

CRACK SURVEY AND THE EXPANSION ON THE FLOOR OF SPring-8 STORAGE RING

Sakuo Matsui

SPring-8 Joint-Project for XFEL/RIKEN, 1-1-1, Kouto, Sayo, Hyogo, 679-

Abstract

The crack on the floor of the SPring-8 Storage ring was surveyed. The areas are maintenance path (2m x 1430m) and four assembly halls (14m x 15m). The gaps of cracks were wider in the thinner floor. The crack gaps were changed seasonally. The cracks on the tunnel floor (2m x 1430m) were also surveyed. Many cracks reached to the rock under 1m from the floor level. Many cracks were caused by the base plate for the girder, iron channels, ducts for cables under the floor. The twenty crack gaps are measuring using displacement sensors. The gaps are sensitive to the temperature at the floor and the air pressure. The ratio of gap displacement to pressure is the order of one micron per 1 hpa.

SPring-8蓄積リング床の亀裂調査とその幅の変化

1. はじめに

SPring-8蓄積リングの建物は1991年12月から94年11月にかけて建設され、床の亀裂（ひび割れ）はその後の1～2年に主に発生したと思われる。大きなものは補修されているが保守通路や組立搬入室で幅は最大で4mm、段差は3.6mmに達していた。今後も広がっていくのか調査することになった。

また、コンクリート厚1mの収納部も亀裂は多く、誘因やコンクリートの打設回数を検討するためボーリング調査した。XFEL/RIKENでは架台を研磨したコンクリートの面に直接置くため、亀裂幅の変化も重要であり連続測定も実施した。亀裂は実用面では問題となるがリングの周長などと関係するセンサーでもありその可能性を探るための調査でもある。

2. 蓄積リングの床構造

設計では組立搬入室（良質土埋め戻転圧900+砂利50+捨コン50+土間コン200）、保守通路（良質土埋め戻転圧500+砂利50+捨コン50+土間コン200+カサアゲコン400）、収納部（捨コン100+スラブコン500+打増コン400）となっている。敏感な傾斜計を床に置いて近づくと保守通路では傾くのがわかるが、収納部ではほとんどの場所で感じない。組立搬入室はわずか20cm厚なので、磁場測定を長期間行ったが時間の経過とともに軸が傾いてしまった。

3. 床の薄い場所の亀裂

3.1 調査場所、方法

図1の領域（組立搬入室と保守通路）を調査した結果大きかった亀裂の幅24、長さ16、段差16箇所を選び2003/7/23、9/19、11/27、2004/2/3、6/10、7/23計6回調査した。幅の変化を測定するために図2左のようなコンタクトゲージを亀裂をはさんで間隔100.00mmで床に貼り付け、その距離を図2右の測定器（株）丸

東製作所MSG-6 精度1μm)で測定した。

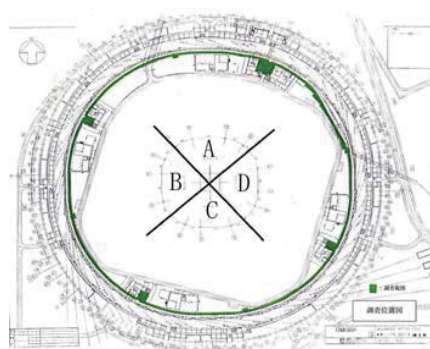


図1. 亀裂調査領域（緑色部分）



図2左：コンタクトゲージ 右：ストレインゲージ

3.2 調査結果

亀裂全体の面積と調査面積の比は表2の通りでコンクリートの厚さが影響している。また、組立搬入

表2. ひび割れ面積率

ブロック	場所	調査面積A (m ²)	ひび割れ B(長さm×幅)	ひび割れ面積率/A ×10 ³	コンクリ厚 (cm)
A	組立搬入室	534	0.166	0.311	20
	保守通路	1044	0.047	0.045	60
B	組立搬入室	192	0.057	0.299	20
	保守通路	985	0.024	0.025	60
C	組立搬入室	197	0.125	0.642	20
	保守通路	939	0.058	0.062	60
D	組立搬入室	144	0.077	0.535	20
	保守通路	1287	0.068	0.053	60

