

端島生産施設建造物群の劣化度調査および構造的な性能評価

田中 優也

研究背景

端島

- 炭鉱生産のための島として発展
- 一部の建物は世界遺産にも登録されており、保存価値の高い地域

長崎市の依頼により生産施設を対象に劣化度目視調査

劣化度調査の結果を用いて構造的な性能評価
⇒各施設の劣化度合いを定量的に評価することを目的

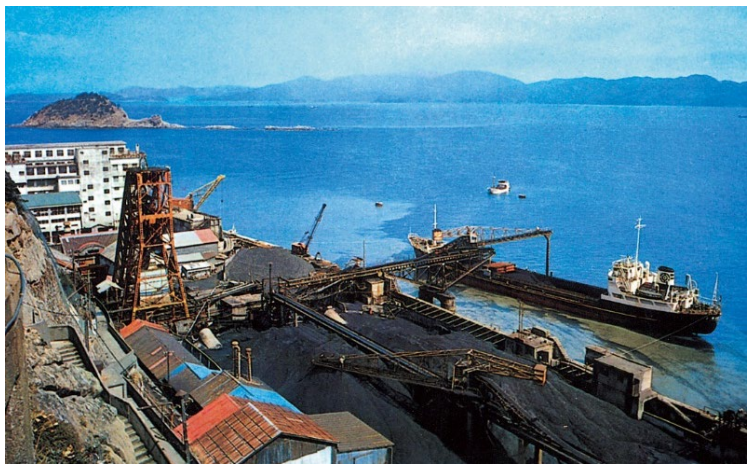
炭鉱生産の流れ

採炭 → 選炭 → 貯炭 → 積込

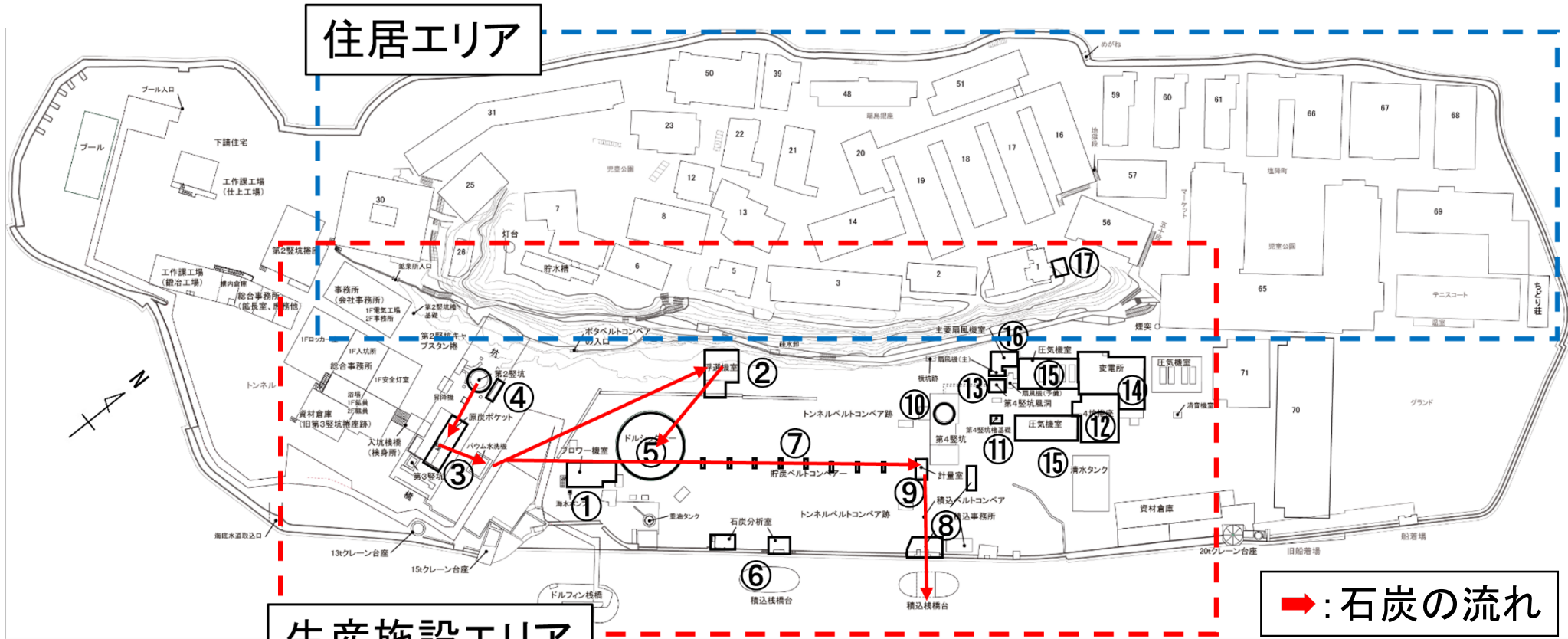
生産施設は3つに分類される

- 採炭に関わる施設
- 選炭・貯炭・運搬に関わる施設
- その他の施設

生産施設群は端島の石炭生産システムを理解するうえで重要な遺構であり、長崎市によって保存に向けた補修・補強の計画が立てられている。



当時の様子



調査対象施設位置関係 (長崎市より提供)

調査対象施設 一覧				
分類	記号	名称	建設年	用途、備考
(1)	③	原炭ポケット	1943年	坑内から上げた石炭を選炭機に送る貯蔵施設
	④	第2堅坑	1934年	入昇坑及び入気口
	⑩	第4堅坑	1925年	入排気、排水など
	⑪	第4堅坑櫓基礎	1925年	鉄骨の櫓を支える基礎
	⑬	第4堅坑風洞	1949年	第4堅坑の坑内の空気を排出するために通風の切り替えを行う施設
	⑫	第4堅坑捲座	1925年	人員昇降や石炭の捲揚 (柱:RC造, 壁:レンガ造)
(2)	①	ブロワー機室	1946年	水洗と風圧で良質な石炭と廃石により分けるためのブロワー装置があった施設
	⑤	ドルシクナー	1964年	溶液に沈殿させ粉炭を回収するための装置
	②	浮選機室	1953年	石炭を水洗い等によって選別する装置
