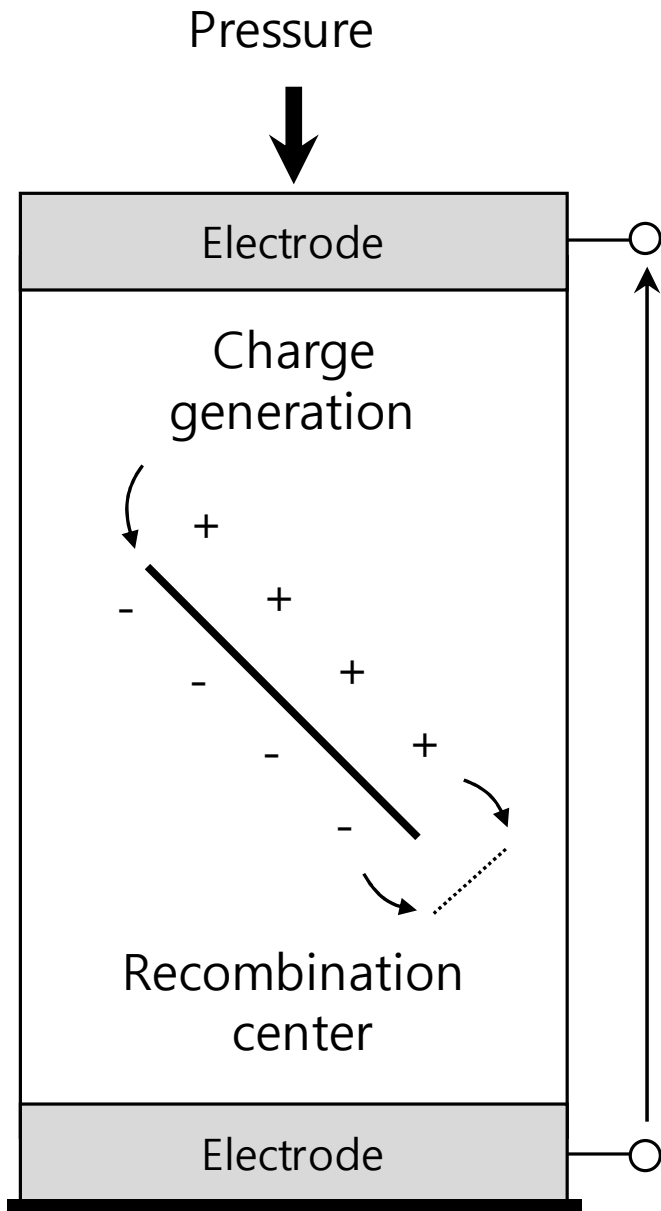
- ➡ 石材四隅から放射状CPひび割れ
- ➡ **界面電荷形成**

c2 : 圧縮ひずみ減少

- ➡ CPひび割れの進展なし
- ➡ **新規電荷が生成されない**

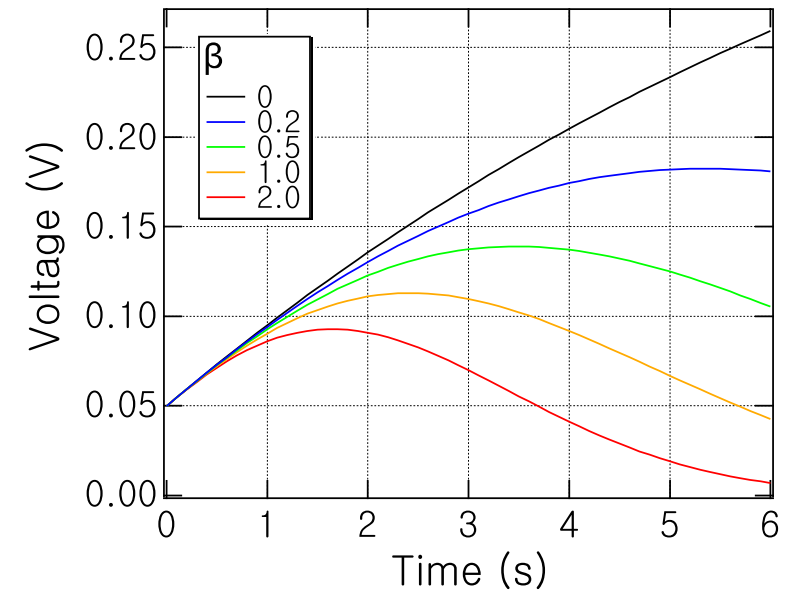
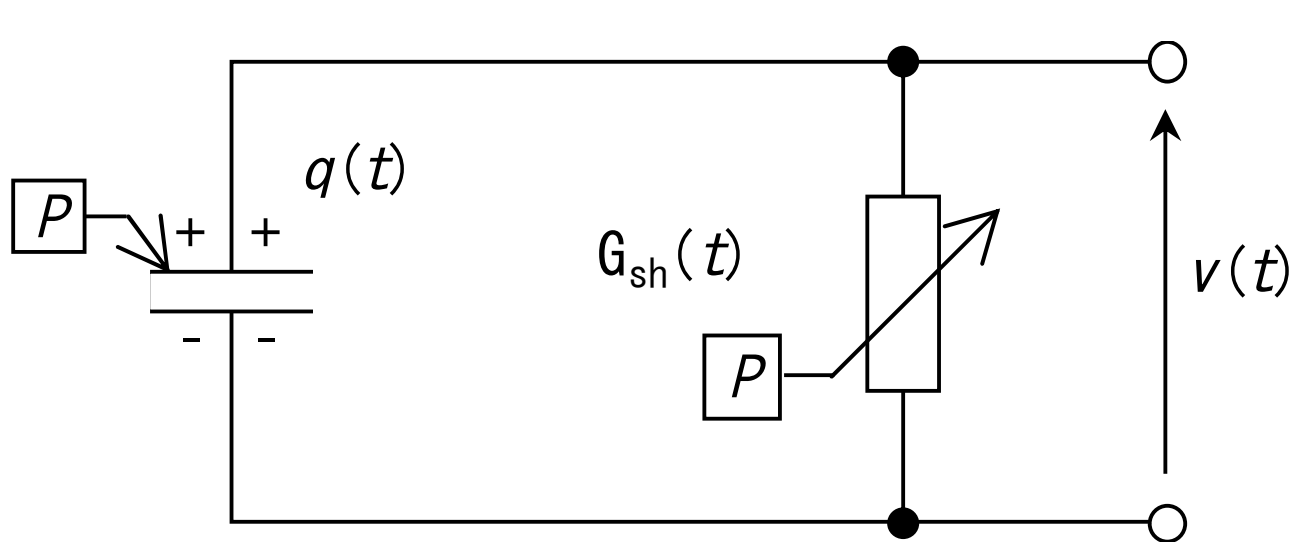
載荷方向とひび閉合方向の不一致

➡ **電荷再結合が発生しない**



せん断界面発生に伴う電荷生成と閉合による電荷再結合をモデル化

- $V(t)$: 電極間の電圧
- $q(t)$: 圧力印加により生じる電荷
- コンデンサ : 電荷生成せん断面
- コンダクタンス : せん断面における電荷消滅サイト



β : 電荷の消滅率 (圧力依存を仮定)

- 載荷方向とひび割れ閉合方向が不一致の場合
 β が小さく生成電荷の漏れ (消滅) が小さい
➡ひずみ (時間) 増加に伴い電圧が増加
- 載荷方向とひび割れ閉合方向が一致する場合
 β が大きく生成電荷の漏れが大きい
➡ひずみ増加に伴い電圧が減少

- **載荷方向とひび割れ閉合方向の一致度が重要**
⇒ 波形により石材界面あるいはセメントペースト部で発生する**損傷を判別**
- **セメントペーストの破壊を伴わない**界面せん断****
⇒ 電荷生成は**摩擦帯電**由来のため
ひずみの周期性に依存しない
- **異常検知だけでなく**発電**の可能性**