

## 話 題

## 東日本大震災による KEKB 加速器の被害

小野 正明\*

## KEKB Facility Damage Caused by the Great East Japan Earthquake

Masaaki ONO\*

## Abstract

As shown in photos, severe damages were observed at several facilities in Tsukuba campus, including the infrastructure, especially at the ground – weakened area. KEKB also damaged facility has been under the upgrade stage to SuperKEKB. So works for disassembling of KEKB machine and for remodeling of the equipment were undertaken. Fortunately no one was injured but the situations were quite hazardous. KEKB ring set ~13m below the ground also experienced the severe tremors. All expansion points were injured and the cracks on the ceiling/wall/floor were created around the ring, but significant damage such as the tunnel destruction was not observed. Repairs were started, and resumed possible SuperKEKB construction though it will delay 2~3 months.

## 1. はじめに

2011年3月11日の東日本大震災による高エネルギー加速器研究機構(KEK 筑波キャンパス)の被害状況の一断面を筆者の個人的な体験を通して報告し、併せて、現時点(2.5ヶ月経過時)での復興状況及び考えられる地震に備えての教訓等を報告したい。まず初めに、所内で作業をしていた職員及び依頼業者の方に被災が無かった事を報告出来る事を幸運に思っている。この未曾有の災害に遭遇し直後の目に見える被害の甚大さに付けても、筆者の関与/関連する作業だけを取ってみても、人の被災が無かった事は正に「幸運」の一言につきるとの感が強い。尚、写真等に依る被災状況はKEKホームページより公開されることより、所内全般の俯瞰的な被害状況はそちらを適宜参照頂き、本報告では主にKEKB加速器関連の施設/設備について述べることにする。KEKB加速器/Belle検出器はSuperKEKBへ向けて2010年7月以来解体作業に入っており、この最中に震災に遭遇した。他の稼働可能状態の施設とは異なる状況である。甚大な被害を被った入射器(電子-陽電子ライナック)については別途報告される。PF及びPF-ARについては若干のコメントに止める。

## 2. KEK 筑波キャンパス内の被災概況

最初に筑波キャンパスの案内も兼ねて、区域毎の被災の概略を示し被害の多寡、特徴と区域との相関を説明したい。報告はKEKB近辺に限らせてもらう。

2.1 PS地区/大穂地区：図1

建屋、道路等の地上部で最も被害が集中した区域。旧PS(陽子加速器)及び関連施設のあった区域。KEKBトンネルはD4, D5電源棟、破線で示される道路陥没地帯等の下を通っている。道路陥没はトンネルの埋め戻し区域と一致(図2)。D5電源棟及び北カウンターホールでは壁崩落が発生(図3, 7)。後者はニュートリノ用トンネルの埋め戻し付近。KEKBトンネル近

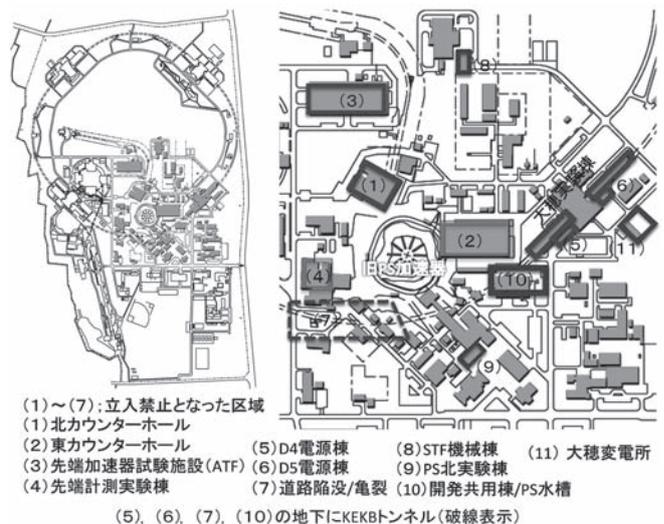


図1 PS地区/大穂地区の被害

\* 高エネルギー加速器研究機構 KEK, High Energy Accelerator Research Organization  
(E-mail: onom@post.kek.jp)



図2 道路陥没/亀裂



図5 大穂変電所の2台の変圧機の放圧板(右)破裂し絶縁油流出



図3 北カウンターホール壁崩落 (ALC板; 破壊領域 $4 \times 14 \text{ m}^2$ )



図6 ATF棟の被害例. 加速器等でも被害大



図4 開発共用棟の水槽破裂



図7 D5側室/外壁崩落( $0.6 \times 7 \text{ m}^2$ )/床陥没/機材散乱

辺の開発共用棟敷地内の水槽の破壊(図4)、大穂変電所の変圧器放圧板破裂(図5)、PS北実験棟内保管電磁石の移動/相互衝突、更に、より離れたATFに於けるケーブルラックの大崩壊(図6)、等で被害の激しさを示す一方東カウンターホールの被害は水銀灯の落下、先端計測実験棟では天井破損程度で落下物の危険は有ったが建屋自身の被害は軽微と言える状況であった。図1にリストアップされた箇所(1)～(11)はそれなりの被害を受けた箇所であるが、当然ながら建屋の堅