	⑦	貯炭ベルトコンベア	1937年	精炭を貯炭場に集積するベルトコンベア (2層ラーメン構造)
	⑥	石炭分析室 (北/南)	1945年	石炭の分析を行う施設
	⑨	計量室	1942-1943年	積み込み前の精炭の計量を行う施設
(3)	⑧	積込ベルトコンベア (架台/RC建物)	1933年	製品炭を船積みする積込機が乗っていた施設
	⑬	主要扇風機室	1959年	坑内の空気を排出する主要な扇風機を設置していた
	⑮	圧気機室 (東/西)	1959年	圧縮空気による動力を作り出す施設
	⑭	変電所	1959年	高島から送電された電圧を変電する施設
	⑰	1号棟	1936年 (建替)	端島神社

劣化度評価

RC造建築の柱、梁、壁、部材に着目し、目視による劣化度評価を行った。

- 部材の劣化度を
- コンクリートのひび割れ状況
 - 鉄筋の腐食状況
- に基づき0～Vの6段階に分類



劣化度	劣化状況
0	劣化なし
I	ひび割れ幅1mm程度以下
II	鉄筋とコンクリートが肌別れし、若干付着劣化している
III	コンクリートの剥離、鉄筋の浮き錆び
IV	コンクリートの剥落、鉄筋の付着力はほぼない 表面は腐食し酸化鉄のみ
V	コア部のコンクリートの欠落、鉄筋が層状に割裂

構造的な性能評価

建設時の劣化の無い状態を100としてどれだけの性能を保持しているかを%で表したものの評価方法は既往研究¹⁾に準拠

評価対象の構造的な性能

- 鉛直荷重支持性能 R_E
- 耐震性能 R_L

$$R_L = \frac{\sum A_j}{A_{org}} \times 100 = \left(\frac{(\quad)}{(\quad)} \right) \times 100 = (\quad)$$