室は重量物を積んだトラックが入ることも多くそのため亀裂は大きくなりやすいと考えられる。

長さについては1箇所7mmのび、段差も1箇所0.7mmから1.2mmに増加していたにとどまった。

幅は季節変化が主でさらに大きくなるのはわずかであった。(図3)。B-H1, A-H4 など大きなものは主に組立搬入室にあり、2~3月に最大になる。

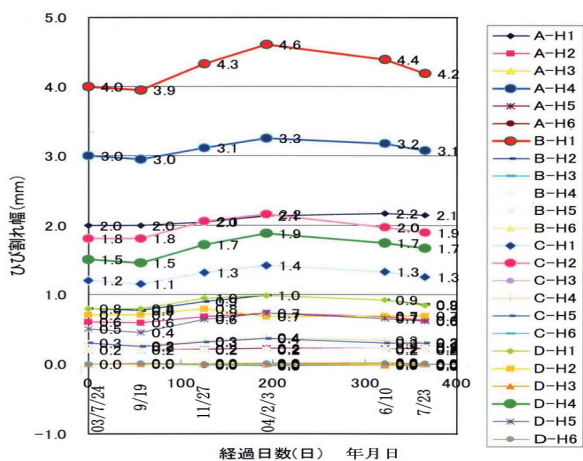


図3. ひび割れ幅追跡調査

4. 収納部

4.1 床表面目視調査

1周1436mのリング状の収納部床にはexpansionがないため細かい亀裂が半径方向に数多く見られる。架台設置のため床に埋め込まれた430枚のベースプレートの4隅から亀裂が延びている。また、保守通路へのケーブル通線用の直径10cmの塩ビ製パイプが6本まとまって床下30cmを通っている。面積にして14%程度に及び、これも亀裂の誘因になっている。

表3. 収納部のひび割れ面積率

ブロック	調査面積A (m ²)	ひび割れB (長さm × 幅m)	ひび割れ面積率 B/A × 10 ³	コンクリ厚 (cm)
A	1125	0.099	0.088	100
B	1125	0.213	0.189	100
C	1125	0.133	0.118	100
D	1125	0.041	0.036	100

4.2 深さ調査

亀裂のない場所で塗装面をはぎ超音波の発受信器を接着固定し伝播時間から速度を求めた後、亀裂をはさんで測定し深さを17箇所推定した (Tc-To法)。

4.3 ボーリング調査

壁にもひびが入っている亀裂を6箇所選び直径15cm、深さ約1.2mのボーリングを行った。内4つは床下のLアングルが誘因になっていた。(図4左)。深さは超音波の測定以上に深く多くは捨てコンまで達していた。(図4右) 設計では2度打ちになっているが、6本のコアすべて、かさ上げコンと

の境界は認められなかった。Bゾーンでは一体で打設したことがわかっている。

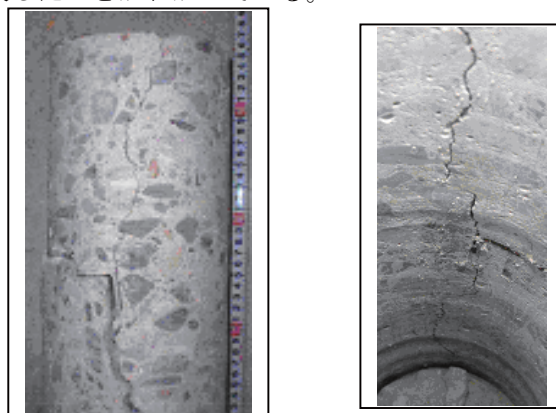


図4左: Lアングルが誘因。右: 底は捨てコン部

4.4 亀裂幅連続測定

幅の変化をホイートストーンブリッジ (図5下左) で測定する (株) 東京測器研究所製亀裂変位計 (KG-2AやPI-2S) を床に固定しすぐ横に熱電対やPtセンサーを貼り付けた (図5上)。保守通路に、歪ゲージアンプTAK-01を電圧ロガー (日置電気 (株) 3645) でトリガーをかけ電池駆動でも長期間測定記録できるように内作したもの (図5下右) や測定器TC-31K+スイッチボックスCSW-5A、アンプTD-91β+電圧ロガーの組み合わせで測定記録した。

