

(仮訳(原文はベトナム語))

カントー橋 2 径間アプローチ支間の崩壊に係る国家事故調査委員会

ベトナム社会主義共和国
独立・自由・幸福

No: /BC-UBNNCT

ハノイ、2008 年 6 月

要約

カントー橋 2 径間アプローチ支間の崩壊に係る国家事故調査委員会の活動結果
(記者会見用資料)

2007 年 9 月 26 日にカントー橋の 2 径間のアプローチ支間の建設現場において発生した仮設支柱システムの崩壊事故の直後、首相は、カントー橋アプローチ支間の崩壊に係る国家事故調査委員会の立ち上げを指示した。同委員会は所定の機能、役割に則し積極的かつ迅速に各種活動を行った。同委員会は技術、法律の各専門家チーム、事務局を立ち上げ、また委員会内の諮問機関を設置した。同委員会及びそれを支援するチームは現場実査、証拠の収集を行い、委員会の会合に提示された結果を得るために関係者と共に作業を行った。現場実査及び関係者との面談とは別に、委員会は 8 回開催された。会合では、必要に応じ、委員会から、日本のコントラクター、日本のコンサルタント、事業主である交通運輸省に対して彼ら自身で、事故原因の分析を行うよう求めた。2008 年 3 月 24 日に開催された第 7 回会合において、議論の後、同委員会は事故の直接の主因について合意に達した。第 8 回会合の開催準備のために、同委員会で実施した調査結果に関する全体報告書案が各委員に対し、確認、修正、補足のために配布された。技術専門家及び法律専門家チーム、事務局、委員会内の諮問機関は公式の報告書を完成させて印刷し、第 8 回会合に提出した。2008 年 6 月 18 日に第 8 回会合が開催され、各参加委員は慎重かつ的確な議論を行い、最終報告書を首相に提出することにつき合意に達した。同委員会による調査結果の最終報告書は 100 ページの本文に加え、1,000 ページを越える添付資料からなる。同委員会による調査結果の概要は以下のとおりである。

1. 事故の概要

カントー橋と両側のアプローチ橋への道路は全長で 15.85km あり、ハウ川をまたぎビンロン省及びカントー市を結び、国道 1 号線 A のバイパス道路の役割を担う橋となるものである。カントー橋は、長さ 1,010m の主橋、520m のビンロン州側のアプローチ橋及び 1,120m のカントー市側のアプローチ橋から成る。主橋の構造は、2 面吊の斜張橋となっている。崩落事故は、ビンロン省側において、主橋を構成する各 40m のアンカースパン 2 連となっている橋脚 P13～P15 間(図1)の建設中の鉄筋コンクリート箱桁で発生した。

図1. 橋脚P13～P15の2径間のアンカースパンで発生した事故の位置

当該 2 径間のコンクリート箱桁を建設するべく、コントラクターは、鉄筋コンクリートフーチング上に固定される鋼材の仮設支柱、横トラス、縦トラスからなる仮設支保工と呼ばれる足場システムを採用していた。事故は 2007 年 9 月 26 日午前 7 時 55 分に発生した。仮設支保工が崩壊し、建設中のコンクリート箱桁を落下せしめた。(図 2)

図 2. 仮設支保工及びコンクリート箱桁橋

- a) 事故前
- b) 事故後

事故現場の証拠や目撃証言によれば、崩壊は仮設支保工の P13 から始まり、破裂音とともに P13 付近から白煙が立ち上った。P13～P14 間の橋床のコンクリートが落下し、続いて P14～P15 間で仮設支保工の各部分を潰しながら落下した(図 2b)。

2. 事故を引き起こした主因の調査

コンクリート桁を建設中に発生した事故であることにより、コンクリート桁は機能していなかったため、事故を引き起こした対象はコンクリート桁建設のための仮設支保工であると特定された。事故を引き起こした主因を解明するために、委員会は設計、加工、仮設支保工の設置及び他の有害な要因について事故を引き起こした可能性を分析することに留意した。調査結果は以下のとおりである。