牢さに依る差が見られたと思われる。

以下この区域内のKEKB加速器の被害状況を述べる(可能ならweb上の写真も参照されたい)。

D4, D5電源棟にはKEKB用クライストロンの稼働設備一式が有り、且つ加速器制御の為の側室(ローカル制御室)がある。D5側室は2階にあり、正に外壁崩落の場所に当りフリーアクセス床の陥没等最も被害が大きい箇所であった(図7)。

電源棟内のクライストロンは位置ズレに伴う蒸気冷却配管/導波管のフレキが変形し、且つ付帯冷却塔の床固定用ボルトの浮き上がりが見られた(図8)。現時点で通電試験不可でクライストロンの健全性は確認出来

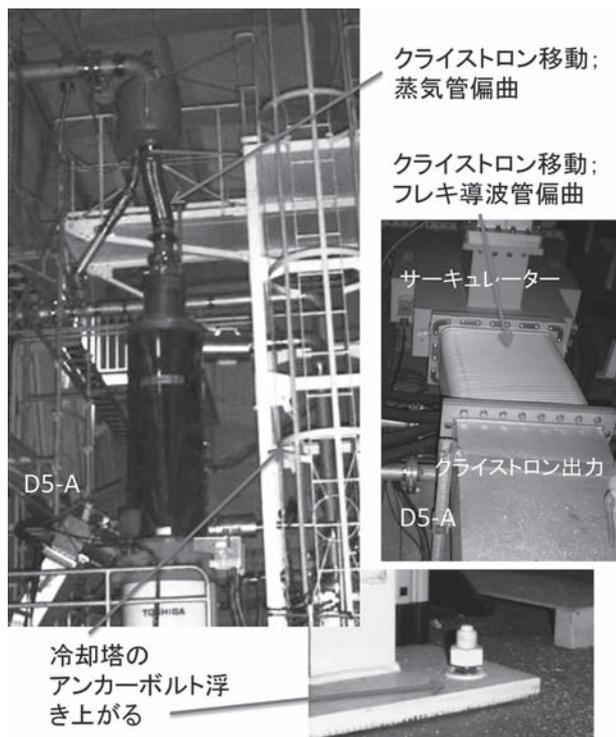


図8 クライストロンの被害状況



図9 蒸発冷却装置 (D4-AFC) 基礎破壊/脱落

ていない。更に棟内のケーブルのラックからの脱落/内壁面破損/積み上物品や棚収納物等の散乱も激しい。

D4, D5 の屋上の蒸気空冷装置 (AFC) は 2 台とも据付け基礎まで破壊された (図9)。両電源棟の蒸発冷却系は改造工事中であり、震災時は D5 屋上で溶接等の作業中であったが作業者は無事避難できた。棟内では地上 8 m 程度の足場での作業も有り避難は数段困難で有ったかもしれない、幸運であった一例である。

## 2.2 筑波地区：図 10

筑波実験棟の搬入棟周囲において地割れ/沈下が起き特に搬入スロープに段差 (数センチ；後の余震等で長期に渡り沈下を続け 2 ヶ月後は 10 m 程度で範囲も広がる) 及び脆弱化 (人の衝撃で振動感じる) が発生した。搬出入の 50 トンクレーンは給電ラインの損傷で使用不可となる。

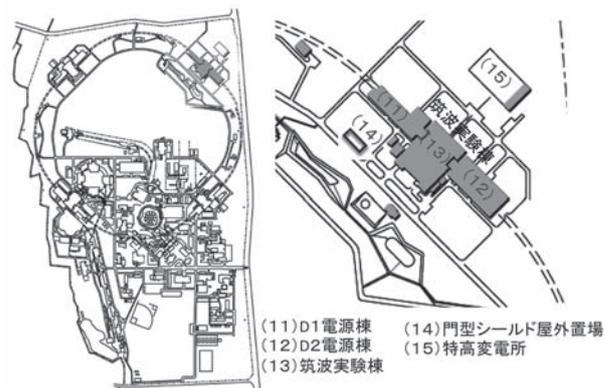


図10 筑波地区の被害



図11 門型搬出作業



図12 門型シールド接合部破損

筑波実験棟 B4 ではロールアウトし床固定された Belle 測定器が 32 本 22 φ のボルトを切断し ~ 6 cm 移動した。門型シールドの搬出を行っていたが (図11) 幸運な事に、一連の移動作業直後 (~ 15 - 60 分) に震災が発生した。B4/B3 フロアでは、転倒物は無く被害は Belle 移動以外は床亀裂程度であった。同棟内の 70 トンクレーンは門型吊下げ治具 (~ 1 トン) 装着のままであったが床置きしてあり (~ 10 分前?) 被害は無かった。作業中断の養生が被害拡大を食い止めた。