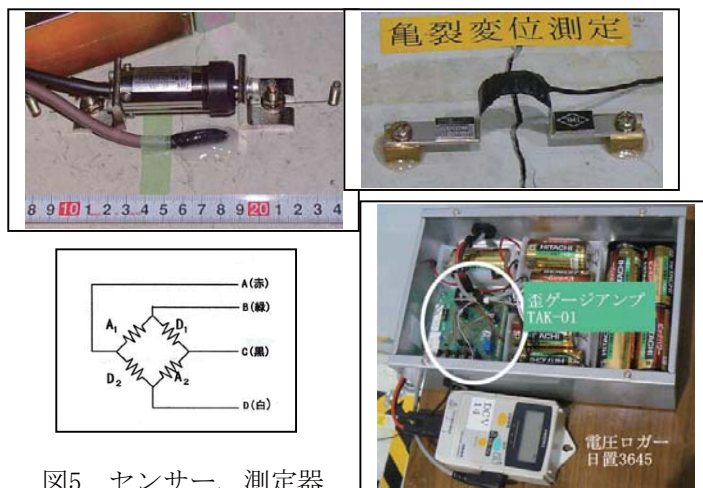


図5 センサー、測定器

図6下部はリングの東 (c41) 西(c19)両側での2-3点の3年間の結果である。図上部は床の表面温度で、運転が始まると上昇し表面は伸びるため亀裂幅は小さくなる。かなり離れた点であるが変化は似ている。収納部の室温は常に27℃で、床も運転による差があるだけにもかかわらず組み立搬入室と同じように季節変化があることがわかる。収納部の場合は4月と10月付近に変曲点があるように見える。

図7 はリング10箇所のパイ型変位計のほぼ1年の結果である。オレンジの帯は運転期間を示している。多くの場所で似ており、場所により大きさにも差があるが季節変化として50μm程度と見積もれる。

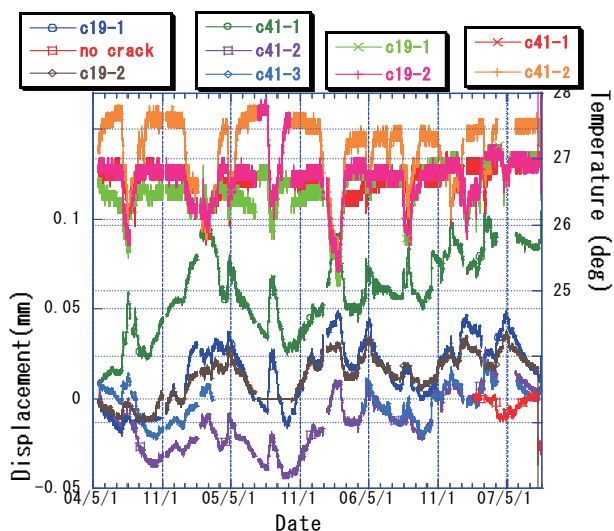


図6 3年間の亀裂幅と床表面温度。

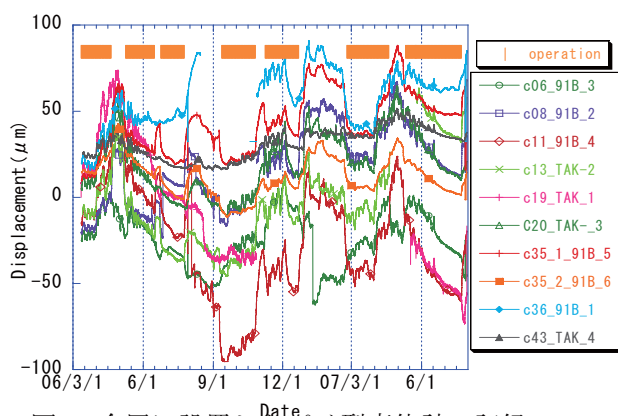


図7 全周に設置したパイ型変位計の記録。

4.5 気圧との相関

雨が降るときは気圧が下がっている。図8、9は亀裂と雨と気圧を同時に示したもので、図8では気圧が下がって雨が降らないときにも幅は変化している場合がある。図9では気圧と幅の変化の様子がよく似ている。これらから亀裂は雨よりむしろ気圧に追随していることが推測されその率は1hpa上がると亀裂1 μm 程度増加と見積もれる。

