

橋梁基礎杭の復旧計画とその施工について

- 道央自動車道 有珠山噴火災害復旧工事（その1） -

日本道路公団

今井淳次郎

日本道路公団

多田 誠

清水建設株式会社

正会員

八戸秀保

○ 清水建設株式会社

正会員

江頭正州

1. はじめに

平成12年3月31日、有珠山は22年7ヶ月振りに噴火した。この有珠山の火山活動に伴う地殻変動により「道央自動車道」は、これまでの高速道路では例を見ない大きな被害を受けた。日本道路公団では、被災直後から被害状況の調査を行うとともに、早期復旧・再開通へ向けて緊急の取組みを行った。本稿以下3稿は、被災を受けた橋梁群の復旧計画及び工事の一部についての報告であるが、本稿はこのうち、橋梁基礎杭の調査・復旧計画とその施工について報告するものである。



写真 - 1 噴火直後の高速道路

2. 基礎杭の被災調査

虻田洞爺湖IC付近の橋梁群は、有珠山の地殻変動により大きく隆起・移動した（図-1）。これにより各橋梁の基礎杭は、複雑かつ大きな力を受けたと推測されたため、基礎杭全数についてコアボーリングとボアホールカメラ撮影による被災調査を行った（図-2）。調査の結果、ほとんどの基礎杭に無数のひび割れ（以下クラック）が確認された。そのクラック幅は0.25mm～6mm程度と多様で、発生方向は水平方向だけでなく斜め方向のものもあった。

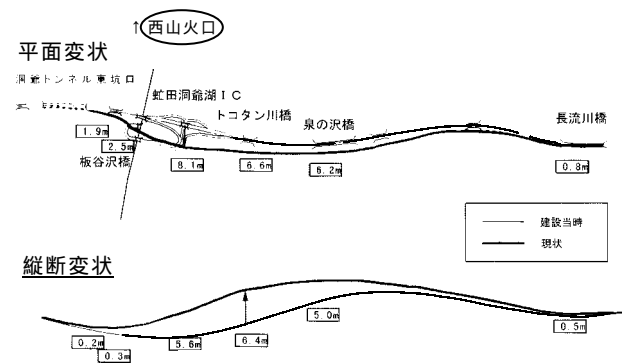


図 - 1 地盤変状図

また、クラックは杭頭付近に多く発生しているものの深部にも存在するなど、非常に複雑な状況であることが判明した（図-3、写真2）。

3. 基礎杭の復旧計画

基礎（橋台・橋脚）全体の復旧方針としては、クラックが入っている基礎杭の健全度を評価し、当初設計と同様に震度法による耐震性能を確保させることを目標とした。具体的には、ボアホールカメラによるクラック調査をもとにクラック幅から鉄筋応力度を推定し、これに地震時の増加応力度を加えても降伏応力度以下となり、許容支持力や許容変位を満足すること、クラック幅が1mmを超えるような箇所では鉄筋が降伏していると考え、そこをヒンジとして安定計算を行い、杭体応力度が鉄筋降伏応力度内であることを確認することとした。

設計照査の結果に基づき、地震時の土圧を軽減して基礎杭の負担を減らすことを目的に、橋台背面の軽量盛土（EPS）による置き換えや、増し杭工などを行う計画としたほか、基礎杭に対してはコンクリートや鉄筋の腐食防止及び耐久性向上を目的として、調査用のコアボーリング孔を利用したセメント系材料の注入を行う計画とした。