屋外置場の門型シールドの接合部に損傷が発生した (図12)、後にトンネル内残置物でも程度は小さいが同様の被害発覚。



図13 2階側室の天井破損/壁亀裂の例

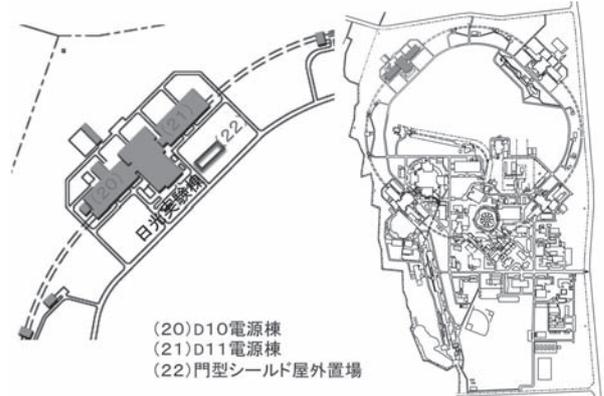


図15 日光地区の被害



図14 特高受電部碍子破損/3相の内2相が破損

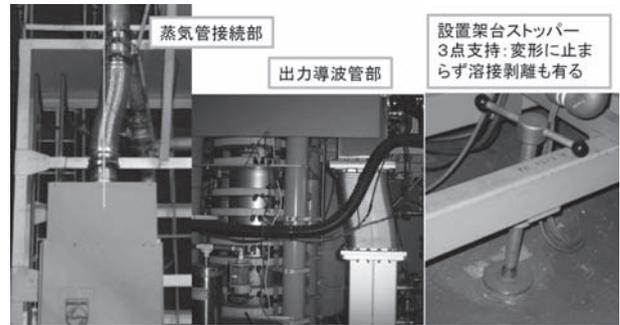


図16 D10でのクライストロン設置状況

D1, D2 電源棟の大きな被害は、両方の AFC 2 台の屋上据付け基礎に破壊が有った事である。しかし脱落までは至らず D4, D5 電源棟程ではなかった。D2 の 2 階側室/階段では天井破損/壁亀裂、物品散乱等が D5 同様認められた (図13) しかし床の陥没は無かった。

中央特高変電所において送電線 (東電側管理) 破損があった。大音響/閃光を發したとの事であった (図14)。2 系統の 154 kV 特高送電系の内 2 号線が破損し全停電となり 40 時間後 (3/13) 健全な 1 号線が復歸した。この間、自家発電 PS 系: 1750 kVA と PF 系: 625 kVA (途中燃料切れ) での対処となり管理棟/対策本部の電力は確保した。全所的復電は各系統の健全性のチェックを経て行われ 3 月 22 日頃完了 (2 号線復歸は 3/27)。社会的に計画停電が行われた時期は最大限の節電を行った結果研究用のインフラはほぼ全停止となる。

### 2.3 日光地区: 図15

D11 電源棟には D4, D5 と同様のクライストロンが設置されており移動は有るが被害程度は小さい。一方 D10 には別型式のクライストロンが有り、設置状態に大きな被害が出た (図16; 通電出来ず、健全性は未確認)。但し、屋上設置の AFC 設置基礎は目視では異常無い。

D11 の側室も 2 階に有り天井破損/物品散乱等は D2

と同様である、ここも床陥没は無い。

屋外搬出済みの門型シールド (17 個, 35 トン) では整理保管が乱れたが相互の接合が無いので破損は無い。

SCC 用 He 冷凍機設備が D10 電源棟に隣接している。ポンベ等機材散乱/クレーン被害/制御室被害 (人力で棚転倒防止?! ) は有るが、設備の損傷は小さかった。当日は 14:00 に He 冷却を停止して、わずか 46 分後に地震が到来した。稼働中なら桁違いの損傷と思われ、これも幸運な一例となった。

### 2.4 富士地区/PF-AR/PF/入射器: 図17

入射器は別途報告される事で、又放射光施設 (PF/-AR) に関しては紙数の関係及び比較的被害が甚大では無かったので割愛する。但しこれらの施設が 3 月 11 日の朝 9 時まで稼働しており停止後に震災に遭遇 (同日 14:46) したことは再立ち上げ (2 ヶ月後) にとっては幸運であったと言えそうである。

D7, D8 電源棟では、屋上設置の AFC に被害は見られず、又 D8 の 2 階側室での物品散乱/棚崩壊は有ったものの天井破損も顕著でなく床陥没も無かった。クライストロン移動も顕著では無く外的損傷は認められない (性能の健全性は未確認ではある)。屋外保管の門型シールド (16 個, 45 トン) は相互の連結無しで整列に

