

明治期に建設されたトンネルにおける
覆工レンガの物理的性質

J R西日本大阪構造物検査センター 正〇石留 和雄 正 小野田 滋
" " 一志 義晴 松岡 弘一
" 建設工事部大阪工事区 松浦 哲男

1. 緒言

J R日本の管内には今なお明治期の土木構造物が数多く現存し、その大部分はレンガ材料を用いて建設されている。こうした構造物を保守管理する上でレンガの物理的性質を把握しておくことは重要であるが、その調査事例は数少なく、ことに数値解析に必要な弾性係数に至ってはほとんど報告がなされていなかった。こうした現状を踏まえ、平成元年に廃止された学研都市線大谷トンネル（明治31年建設）の解体時に発生したレンガ材料を用いて各種の物理試験を実施した結果について報告を行う。

2. 試験概要

トンネルの解体にあたっては坑門およびアーチ部分の2箇所より単体のレンガ片を採取したが、両者では明らかに外見が異なり、坑門のレンガは全体に粗粒で白っぽく、これに対してアーチ部のレンガは泥質で茶褐色を呈していた。今回の試験ではこの点に着目し、まず坑門のレンガとアーチ部のレンガの物理的性質の相違について検討を進めることとした。試験にあたっては採取したレンガ片よりφ=55mm ℓ=110mmのコアを抜取って供試体とし、乾燥密度、吸水比、一軸圧縮強度、静弾性係数、圧裂引張強度、超音波速度（P波、S波）について試験を行った（強度および超音波速度は乾燥状態）。また、坑門とアーチ部のレンガの化学成分を比較するためX線分析を実施した。

3. 試験結果

表-1は、各物理試験の平均値と標準偏差を示したもので、この結果から坑門とアーチ部のレンガで物理的性質が異なることがわかる。

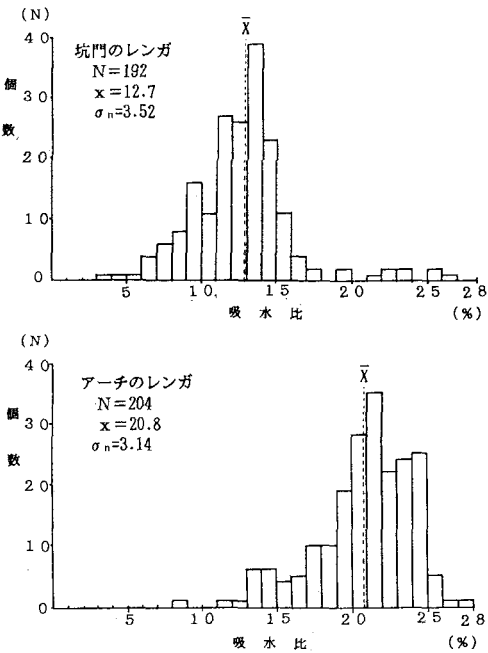


図-1 吸水比の頻度分布図

表-1 試験結果 (N: 個数、 $\bar{x}$: 平均値、 σ_n : 標準偏差)

		坑 門 の レ ン ガ			ア ー チ の レ ン ガ		
		N	$\bar{x}$	σ_n	N	$\bar{x}$	σ_n
乾 燥 密 度 (gr/cm ³)		192	1.85	0.084	204	1.65	0.079
吸 水 比 (%)		192	12.7	3.52	204	20.8	3.14
一軸圧縮強度 (kgf/cm ²)		40	137.6	45.8	40	94.1	42.0
圧裂引張強度 (kgf/cm ²)		60	14.0	4.82	60	11.4	3.80
静弾性係数 (kgf/cm ²)		20	6.62×10 ⁴	2.55×10 ⁴	20	4.77×10 ⁴	3.02×10 ⁴
超音波速度	P波(km/s)	192	2.36	0.43	204	2.15	0.36
	S波(km/s)	191	1.78	0.37	195	1.68	0.41

Kazuo ISHIDOME, Shigeru ONODA, Yoshiharu ICHISHI, Hirokazu MATUOKA, Tetuo MATUURA

