

新幸州大橋架設工事中の崩落事故
〔1992年7月31日 ソウル市 韓国〕
國島 正彦^{注1}

韓国の首都ソウル市江西区と京畿道高陽市をつなぐ漢江に架かる新幸州大橋が、建設工事に竣工を目前にして、中央の斜長橋部分を起点として、橋脚10基と道路となる橋桁部分1020mが崩落した。幸いにも、死傷者は零であった。



写真－1 新幸州大橋の崩落事故直後の状況

(写真提供：東京大学 藤野陽三教授)

1. 事象

1992年7月31日午後6時55分頃、韓国のソウル市江西区と京畿道高陽市をつなぐ漢江に架かる新幸州大橋が、突如、崩落した(写真－1、図－1参照)。当日は、午後6時30分に現場作業を終了し、建設現場の作業員が退場した後に崩落事故が起こったので、人命の被害は無かった。施工中の橋梁は、崩落事故の直前まで特別な異常はなかったという。出来上がっていた橋桁上に仮置きしていた数十億ウォン分の各種の資機材が使用不能となる損失と、1987年に、約170億ウォンの工事費で着工し、1992年12月の竣工を目前としていたが、この崩落事故で、2年3ヶ月の工期遅延を余儀なくされた。

新幸州大橋は、図－2に示すように橋長1460m、幅員14.5m、中央部の3径間連続斜長橋(100m+120m+100m)の区間と両側の支間60mの多径間連続桁の区間からなる、プレストレストコンクリート箱桁道路橋である。下部工は、ケーソン基礎あるいはバレット杭基礎と鉄筋コンクリートの橋脚および斜長橋区間の主塔、および、橋台で構成されている。

崩落状況の特徴として、800mの全区間がプレストレストコンクリート連続箱桁構造で一体の連結状態になっていたため、全区間が一挙に崩落してしまったこと、および橋桁の様々な箇所が全断面が破断するという破壊形態が起こったこと等が挙げられる。