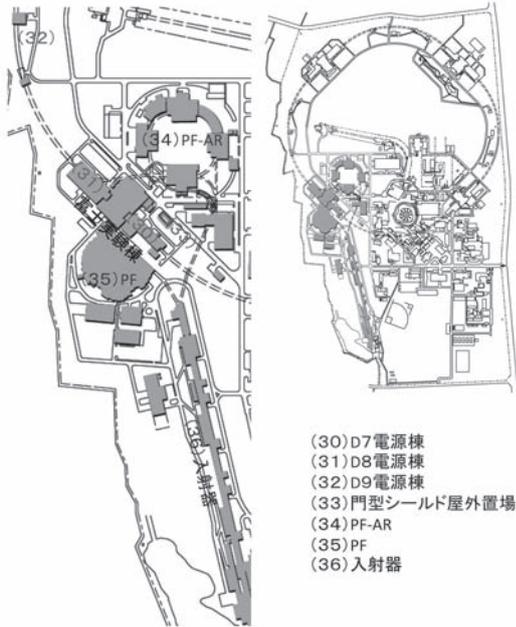


図 17 富士地区/PF/PF-AR/入射器の被害



図 18 屋上保管物が天井突き破る

乱れは少なかった。D9 小電源棟の被害は些少なので割愛する。トンネルでの地下水湧き出しは別として（後述）、他と比較すると特に大穂地区との比較から地盤等の条件が良かった事が推測されそうである。

但し、D7 屋上保管物（予備空冷フィン、4 トン）が、角材の座屈/倒壊で脱落し天井を突き破る被害が発生した（図 18）。第一の原因は角材の劣化で、劣化は紫外線や雨に依ると思われる。地震が引き起こしたが、保管方法の不備を指摘すべきであろう（担当者である筆者の自戒）。関連して、屋外保管中の 2 段積み電磁石倒壊について述べる。4 月 8 日（金）に大きな余震が発生し、本震の時にこの電磁石の近くにおり不安定に振動した記憶が有った為帰宅前に確認し、その時は異常に気がつかなかった。月曜通勤途中に磁石倒壊しフェンスまで倒したとの連絡があった（同所は入退域を管理している場所）。原因は本震/余震で古い角材が徐々に崩れていき、金～土曜にかけて倒壊した様である（図 19、この件も半分筆者に責がある）。

教訓は屋外での角材使用は避ける。震災後この観点



図 19 余震後の 2 段積み電磁石倒壊

から見ると所内各所で規模は小さいが散見され荷崩れの危険がある。

### 2.5 この章の纏め

一般的に地下より地上が更に 2 階の方が被害は大きい事、建屋 / 地盤の堅牢性が被害の多寡に大きく影響したと思われる。D5 の 2 階側室以外で床陥没は見られず、周囲を含めた被害差も勘案すると埋め戻し地盤と大きな相関が有ると思われる。本格的な（ちゃんとした）建屋自身は、沈下/傾きの面では堅牢性を保持したと言えるがスロープ等で周囲の埋め戻し地盤の脆弱性は顕在化した。これまでも、実験棟/電源棟への出入り部（スロープ/階段）の緩やかな陥没/空隙発生等は（少なくとも KEKB では）多々経験しこの事は認識していた。

二ヶ月後の地盤補修時の状況を見ると、以後の余震の影響も加味されたせいか、地割れ付近では表層下 10 ～数 10 cm に空隙の有る場合も認められている。

## 3. KEKB 加速器/トンネルの被害

### 3.1 被害状況の概略

震災直後は人的被害の把握に努め、幸運にもトンネル内作業員も含め被災者は無い見通しが早い段階で明らかとなった。停電となり危険性が判然としない段階で勇士/有志のトンネル内見回りが敢行され、早期の情報収集にはなったが、危機管理の面では一考すべき事もあった。震災時の精神状態/高揚感/責任感等を考えるとあり得る事かもしれない。

KEKB トンネルは現在改造中であり、LER アーク部の偏向電磁石等のかなりの部分、及び衝突点周りの全て（Belle 検出器を含め）が搬出されていた。直線部 4 カ所の放射線シールド（門型シールド）は日光/富士が搬出済みで、筑波の半分搬出時震災となり（2.2 節参照）残り半分と大穂は作業中断となった（6 月再開予定）。HER 電磁石/同真空系/ARES 空洞/SCC 空洞等は再利用等で残置されていたが（消火器等の床置物も）転倒は

無く散乱物は作業途中の機材程度であった。目視に於けるこれら機器等の被害は認められなかったが健全性を保証するものではない。復電後のチェックで加速空洞の真空には異常は無かった一方真空ベローズのサンプル開放調査では損傷箇所が見つかり全数 X 線写真調査を予定している。冷却水は稼働開始(入射器)/予定(PF/PF-AR)の施設が優先的に復帰され KEKB は未だ復帰していない(2ヶ月経過時)。織細デリケートな面を併せ持つ加速器機器(クライストロンも含め)の健全性は最終的には実稼働した後に初めて分かる。長い検証期間が続くと予測される。

