

土木学会 原子力土木委員会
平成 25 年度第 3 回 断層変位評価小委員会 議事録

1. 日 時 平成 26 年 3 月 19 日 (水) 13:00～16:30
(第 1 部講演会 13:00～14:45, 第 2 部小委員会 15:00～16:30)
2. 場 所 土木学会 講堂
3. 出席者 (第 2 部小委員会のみ)
 - ・委員
小長井一男委員長(横浜国大), 奥村晃史副委員長(広島大), 阿部慶太委員(鉄道総研), 木場正信委員(エングローブコンサルタント), 高尾誠委員(東京電), 谷和夫委員(防災科研), 佃榮吉委員(産総研), 遠田晋次委員(東北大), 平松良浩委員(金沢大), 中瀬仁委員(東電設計), 橋詰正広委員(中部電), 原口和靖委員(関西電)
 - ・幹事(敬称略)
小早川, 青柳, 澤田, 宮川(以上, 電中研), 中村, 田中(以上, 関西電)
 - ・オブザーバー(敬称略)
小林(東北電), 五月女(電源開発), 鈴木(JANSI), 当麻(電中研), 松村(北陸電), 由利(中国電), 森(原電)
4. 議題
 - 第1部 公開講演会
 - (1) 断層性状の評価に関する事例—大飯発電所の敷地内破砕帯調査について—
原口和靖委員(関西電力)
 - (2) 山岳トンネルの地盤変形による被害:
野城一栄(鉄道総研)
 - 第2部 小委員会
 - (1) 講演会を踏まえた意見交換
 - (2) 断層変位評価に関する技術の現状のとりまとめについて
 - (3) 次回委員会での話題提供について
5. 配布資料
 - H25-3-0 議事次第
 - H25-3-1 第 2 回委員会 断層変位小委員会 議事録(案)
 - H25-3-2 第 2 回委員会 講演会サマリー及びメッセージ案
 - H25-3-3 断層変位小委員会の活動について
 - H25-3-4 原子力発電所敷地内断層の変位に対する評価手法に関する調査・検討報告書
(概要版) 平成 25 年 9 月 (一財) 原子力安全推進協会

6. 議事録

第1部 公開講演会：省略

第2部 小委員会

(1)講演会を踏まえた意見交換

1) 断層性状の評価に関する事例—大飯発電所の敷地内破碎帯調査について—

<連続性について>

- ・ F-6 破碎帯が“く”の字に曲がっており、変位量が小さければ、これでいいのかもしれないが、何故こんなに曲がるのかと感じた。改めて断層とはこういうものであるのかと認識した。
- ・ 破碎帯の「く」の字の形状に関して、理論的には末端部で屈曲して破壊が止まることから妥当な結果と思われる。
- ・ 破碎帯の「く」の字の形状に関して、深成岩のクーリングジョイントや破碎帯が出来る前の節理系と破碎帯の方向が完全に一致するまでは、それらの面を乗り移りながら形成されるのは自然である。
- ・ 断層の連続性について、心配するシナリオはないのか？>。断層の連続性はかなり議論になったので、性状もかなり分析を行い、また解析的なアプローチ、応力場の検討などの色々なデータを積み上げて総合的判断をした結果である。既設地点のため調査密度が限られたが、そのあたりを埋めることができれば、よりスムーズになるのかもしれない。

<断層内物質について>

- ・ 緑泥石はどのくらいの温度・圧力状態で出来るのか。地表でも出来るのか、深いところしか出来ないのか？>緑泥石は、500度以上の温度で析出することから、地下深部で出来たものが地表に隆起してきたものと考えている。
- ・ 緑泥石の鉱物の成長速度はどのように考えているか？>成長速度は議論するのは難しく、SEM 観察の結果によれば、最近動いている活断層はダンゴ状になっているが、活断層でない断層では、自生鉱物が生成しているという結果が得られている
- ・ 形状だけでは説明性が弱いので、温度圧力条件に基づいて今の状態での鉱物生成を議論する方が説明性が高い。

<活動性について>

- ・ この破碎帯がどういう地震、震源断層との関係で活動したのか？>近くに FO-A, FO-B 断層があり、後期更新世以降繰り返し活動していたが、現在の応力場でこれらと破碎帯が連動して動いた事実は無い。

2) 山岳トンネルの地盤変形による被害

- ・ どのような性能を意識して、対策工は設計するのか？>断層を意識した設計はしていない。地震時に覆工コンクリートが崩落した場合、列車に当たる、レールが曲るなどの障害が考えられるが、これらに対しては断面を広くする、鋼材で覆工するなど、列車への

影響をなくすように考慮している。レールについては明確な対策はない。

(後日回答追記)：新設ではボーリング調査結果や既往の報告を基に、断層の危険箇所と推定される場合は、覆工に鋼繊維を混入したり、覆工を RC 構造とすることで対策している。既設では工事誌の記録等を基に、ボルト補強等を実施している。