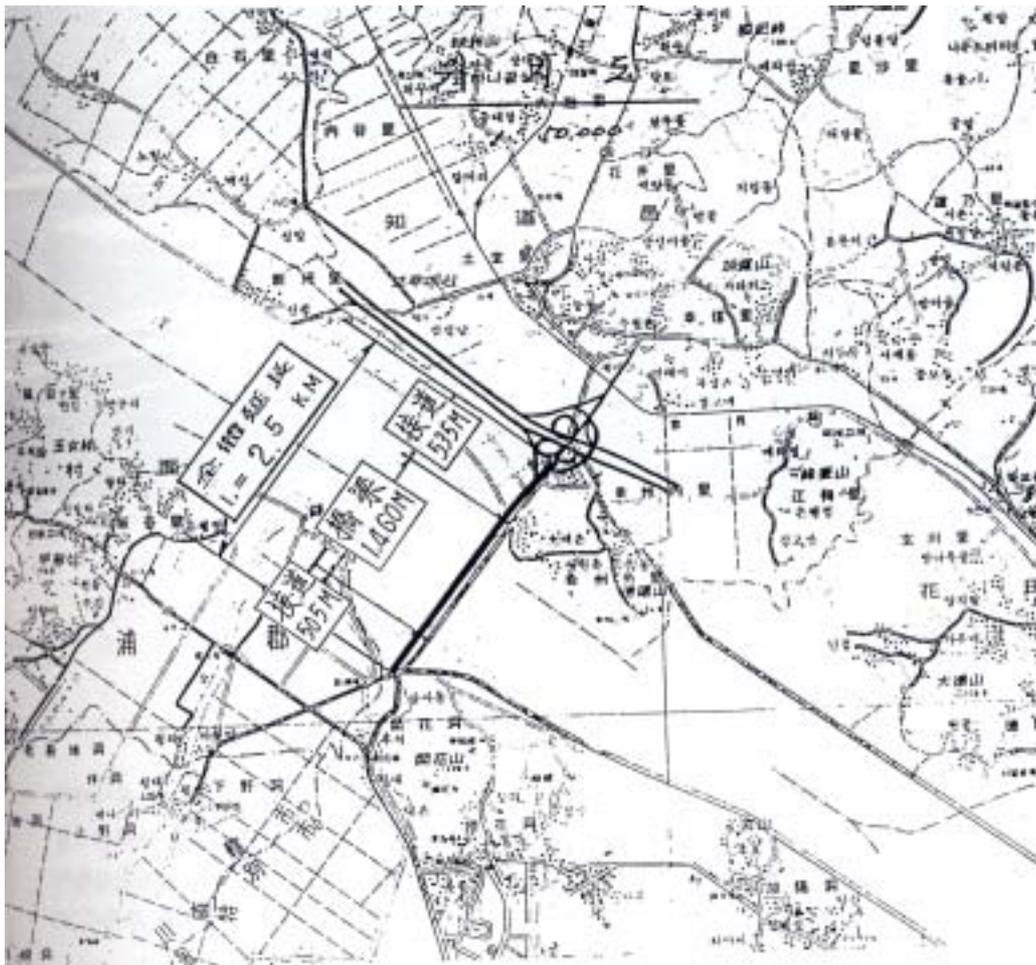


図-1 新幸州大橋の位置図

2. 経過

プレストレストコンクリート連続箱桁は、押し出し工法 (Incremental Launching Method) によって架設した。両側の橋台付近に設置した製作ヤードで、1 ブロックを20m毎に施工し、これを次々と連結しながら押し出した。北側の橋台側から南に向かって800m、南側の橋台側から北に向かって660mを押し出して完成するように計画された。

上部構造 (橋桁部分) の径間は60mであるので、100mおよび120mと径間長が大きい斜長橋区間に各径間毎に2カ所の仮支柱 (仮橋脚) を設置すると共に、両側の製作ヤード付近の第一径間に各々1カ所、および、両方からの橋桁が突き合わせされて閉合する径間に1カ所の仮支柱 (仮橋脚) を設置した。

3径間のプレストレストコンクリート斜長橋の斜長ケーブルは、一般的な鋼製の可撓性ケーブルでなく、剛性の大きいプレストレストコンクリート部材を用いていることが特徴の一つである。

3径間の斜長橋の径間割が、120mの中央径間に比べて側径間が100mと大きいため生ずる中央径間に負の反力 (断面力) を抑制するために、中央径間の中央部分20m区間にカウンターウェイトの無筋コンクリートを適切な時点で打設する設計とした。この