トンネル本体の被害としては、KEKB トンネル接合部(エクспанション部)の全箇所(48)で床面損傷を受け、更にこの内数カ所では上部から地下水が電磁石等へかかった。壁面/床面等に略一周に渡る多数の亀裂が発生し、直線部に於ける天井クレーンレールが実験棟との境界(接合部)でずれた痕跡が有り且つこの境界を跨いで床面に設置してある電磁石用架台に於いてもずれた痕跡が有った。以下これらを詳述するが、修復に大きな困難を伴う事案は無く(経常的及び新規の漏水の完全遮断は別として)地震動の大きさ(震度6強/弱?)に比して破壊等の被害は小さいとの感を持っている。

### 3.2 トンネル接合部の被害

図 20 にトンネルの接合箇所を示し、床面の被害状況の写真を示す。被害は全 48 カ所に及び、傾向として南トンネル付近の床面損傷が深く表面化粧コンクリート分の厚さにまで達している様だ。但しそれ以下には損傷は無い様である。全箇所の通路部は再塗装まで修復は完了(4/25)し磁石搬出用エアパレット使用可となっている。北トンネル側では損傷が浅く、損傷面の広さが小さい箇所も特にアーク部トンネル相互間では少なからずあった。図 20 の写真については注意を要する。

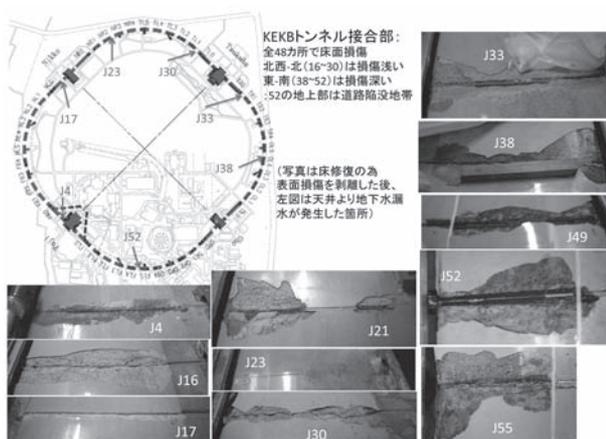


図 20 KEKB トンネル接合部/被害状況

接続部の通路部分は電磁石運搬用エアパレットが通過する為表面の平坦度を確保する必要がある。この為通路部のみはエポキシ樹脂系の塗装でコーティングした状態となっており本来接続部が持つべき伸縮可能性は失っていた。通路部以外(電磁石設置部分)は図 21 に示す~20 mm の伸縮目地材を介して接しており激しい伸縮は目地材の盛りりとして残ると思われる。一方通路部は固化している表面は接着している下部コンクリートを巻き込みながら破壊される。破壊部分を取り去って後(補修時)の状態被害の程度を推量する事を試みた。

アーク部を構成するトンネル相互の接続部に比して実験棟/直線部/搬入棟/脱出口等建屋との接続部で大きな被害となる傾向があり図 20 に示された漏水箇所は全てこれに対応している。上記の建屋は強固な支持層に達するパイル上に設置されている事に対し、アーク部トンネルは打ち込みパイルが無く言わば土壤の中に浮いていることで被害傾向の一端は説明出来そうである。個々のトンネルは周囲の土壤の動きに連動して相互には力は掛からないが、支持層とトンネル周囲の土壤とで動きが異なれば建屋とトンネル間には力が発生する。但し、北トンネルと南トンネルでの被害の差異はトンネル下部(周囲)の土壤に起因すると思われる。南トンネルはトリスタン加速器として建設以来定常的な地盤沈下が継続しており、KEKB となって以来でも沈下速度に変化は無い事が知られていた。2.1 節の道路陥没地域は正に接続部 J52 上部に相当する。

目視段階では接合部の受けた影響/被害として上下左右方向のズレは精々 mm 程度が大部分であった。大きなズレ箇所の可能性は残る(より精密な測量を待つ)、しかし図 21 で示される様に、接合部躯体コンクリートが破壊されない限り相互挿入の間隙以上とはならないと思われる(~1 cm)。接合部の左右/上下の相互のズレは 70 本のスリッパ(22 φ の棒が挿入スライド

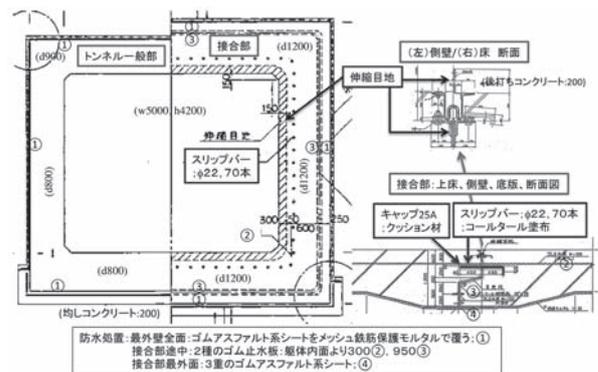
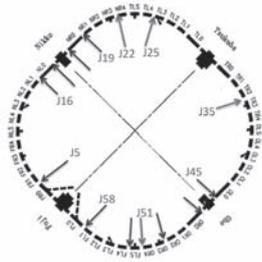