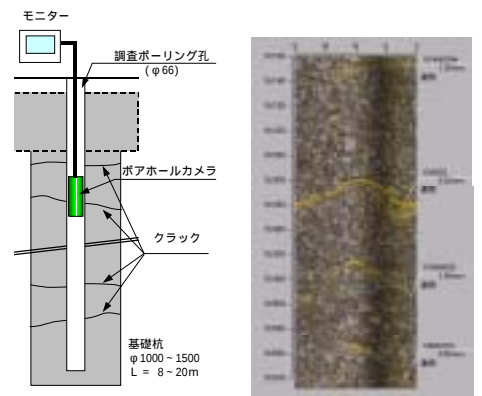


図 - 2 調査図



写真 - 2 被災状況

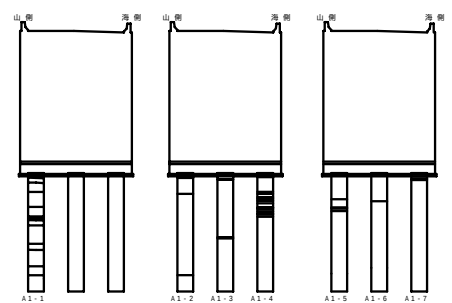


図 - 3 クラック発生状況図

キーワード：災害復旧、基礎杭補修、クラック注入、試験施工

〒105-8007 東京都港区芝浦 1-2-3-12 シーバンス S 館 TEL 03-5441-0571 , FAX 03-5441-0510

4. 基礎杭のクラック補修

(1) 施工方針

基礎杭のクラック補修（クラック注入）は、これまでの施工事例が非常に少なく、補修方法が確立されていないのが実状であった。唯一、兵庫県南部地震後の復旧工事において施工事例が存在したものの、当該事例の場合はクラックの発生原因が地震動によるものであり、一様なクラックが杭頭付近に集中して発生している被害状況への補修例であった。このため、地殻変動を起因とし、クラックの発生状況が非常に複雑な本件の場合には、新たな補修方法を立案する必要があった。具体的には、複雑なクラックに対して一様な施工仕様では対処できないこと、クラックは杭の外周まで達していると予想されたため、注入材が水圧などの外部からの抵抗に押し戻されないこと、また逆に外部へ流失する場合があることなどを考慮して注入圧力・注入時間・注入材料を選定する必要があった。このため、事前に試験施工を行ったうえで、実施工における注入方法を決定することとした。

(2) 試験施工

試験施工では被災した基礎杭のうち5本について、まず清水による注入試験を行うこととし、区間限定注入が可能なダブルパッカーを用いて、それぞれのクラック毎に最適となる注入圧力・注入時間を調査した。その結果、0.3MPa から順次昇圧した（0.2MPa 毎/5 分間）高圧型注入試験で予想通り注入が確認されるクラックがある一方、11.0 MPa まで圧力を上げて注入できず、逆に 0.1MPa の低圧力で 30 分以上かけて行った低圧型注入試験で注入が確認されるクラックもあった（図-4、図-5）。この結果は、実際の注入材料を用いて行った確認試験でも同様であった。なお、これらの注入特性とクラックの幅や深度との関係を調べたが、強い相関関係は見られなかった（図-6）。

これらの結果を踏まえて、実施工では各基礎杭及びクラックごとに事前に清水による注入試験を行い、注入特性を把握した上で、適用する注入方法を決定することとした。なお、注入材料には湿潤状態で使用でき、可使時間も長く、微細なクラックにも充填でき、また寒冷な環境でも作業性が低下しない超微粒子セメントペーストを選定した。

(3) 施工結果

実施工は、清水による注入試験で各クラックの注入特性を整理したのち、高圧短時間型注入、低圧長時間型注入の順で行った（図-7）。なお、短時間で多量の注入が見込まれる大きなクラックについては、注入材の流失を防止するため、ゲルタイムの調整が可能な速硬化性の材料を用いた。また低圧長時間型の注入については対象となるクラックの特性に差がないため、施工効率を考慮してシングルパッカーを用いた同時注入方式で行った。厳寒期の施工となり材料や水の凍結防止などの管理面で多くの労力を要したが、対象となった基礎杭全数（320 本）のクラック補修工事を無事終えることができた。

5. おわりに

本復旧工事は、平成 13 年の夏までに完成させる目標を掲げ、類のない被害に対して、多種の技術検討を行い復旧計画を策定、対策工事を実施した。特に基礎杭のクラック補修については、新たな施工法を立案、実施工に展開して好結果を得た。今後の災害復旧工事や維持補修工事に役立つ資料となれば幸いである。

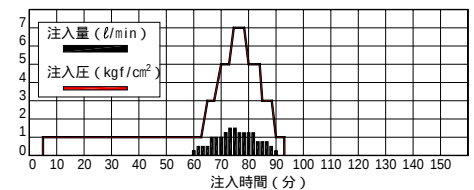


図-4 チャート図(低圧型)

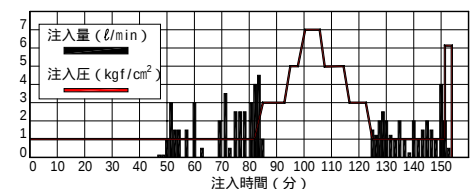


図-5 チャート図(高圧型)

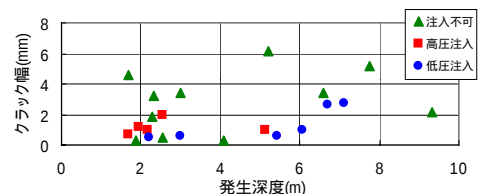


図-6 クラック特性との相関

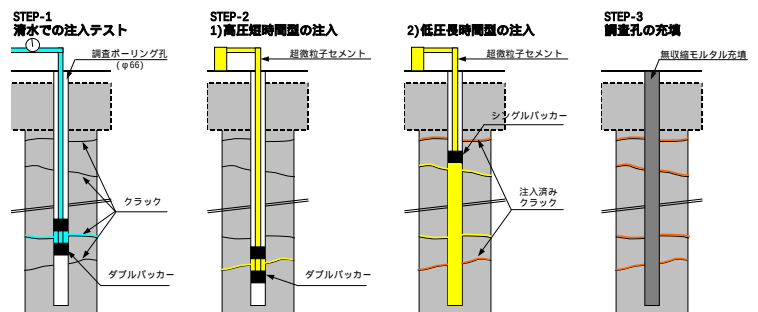


図-7 施工手順図