仮設支保工の設計に関して: 国家事故調査委員会 (SCI) は、鋼製足場システムの設計のチェックを行って、以下のコメントを作成した: 不均衡な基礎の沈下がない場合、仮設支保工の構造は十分な許容支持力を持っていた。実際に、この鋼製足場システムは、不均衡な基礎の沈下がない状態で主橋脚の基礎に置かれ、主橋脚を無事に建設するのに用いられた。基礎構造に関して、事故発生時の杭に伝わる荷重が杭の許容支持力より低いことにより、杭基礎は許容支持力を確保している。その結果、不等沈下を考慮しない場合、仮設支保工の設計は事故を引き起こす直接の原因にはならない。

加工、製作、仮設支保工の設置に関する、事故後の現物の構造の試験や調査から、SCI は設計と比較して工事に幾つかの誤った細部構造を発見した。横断方向のトラスにおいて、若干の溶接線の強度には欠陥があり、1 本の部材は設計と異なるサイズであった。仮設支柱においては、いくつかのボルト穴が誤ったサイズと位置で、修正する必要があった。分析、計算した結果、これらの欠陥構造は、事故の引き金となる要因ではなかった。

その他の有害な因子で起きる事由について、SCI は、盛土の深さ、事故前の連続的降雨による地下水の変化、2007 年 9 月 24～25 日の 2 日間に行われた 10 回目と 11 回目のコンクリートの連続打設による急激な荷重増加、コンクリート桁上を歩く作業員やクローラークレーンの稼働によって誘発される共振など、設計で考慮されていない、有害な影響について調査、検討を行った。分析の結果、SCI は上記の効果が仮設支

保工に与えた影響は微小であることを確認した。これらの効果は事故の直接の原因ではない。

不等沈下のみの影響は、仮設支柱と本橋橋脚の間における不等沈下、二つの仮設支柱のパイルキャップ¹間における不等沈下、仮設支柱の単一のパイルキャップにおける不等沈下がある。分析の結果、SCI のコメントは以下の通りである。

a) 仮設支柱と本橋橋脚の間における不等沈下

主橋脚が深さ76mに届く場所打ち杭によって支えられているのに対して、仮設支柱は杭の断面が30x30cmで、35mの深さまでの打込み杭に支えられていることから、仮設支柱と主橋脚の間に不等沈下が起こりうる。二本のボーリング孔LK1とLK2並びに静的載荷試験を実施した第一回調査の結果、仮設支柱と主橋脚の間の不等沈下は39mmと計算された。AASHTO基準に従うと、構造物の安全性は危険指数 n に基づき評価される。 n が1より小さいと安全が確保される。想定される沈下が39mmの場合、仮設支柱において最も重要な垂直部材はNo.117材で、 n は0.75から0.82に上昇するが、依然として安全限界内($n < 1$)に留まる。従って、支柱は保持され、崩壊しない。以上より、仮設支柱と本橋橋脚との間における不等沈下は事故の直接の原因ではない。

b) 二つの仮設支柱のパイルキャップ間における不等沈下

上流側及び下流側の仮設支柱(T13U と T13D、T14U と T14D)での二組のボーリングによる第二回目の調査によると、T13U と T13D の二つのパイルキャップ間の不等沈下は0~6mmと小さいことが判明している。この場合、不等沈下がなかった場合との比較では、最も危険指数の大きい垂直部材(No. 46)の危険指数 n は 0.56 から 0.65 に増加するものの、まだ安全な範囲にとどまる。このことは、仮設支保工システムは安全で、崩壊しないことを示している。従って、仮設支柱の二つのパイルキャップ間の不等沈下は本件事故の直接の原因ではない。

c) 仮設支柱の単一のパイルキャップにおける不等沈下

上流側仮設支柱 T13U の基礎は最も弱い基礎であると評価される。この基礎における不等沈下を判定するために、SCI は K1 及び K2 の二本のボーリングによる三回目の調査を実施した。この二つのボーリングを比較することにより、SCI は、この上流側仮設支柱の両側で土質条件が著しく異なることを確認した。具体的には、P14 橋脚側の杭列は緩い砂層中に打ち込まれており、P13 橋脚側の杭列は密度の高い砂層に打ち込まれていた。その結果、P14 橋脚側の杭列は P13 橋脚側の杭列よりも沈下し、パイルキャップ T13U は P14 橋脚側に傾くこととなった。これら杭列間における不等沈下量は12mmもしくはそれ以上と計算される。