図 21 接合部の構造



接合部の移動痕跡が大きい箇所:  
目地材盛上り~1cm/天井ステン板変形  
日光/大稜実験棟の両脇(J16~19)/(J45,46)  
J51付近は脆弱な地盤も関与か?  
J5/J58は(L/H)入射路トンネルも関与か?  
J22,25,35,J51は目地盛上り~0.5cm  
全て、建家とトンネルとの接合部  
振動は北~北東方向を示唆する?

図 22 移動痕跡が顕著な接合部

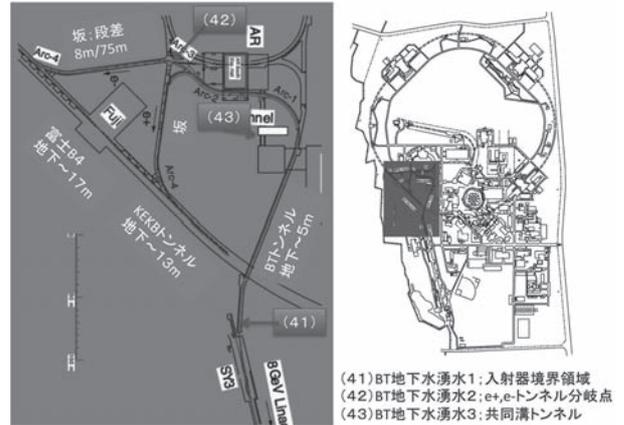
する)で抑制され、この構造が機能し大部分は mm 程度のズレで取まった様である。結局リングの周長方向に地震の影響の痕跡が残ると予測される。接合部の伸縮目地材の盛上り/段差の箇所(目視で cm 程度の箇所)及びカバーステンレス板に歪みが残っている箇所(トンネル天井と壁との境界部)を図 22 に示す。北~北東からの力を示唆し、Belle 測定器の移動方向ともほぼ一致し、震源方向とも矛盾は無いようだ。

北/北東からの強い振動は筆者の体験とも一致する。震災時筆者は STF 機械棟(図 1, (9))を眼前にした放射化物保管敷地内にいた。機械棟が目視で南北方向の傾きが分かるほどの振動をし、屋上の空冷設備が相互にぶつかる激しい音を発するのを聞きながら大地のうねりに立ちすくんでいた。敷地内には KEKB より搬出した電磁石が 2 段重ね 2 列で南北方向(磁石の長て方向は東西)に並んであったが倒壊は無く、西/フェンス方向へのズレが後に判明した。古い細長い磁石(6 m ベンド)も古い角材を介して 2 段重ねで不安定に上下/左右方向の振動をも起こしつつ方向が幸いしたのかその時は倒壊しなかった。以後の顛末は 2.4 節に記した通り角材がつぶれて倒壊した(図 19 参照)。その他、ATF 施設での Q-電磁石両端の真空ベローズ破損や入射器での Q-電磁石落下等も南北方向の強い揺れを示唆している。

### 3.3 BT トンネルでの地下水湧水被害

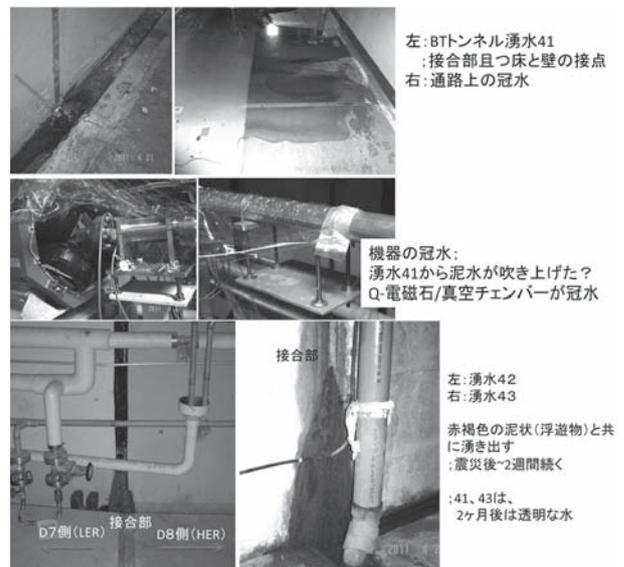
ビームトランスポート(BT:入射器-KEKB/PF-AR間)用トンネルに於いても大量の湧水が発生し、特に入射器との境界付近(図 23 の 41)では床面の湧水点から Q-電磁石に水がかかる様に吹き出した痕跡があり同磁石の地絡を引き起こした(図 24)。赤褐色の赤錆を思わせる泥流の流出は直後では床面を冠水させる程であった(2ヶ月後でも 41, 43 は少量の流水は続いている)。地絡した電磁石は結局は乾燥する事で復帰出来た。