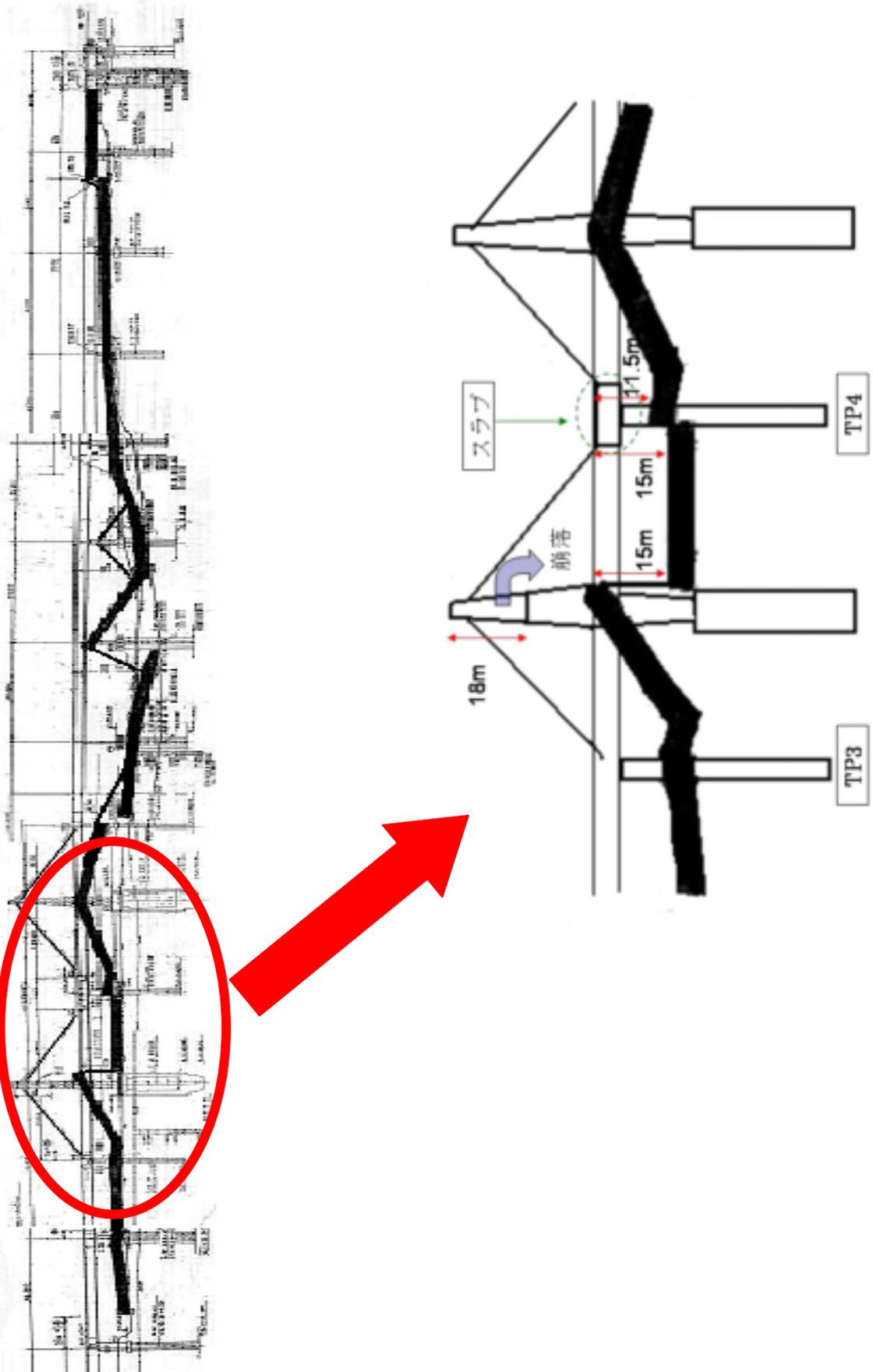


図 2 新十川六個の橋梁による崩落部分の概略図（出典：各種資料より著者作成）

カウンターウェイトの無筋コンクリートを崩落事故の直前に打設してしまったことが、中央径間に設置されていた仮支柱（仮橋脚）への想定外の荷重増加として作用したといわれている。

崩落事故の当日までに、ケーソン基礎、バレット杭基礎、橋台、橋脚、斜長橋の2基の主塔、プレストレストコンクリート連続箱桁部分は、軍事目的の設備を除いて、すべて完成していた。斜長ケーブルは、片側の主塔に架設が完了し、もう片側の斜長ケーブルは、橋桁の床版の表面に仮置きされていた。斜長ケーブルに所定の緊張力（プレストレス）が導入されないまま、橋桁との定着部分のコンクリート打設作業が行われていた。

崩落事故が発生し、北側の橋台側から南に向かって押し出した全長約800mのプレストレストコンクリート連続箱桁部分は全て崩壊し、片側の主塔は折れて破損した。仮支柱（仮橋脚）および10基の橋脚が著しく破壊あるいは崩壊した（図-2参照）。

3. 原因

斜長橋の2主塔間の中央径間が崩壊の起点であり、その仮橋脚の崩壊が直接的な原因と考えられている（図-3参照）。

押し出し工法によってブロック毎に連結施工されたプレストレストコンクリート連続箱桁の連結部分が、斜張ケーブル部材の取り付け作業およびカウンターウェイトの無筋コンクリート打設の影響で連結性能が著しく低下し（剪断スリップ）、そのために、仮支柱（仮橋脚）に作用する垂直荷重の偏心量が著しく増大した。その結果、仮支柱（仮橋脚）の荷重支持機構が著しく脆弱化して、想定外の力と変形が主塔近傍のプレストレストコンクリート連続箱桁および斜張ケーブル部材に作用し、主塔および橋桁部分の破壊に至った。プレストレストコンクリート連続箱桁は、800mの区間全体が連結した連続桁構造であったため、1ヵ所の崩壊による荷重作用状態の大変化によって変動した断面力や支点反力が部材の終局耐力を上回った部分が次々と破壊して崩壊したと考えられる。