- () : 部材数
□ : 構造的な性能低減率

1)端島の建物の劣化による構造的な性能低減に関する研究 その3 建物全体の構造的な性能の劣化度の評価

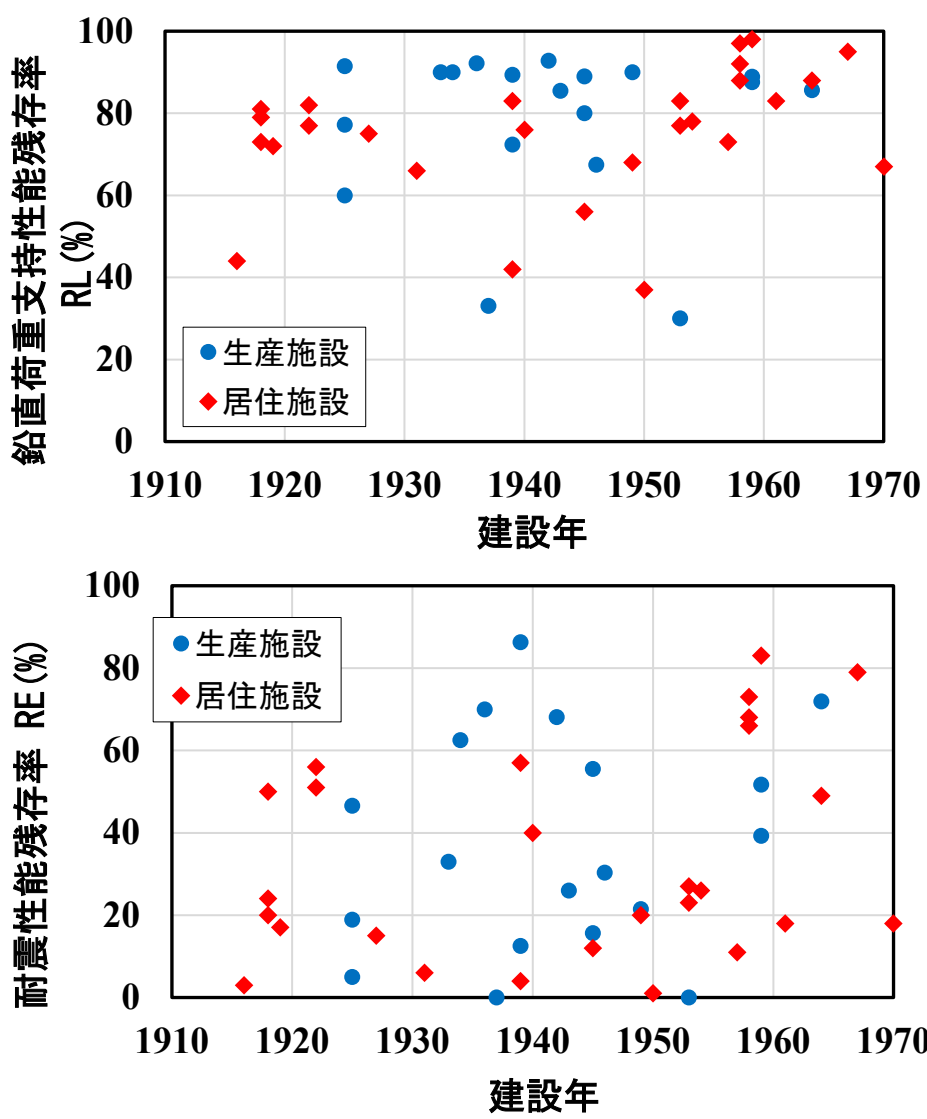
劣化による鉛直荷重支持性能残存率 R_L の計算表

	せん断柱	柱なし壁	柱型付壁	両側柱付壁	合計	
総部材数	()	()	()	()	= ()	
調査部材数	() ^①	() ^②	() ^③	() ^④	= ()	
	①×1	②×1	③×2	④×6	= ()	=A _{org}
劣化度 0	()	()	()×2	()×6	= ()	=A ₀
劣化度 I	()×0.95	()×0.95	()×1.9	()×5.7	= ()	=A ₁
劣化度 II	()×0.9	()×0.9	()×1.8	()×5.4	= ()	=A ₂
劣化度 III	()×0.9	()×0.9	()×1.8	()×5.4	= ()	=A ₃
劣化度 IV	()×0.8	()×0.8	()×1.6	()×4.8	= ()	=A ₄
劣化度 V	()×0.3	()×0	()×1.6	()×4.8	= ()	=A ₅

$$\sum A_j = A_0 + A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5 = (\quad)$$