図示の湧水箇所は全て地下~5 m の接合部で床と壁の接合点である。湧水 42 は LER/HER への BT トンネルの分岐点であり、入射路スロープを下り地下~13 m



(41)BT地下水湧水1:入射器境界領域  
(42)BT地下水湧水2:e+,e-トンネル分岐点  
(43)BT地下水湧水3:共同溝トンネル

図 23 BT トンネル湧水箇所



左:BTトンネル湧水41  
;接合部且つ床と壁の接点  
右:通路上の冠水

機器の冠水:  
湧水41から泥水が吹き上げた?  
Q-電磁石/真空チェンバーが冠水

左:湧水42  
右:湧水43  
赤褐色の泥状(浮遊物)と共に湧き出す  
:震災後~2週間続く  
:41, 43は、  
2ヶ月後は透明な水

図 24 BT トンネルの湧水被害

の加速器(D7直線部;B3レベル)まで達し地下~17 m(実験棟床;B4レベル)に有る側室天井から漏水し回路機器が冠水した。B3床での漏水は以前にも有り防水対策を施していたが傷口が再び悪化したと思われる。丁度分岐点(分水嶺)であったので、当初のD7(LER)側への流水をD8(HER)側へ流して当面の対処としている。湧水43は経常的な湧水箇所であり震災時に大量に湧き出した。

### 3.4 KEKB トンネルでの冠水被害

震災による地下水被害は全7カ所が接合部天井(地下~8.5 m)からの漏水で直線部(J4,J17)ではARES空洞/SCC付近の足場が、その他では電磁石の冠水被害が起こった(図 25)。内2カ所(J4, J30)は1ヶ月経過後(4/13, 4/19)に被害が顕在化した。被害程度(水量)は、南側(J4, J52, J38)が大きく、脆弱な地盤の影響を示唆する。水分多い?

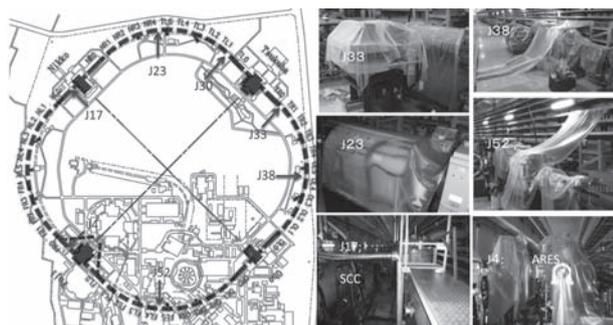


図 25 トンネル冠水被害

BT トンネルと KEKB トンネルでの水被害を比較すると前者は床から後者は天井からと対照的な印象を持つ。又後者では赤錆状の浮遊物も湧出していない（筆者は知らない）。但し後者の箇所は片側ビス止めのステンレス板による覆いを壁も含めて行っており詳細は不明である。それでも KEKB トンネルでは床からの湧水は顕著ではなく（少なくとも筆者は知らない）、漏水をもたらした水脈は地下 5～10 m の範囲と言えるかもしれない（因に、甚大な床からの湧水をした入射器も BT と同じ地下レベル）。

新たな漏水箇所 7 か所は図 21 で示されている防水処置から漏水したことになるが、既に漏水していた箇所が 6 か所あり震災規模を考えると新たな被害は少なかったと言えるのかもしれない。

### 3.5 トンネル天井/壁/床の亀裂

KEKB トンネル全般で天井/壁/床で亀裂が発生した。亀裂はリング全周に渡り壁に上下/斜め方向で～1-3 m 間隔で発生しており、床及び天井まで明確に連続している箇所もある（全てでは無い）。トンネル躯体各個が全周に渡り歪んだ結果と思われる。但し目視では元に復元しており直ちに影響を与える程ではない。亀裂の深刻度（深度）は全く不明であるが天井亀裂に水の上み出しを疑わせる変色した部分（但し今回の震災の為に以前からかは判然としないが）が 2～3 か所で認められる。特に接合部 J4 における漏水は同部 J4 から直角に連なる数本の亀裂にも漏水/しみ出しが有り懸念されるところではある（図 26）。一方において震災前の 1～2 の漏水箇所では接合部は雨樋でカバーし連なる直角の亀裂は防水塗料の塗布処置で冠水被害を防いでいる事も有り、亀裂は後打ち（化粧）コンクリートに止まっているのではと期待出来る面も有る。少なくとも、トンネル一般部の最外壁の防水処置（図 21）が破れ躯体亀裂/内面亀裂を貫通している事を疑わせる事象は確認していない。但し、直線部天井（D8, D10）では若干懸念を持つ箇所は有る。壁亀裂の個々の表面