¹ 日本側注：杭群の上に被さる鉄筋コンクリートの台座。いわゆる「支柱基礎」の一部。

単一のパイルキャップにおける不等沈下の計算によると、不等沈下が 11mm に達すると、仮設支柱のいくつかの斜材は限界状態 ($n > 1$) となる。不等沈下が 12mm に達すると、これらの支柱のボルトに係る危険指数は 1.18~1.44 に達し、これらボルトは次々に破壊される可能性がある。これら斜材が機能しない場合、垂直部材 No. 46 の危険指数は 0.56 から 1.58、すなわち 2.82 倍に高まる。このことが、当該垂直部材が座屈、そして崩壊し、T13U の仮設支柱の不安定化、さらに上部構造物の崩壊に至る原因となる。

このように、仮設支保工システムは、仮設支柱の不安定化により急速に崩壊した。この不安定化の原因は、単一のパイルキャップにおける不等沈下にあると結論づけられる。

崩壊の過程は次のようなものである：T13U のパイルキャップにおける不等沈下が発生、斜材 No. 81、64、65 が次々と破壊し、垂直部材 No. 46 の座屈を引き起こし、仮設支保工システムの崩壊を招く。

T13U の仮設支柱が最初に崩壊したため、コンクリート・スラブが上流側に傾きやすくなった。それゆえに、何人かの目撃者の指摘どおり、作業員や建設資材が上流方向に位置する住宅に落下した。

通常、不安定化及び座屈による崩壊は急速に進行するが、今回の事例では 20 秒間で起こった。従って、T13U 仮設支柱が崩壊、座屈するなり、コンクリート・スラブが多くのセグメントになって破壊した。P13 橋脚上のデスク・スラブ²の重量は非常に大きく(1,000 トン超)、P13 橋脚上部とコンクリート・スラブの分離を引き起こした。これが、何人かの目撃者が証言している P13 橋脚上部からの破裂音と白煙の主因である。

仮設支柱の崩壊の変形計算図は、事故後の構造物の残存状況と整合する。

3. 事故原因に係る SCI の結論

T13U 仮設支柱の上流側パイルキャップにおける不等沈下(内陸側から川側の橋軸方向)が事故の主因であり発端である。パイルキャップにおける不等沈下は仮設支柱のいくつかの部材に対する応力を増加させ、斜材と垂直部材を結合していたボルトを切断し、この仮設支柱の垂直部材を座屈させ、仮設支保工上の構造物の崩壊に至った。

本事業に適用される AASHTO 基準によると、設計の一義的な責任は、公共の安全の確保、すなわち仮設支保工システムの構造的安全を確保することにある。しかしながら、本件事例において構造物の不安定化をもたらした、単一のパイルキャップという小さな範囲における不等沈下は、通常の設計においては予測困難なものであると考えられる。

以上

² 日本側注：鉄筋コンクリート床版。

图 1

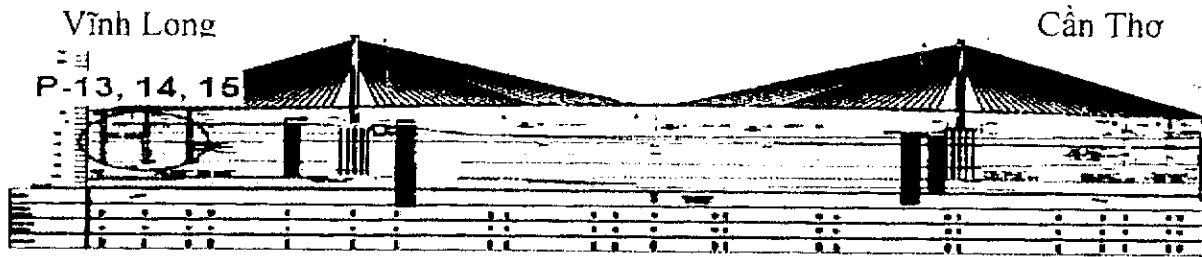


图 2