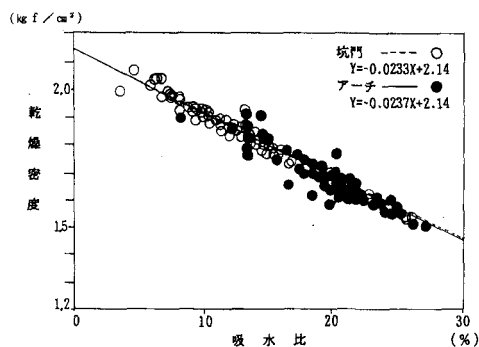


図-2 吸水比と乾燥密度の相関

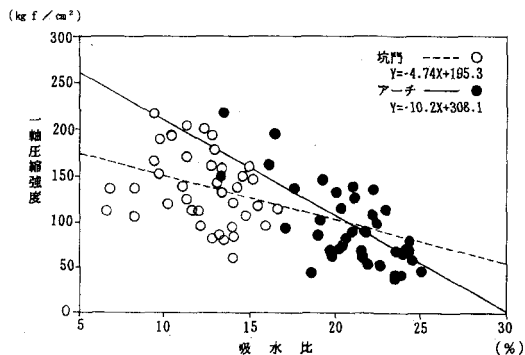


図-3 吸水比と一軸圧縮強度の相関

図-1はその一例として吸水比の頻度分布図を示したもので、明らかに両者の性質は異なっている。これらの結果から、吸水比の大きいアーチ部のレンガは吸水比の小さい坑門のレンガに比べて強度が低いという一般的傾向が認められる。

図-2は、吸水比と乾燥密度の相関関係を示したもので、両者は明瞭な負の相関を示し、しかも坑門のレンガとアーチ部のレンガはほぼ同一直線上に重なることから、乾燥密度を測定することにより吸水比を推定することが可能であると考えられる。図-3は、吸水比と一軸圧縮強度の関係を示したもので、負の相関が認められる。図-4は、一軸圧縮強度と静弾性係数の関係を示したもので、正の相関関係を示している。

また、図-5は、蛍光X線分析による材質の違いを示したものであるが、特に SiO_2 と Fe_2O_3 の含有量が大きく異なっており、さらにX線回折分析の結果、坑門のレンガでは石英が、アーチ部のレンガでは長石が卓越する傾向が明らかとなった。

4. まとめ

今回の試験によりレンガ材料の物理的性質とその相互関係をある程度明らかにすることができたが、当時の文献によれば、* 吸水比を品質管理の指標のひとつとしていたことが示されており、坑門とアーチ部のレンガの物理的性質の違いも品質の差をそのまま反映しているものと思われる。従って、一口にレンガと称しても品質により大きく異なる性質を示し、保守管理にあたってはこれらの点に充分留意しておく必要があると考えられる。今後は、乾燥状態と飽和状態における強度の比較、化学成分と物理的性質の関係、組織構造としてのレンガ強度の評価方法等についてさらに検討を進めて行きたい。

なお、レンガ材料の化学分析にあたっては(財)鉄道総合技術研究所材料研究室の立松英信主任研究員、水野清研究員に種々御協力、御指導をいただいた。謝して結びとする。

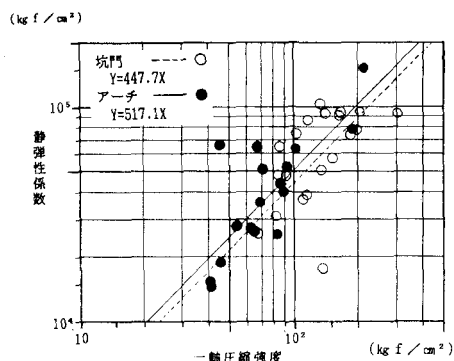


図-4 一軸圧縮強度と静弾性係数の相関

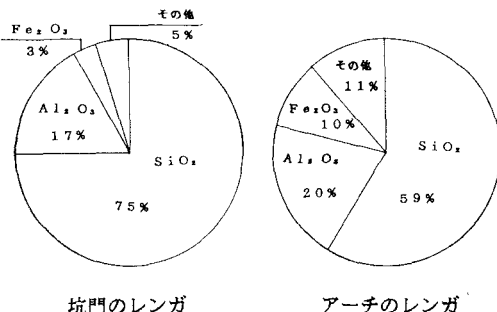


図-5 蛍光X線分析結果(重量%)

*例えば、大熊喜邦“煉瓦の規格に就て”工学会誌, No.417(1921)