図 26 亀裂の典型例/天井亀裂からの漏水

状態は全周に渡り大差はないが、南トンネルの脆弱地盤では明確に床/壁/天井と連続する例が多く且つ間隔も短い（1～2 m）との印象が有る。富士直線部の入射路が接続する箇所の壁亀裂では被害程度が大きい傾向がある。実験棟の床面等でも亀裂は発生している。今後の推移に注意は必要と考える。

## 4. 纏め/結語

トンネルの被害として接合部の被害を主に見てきたが、実は経年/老朽化（築 30 年弱？）の結果として同種の被害は経験している（図 27 参照）。大地震は、経年被害の蓄積と同程度を瞬時に引き起こしたと言えなくもない。個々の被害程度に大差が無い（少なくとも表面的に）のは接合部の構造が大震度に対して功を奏したと言えるのかもしれない。致命傷（接合部破壊）は無かったと言える。但し、床/壁の亀裂については、大震度を反映し発生頻度は格段に多く且つその深刻度は不明である（筆者には）、後打ちコンクリート部分に止まっている事を期待する。

地盤の脆弱に依る被害も既修復箇所の再発や道路の修復時の下層の状態から、経年の劣化は進行しつつ、大震災が一挙に大規模に被害を顕在化させたと思われる。地上の被害は事後処置可能ではあるが、トンネル下/周囲については以後の推移に委ねるしか無く、特に南トンネルの沈下傾向への震災の影響は SuperKEKB の安定稼働にとっても重要で、長期に渡る観察/測定が必要と思われる。新規の加速器施設の建設（e<sup>+</sup> ダンピングリング）では建屋/トンネルはもちろんこれら周囲の地盤についても注意が必要である。道路修復時に発覚した地表面の状況を図 28 に示す。地上表面/構造物が一見健全でも地下ではどうかを伺わせる事例と思われる。右上の空隙上部は重量車両を含め通行していた（碎石/アスファルトの厚さ～20 cm 程度のアーチ構造は結構丈夫？）。図 28 左下は正に直後の撮影で水が浮き出ている、又この地域下のトンネル内漏水で水量が多いこともあり脆弱地盤は多量の水を保持しているのか？との（素人の）印象/推測を持つ。空隙は水の抜けた跡？



図 27 震災前後での接合部被害のまとめ



図 28 地表面下の状況 (図 1 の 7 左端部)。修復時空隙等発覚。

順序は前後するが、KEKB 関連の電源室/側室及び収納機器の被害の復旧は未だ (2 ヶ月後) 手つかずである。華々しい (語弊承知で使う) 被害状況を示す事になりがちであった事をご容赦願いたい。又被害の全容を的確に報告する事は筆者の能力を超える。華々しい被害の修復が進めば、その下から (小規模かもしれない) 解決すべき事案が続々と明らかとなる事は誰しも予想/覚悟している。中断した KEKB 解体作業も再開可能な状況に戻りつつ有る。未だ震度 3 ~ 4 程度が続いている中、気を引き締めねばと自戒している (3 ~ 4 は驚かない風潮も出つつあるか?)。

電気/冷却水/建屋等の (仮) 復旧は、直後の緊急処置で震災対策本部の機能保持を計り、同本部での決定下復旧が遂行される体制と成った。現時点 (~ 2.5 ヶ月後) で PF はビーム蓄積を含む試験稼働に入り、PF-AR 稼働も目前となり、入射器 (の 3/8) - 放射光施設関連は復旧が済み KEKB 関連はこれからとの段階まで来た。東海 (J-PARC) キャンパスの復旧も抱えながら、又各系からの個別の要求 (横やり?, 筆者も一端) に応えながら粛々と遂行されているとの印象を持っている (感謝)。

何度か述べているが、KEKB は SuperKEKB に向けた改造期間に入っていた。多くの加速器機器は停止/解体状態であり且つインフラ/周辺設備等の震災被害も甚大で機器単体の被害調査の為の稼働試験もままならない状態に陥っている。中断された作業の再開や予定していた契約手続き等も 2 ~ 3 ヶ月以上の遅れは避けられない。しかし SuperKEKB 建設に携わる者全員の熱意は全く損なわれていない事を記しておきたい。皆様の一層のご支援/ご鞭撻をお願いして報告と致します。

#### 謝辞/他

初めに、日頃作業をお願いしている業者の方々から震災直後の難しい時期に、好意的な助力の申し出を一度ならず頂いたことに感謝しておきたいと思います (好意に甘えたままの事もあり、場違いかも知れませんがこの場で謝意を表しておきたいと思います)。

本稿を纏めるにあたって、復興作業の忙しい中、管理局 (施設部/総務部) の方々から情報/写真等の提供をして頂いた。又日頃の作業上の筆者の要望 (横やり) に対しても真摯な対応をして頂いている事に感謝したいと思います。

最後になりますが、東日本大震災の被災者の方、特に近親者の方が被災したにもかかわらず職責を全うされている職員の方へは、敬意を表すると共に一日も早い震災からの復興を祈念致します。