結果・考察

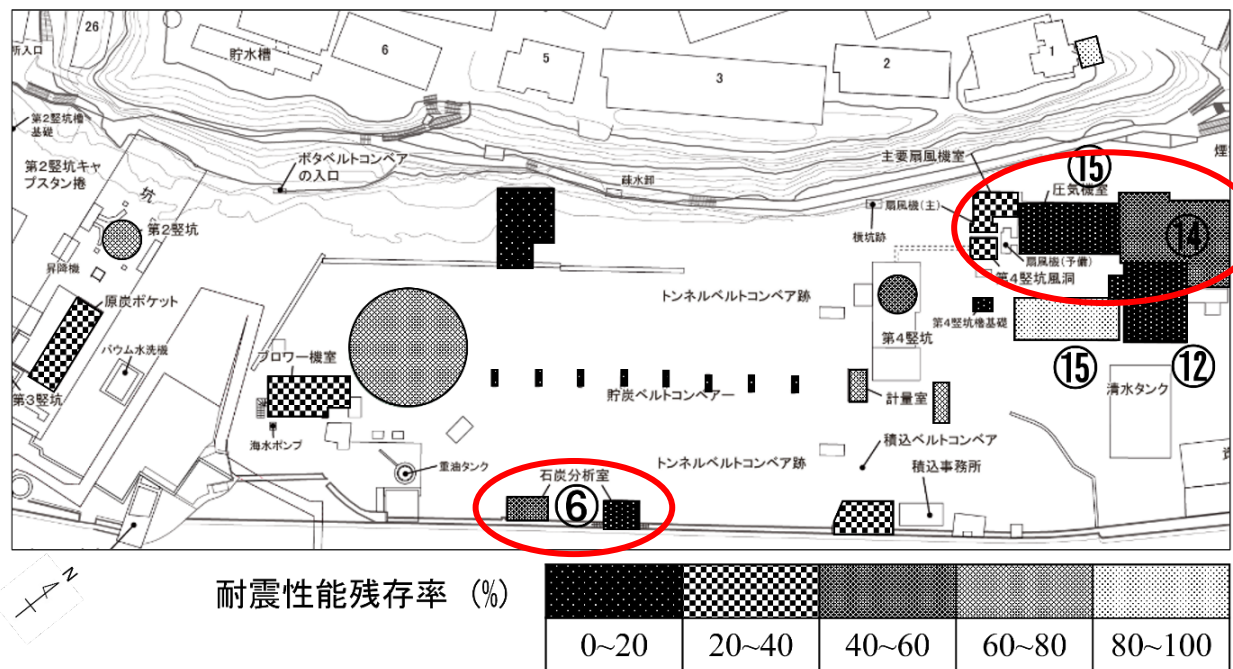
建設年代との関係



- R_E が R_L よりも大幅に小さい値となった。
- 居住施設と生産施設との間には大きな差は認められなかった。
- R_E では各施設によって大きくばらつきが見られた。

位置的な要因

残存率を20%刻みで5段階に区分し色分け



- 隣接する建物で劣化の度合いが大きく異なるものが存在
- 沿岸部からの距離に関係なく劣化が進行していることから、飛来塩分の影響は少ないと考えられる。

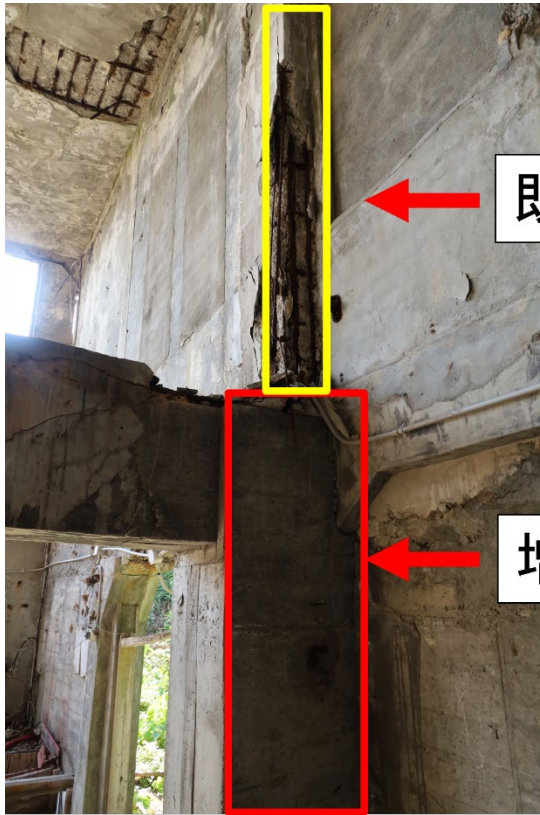
端島の建物は補修や補強が施されながら使用されてきたものが多く、建設年代のみで劣化の程度を判断することは困難

変電所

変電所では特徴的な劣化が確認された。



地盤沈下の可能性
梁や壁に変形やひび割れ



1階と2階で柱の太さが異なる
⇒増築が行われた

まとめ

- 各性能残存率と建設年代の間にはばらつきがあり、相関は見られなかった。
- 耐震性能では建物ごとのばらつきが大きく、隣接する建物でも残存率に大きな差が見られた。
- 変電所では増改築や地盤沈下の跡が確認された。