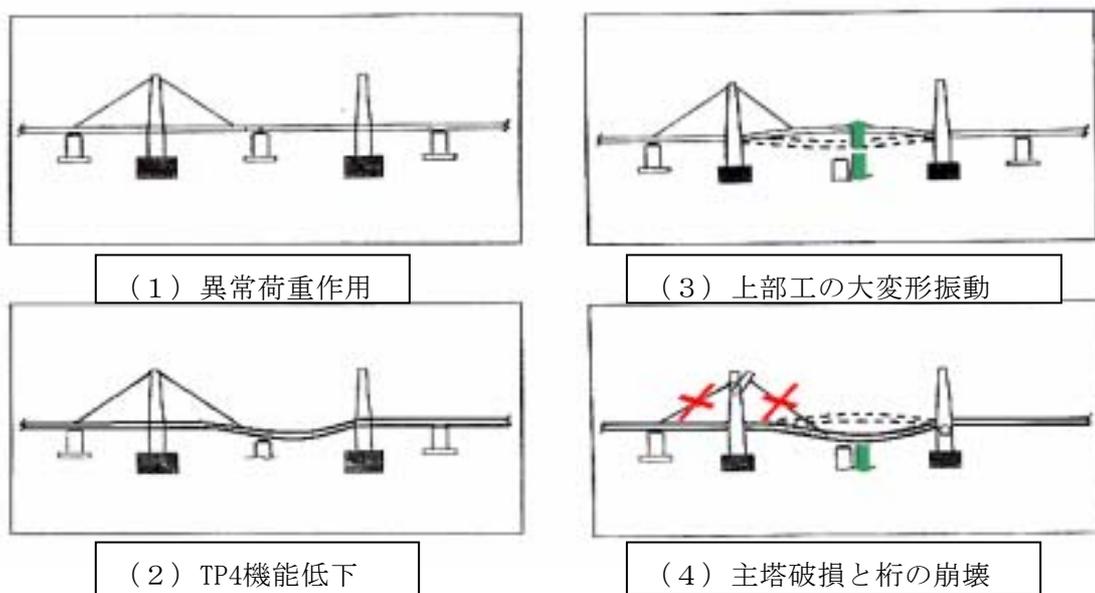


図-3 斜長橋区間の中央径間の崩壊メカニズム（出典：各種資料より著者作成）

仮支柱（仮橋脚）の荷重支持性能に関する設計および施工に不具合があった可能性がある。しかし、架設中に発生する荷重と、それが仮支柱（仮橋脚）や斜長ケーブル、および上部構造や下部構造に作用する影響の事前検討なしに作業が遂行されていたので、設計時に想定した荷重より過大な荷重が作用して部材（断面）破壊し崩壊事故が発生したことは明らかといえる。

大韓土木学会の事故報告書によると、斜張橋の不適切な径間割、斜張ケーブル工法の不適切な選定、隣接の連続桁区間との無理な連結施工、橋脚基礎工法の不適切な選定、仮支柱（仮橋脚）の位置と構造の不適切な決定、2主塔間の径間にある仮支柱（仮橋脚）の安全度の不足、橋梁の設計において、上部工および下部工の設計機関と斜張橋の設計機関が異なることによる連携不足、そして、本工事に参画した施工者、設計者、監理者が全般的に能力が不足していたことに加えて、頻繁に人事異動して担当者の煩雑な交替があったこと等が事故原因として挙げられている。

プレストレストコンクリート連続箱桁橋梁における主要材料であるレディミクストコンクリートの品質不良が疑われたが、現場の抜き取り材料試験の結果から、コンクリート材料としての欠陥はなかったことが判明している。