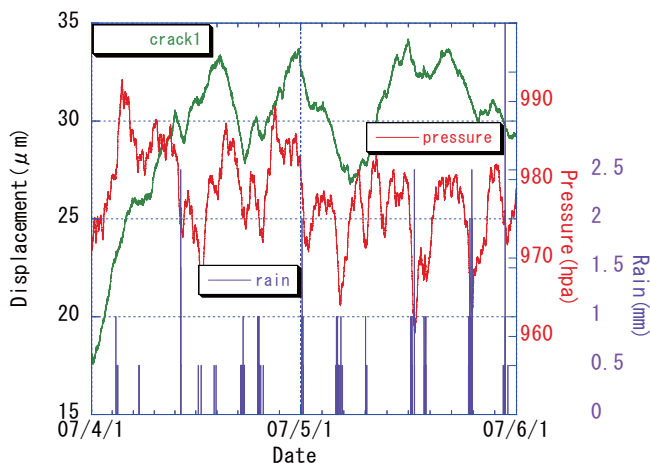


図8. 亀裂幅と気圧と雨量の関係。

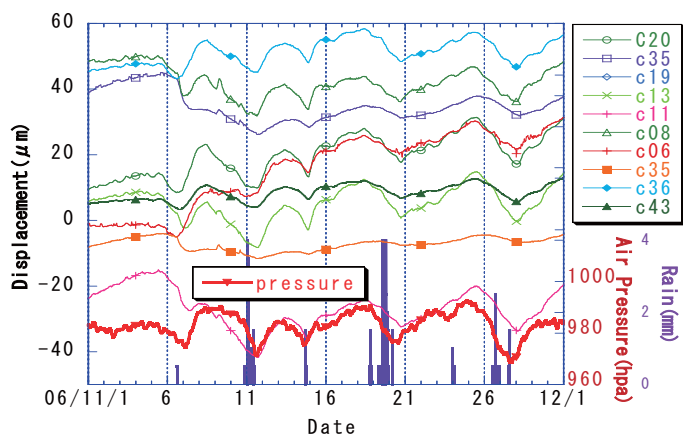


図9. 亀裂幅と気圧と雨量の関係。

4.6 センサーとしての亀裂

亀裂のない場所で伸びる場合、亀裂のところでは何倍か増幅されて縮む。図10は定電流(10mA)をパイ型変位計に流し電圧をデジボル(ケースレー2701)で測定し亀裂変位を測定したものである。緑のエリアで亀裂のない部分 (no_crack) とある部分 (crack1, 2) で逆に変化し比率は2~4である。図6中のno_crack (赤) もチェックのために亀裂のないところに変位計を設置したもので、通常のと逆方向に少し変位しているように見える。

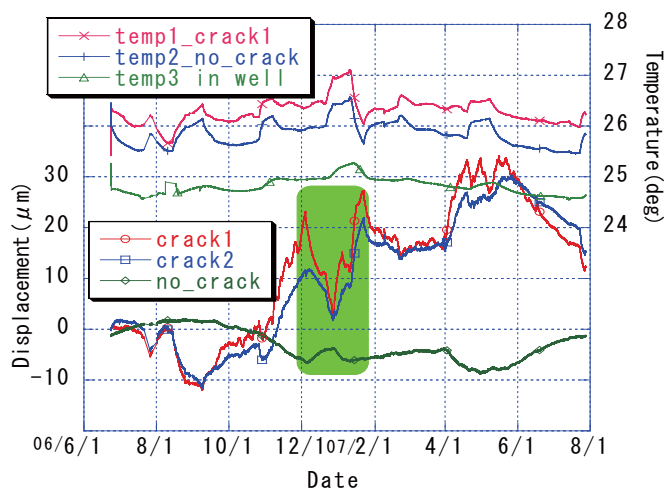


図10. 亀裂では表面の伸縮がenhanceされる。

謝辞 この調査のうち保守通路、組立搬入室については(財)高輝度光科学研究センター 施設管理部(山田氏、細川氏担当)においてなされ、収納部については同センター加速器部門で担当したもので、連続測定を除きいずれも(株)日建設計に依頼し、(株)竹中工務店 神戸支店、(株)構造総研が実施したものである。また、同センター伊達氏、張氏との議論やサポートを得た、SPring8サービス(株)佐々木氏、鍛冶本氏、その他にはデータ収集系のプログラム、アンプの内作、変位計設置など支援を得た。ここに謝意を表したい