- ・ トンネルの軌道中心線が動かなくても被害が出る。地質不良箇所としてまとめているが、要員を区別できたほうがよい。たとえば裏込めはどうだったかなど、そういったデータをどの程度集約できているのかによって区別できる可能性がある。
- ・ (後日回答追記) 原因が断層か地質不良箇所かどうか明確に区別することは困難である。ずれが特に目立つものは断層を原因とする場合が多いが、ボーリング調査や工事誌の記録から、地質不良が原因とする場合もある。被害調査を行い、そのから後付けで原因を推定している場合もある。
- ・ 国鉄時代の情報はあり、分析も出来るが、昔のデータのため少し質は落ちる。ただ、JR に変わってからは十分集まっていない。新潟県中越地震では、鉄道総研もデータを収集したため、データはある。
- ・ 線状構造物では、断層変位のリスクは低いと判断され、対策はあまり考えられてないと思われる。しかし、低いとはいえ、科学的・工学的にリスクの度合いを説明する努力とそれらをゼロに近づける努力が大切である。特に、今の社会状況を考えると、新しいものを作るとなるとそれなりに考えなければならない。先導的な研究を参考にすればよいのではないか。
- ・ 橋も線状構造物のため設計で考えていく必要があるが、まだ十分ではない。鉄道の場合は、地震を検知したら鉄道を止める技術がある。そこも考慮しつつハードとソフトで対応してきているが、断層変位に対する対策というのは今後の課題である。
- ・ 難工事区間と被害箇所の関連は重要である。そのような整理はなされているのか？>東海道新幹線でそのような検討がされている例がある。

(後日回答追記) 工事誌で地質不良が原因で難工事だったところは、地震時の被害と強い相関がある。ただし、工事が難工事だった原因には、出水が原因であった場合もあり、その場合、難工事であった箇所が必ずしも地震時の被害につながらない場合がある。

収集状況については、国鉄時代のものは、特に重要なトンネルについては収集できている。この時代のものは細かい内容も含んでおり、充実した記録が残っている場合が多い。しかし、整備新幹線になってからは、細かい内容を含んだものが少ないので、生のデジタルデータを使える場合においては、そこから解析して原因を推定している。

- ・ 上越新幹線中山トンネルの工事誌を読むと、調査・工事が進むにつれ地質情報が変化し、大工事になり、工区によって水没する箇所もある。我々の調査にも限界もあり、その中で分かっているものと工学的に判断するものを理解していく必要がある。時間軸上のデータの整理というのが大切である。最初に、どういうシナリオで、どういう可能性があるのかを考えて、それから外れることも意識していかないといけない。

3) 共通

- 被害事例を紹介して頂いて、今日紹介された鉄道トンネルの被害レベルで留まるのであれば、原子力発電所の取水路トンネルを考えた場合、通水機能は確保できる方策があるのではないかと感じた。今後、このような事例調査に基づき、対策などを検討することが当面の研究課題のように感じた。
- フォールトクロッシングはアメリカで話題になっており、2002年デナリ地震で5m位のずれが生じたが、1970年代に作られたアラスカパイプラインが機能維持したということで、アメリカの技術者は対策が出来ると思気になっている。サンフランシスコ湾岸のヘイワード断層は2~3m動く可能性があるが、水道管トンネル周りに2.6m程度の空洞を設けることにより、ずれても大丈夫という対策も考えている。またBART鉄道がヘイワード断層を横断する区間では、使用済みタイヤを使ってインシュレーター（断層と線路を隔離する）対策をするという話もある。今後、断層の存在とずれが分かっていたら、対策も出来るという事例も勉強していけばよいのではないかと。
- 破碎帯の長さとの関係で、断層長さが600mしかない場合、力学的に2~3m動くのは考えにくい。証拠はないが、動いたとしても20cm程度と思われ、工学的には対策ができるというシナリオが必要である。その場合、断層の端部をおさえるのは、地道な作業が必要である。地表で500mしか見えて無くても地下では断層長さが数kmもあるという主張もあるが、その逆で地表だけにしかなくて、地下には存在しないという考え方もある。

(2)断層変位評価に関する現状技術のとりまとめと次回委員会での話題提供について

- 幹事長より、資料 25-3-3 に基づき、断層変位小委員会の今後の活動及び次回委員会での話題提供について説明があった。主な質疑応答は以下の通り。
- 本WGの枠組みは、世界にもない体系的な枠組みであり、非常にいいと思う。
- 本日の意見交換の中で出てきた事例収集は各WGで分担する。
- ハザード評価は、調査と解析WGの両方で検討する。
- JANSIで作成したレポートでは原子炉建屋を対象に検討したため、その結果も参考にすればよい。
- 各WG間の連絡は幹事会で行い、纏めた結果を委員会に報告する。
- 各WGのどれかに各委員が入って頂きたいと思うので、ご協力願う。

(3)その他

- 次回は土木学会の講堂で実施することを予定し、6/17もしくは24で日程調整を行う。
- 5/7原子力土木委員会では、今年度の状況報告を行う。

以上