4. 対処

橋梁の崩壊した部分は撤去して新しい橋梁を架設することとした。

撤去した構造物は、プレストレストコンクリート連続箱桁部分の全区間（ $L = 1020$ m）、斜張橋の主塔の破損した1基の橋脚と主塔部分（ケーソン基礎上部まで）、橋脚12基となった。構造物の解体は、ブレーカー（大型削岩機）、落下鋼製球体打撃工法、無振動高温高圧ジェット工法、ワイヤー鋸工法等が使用された。1基の主塔の撤去は、水平載荷試験によって安全性を検討した結果から決定した。

復旧工事は、下部構造をドイツDS社および上部構造を米国DRS社の共同企業体が契約を締結し、徹底した設計照査と施工管理を実施して、1995年5月19日に新幸州大橋は開通した。

5. 対策

復旧工事に伴う技術的検討の結果、数多くの設計変更が実施された。

(1) 剛性の大きいプレストレストコンクリート部材の斜張ケーブルを、可撓性の大きい鋼製斜張ケーブルに変更して、施工性を高め、死荷重を軽減した。

(2) 斜張橋区間（300 m）を、プレストレストコンクリート連続箱桁から鋼・コンクリート合成桁へ変更し、主塔への荷重を低減させると共に、連続押し出し工法による区間を420 mとした。

(3) 撤去した12基の橋脚の基礎は、円形の場所打ちコンクリート杭に変更し、本数と長さを増加させた。橋脚は、中空断面内に隔壁を追加して剛性を高めた。斜張橋区間の仮支柱（仮橋脚）3基は、2基を永久構造物に変更し、仮設構造物の1基は、コンクリート製から鋼製支柱に変更した。

韓国政府建設局は、全国の公共工事と公共施設に対する安全診断、および、国道の橋梁

に対する特別点検を実施した。

設計施工監理会社の責任と権限を強化し、建設監理体制を向上させるために、建設監理技術に関する法律や条例、技術基準等を制定する必要性が共有された。

建設業者の施工能力を判断するための事前資格審査制度（P. Q.）が導入された。

公共工事の入札・契約に伴う不正を防止するために、予定価格・基礎調査金額の事前公開、複数の予定価格制度、入札・契約監視委員会の設置拡大、等の改善策が導入されると共に、入札情報の事前漏洩に関する罰則が強化された。

6. 知識化

新しい技術好きの生兵法は大怪我のもと。

外国製輸入技術の未消化適用は致命的な事故を招く。

建設生産・監理システムにおける、材料の選定、設計、施工の一連の過程を統合して理解しつつ監理できる統括責任技術者が必要である。しかし、その育成には困難が伴う。

建設作業に伴って、構造物本体あるいは架設作業機器を移動させる場合は、架設作業中の各段階の荷重条件および構造系の変化を考慮した施工時の設計が重要である。

準備不足（技術蓄積）と平和ボケ（危機管理の放念）で欲をだすと大事故のもと

7. 背景

韓国の1970年代の急速な経済成長の勢いと余裕から、首都ソウル市に建設された橋梁に美的感覚がないという指摘が1980年代に高まっていた。この指摘に、あまりにも敏感に反応した政府当局者が、外見が優美で軽快といわれていたプレストレストコンクリート斜張橋に、安全性や構造特性を十分に把握しないままに最新の工法だと飛びついた経緯がある。この架設工法が韓国内で始めて実施されるものであったため、コンクリート斜張橋の設計および施工示方書や技術基準が未整備であった。しかし、政府当局は、国内技術の向上を図るために、未だ一般的となっていない新工法の導入を認可したが、新工法に伴う特記仕様書の整備を徹底的に要求しなかった。また、国会に設置されている中央設計審査委員会の審議においても、一般的な注意事項を示すだけに留まり、施工中および架設中の技術的注意点には言及していなかった。その結果、設計施工に関する技術的検討および安全性の評価等はすべて外国人技術者に依存してきたことが事故の直接的要因と指摘された。プレストレストコンクリート部材で製作された重量120トンの斜張ケーブルを、連続箱桁橋の床版表面に放置しておくという常識では考えられないことが、オーストリアの外国人技術陣が問題にしなかったので、建設現場に関係する韓国側の技術者も誰一人として問題としないで見過ごしてしまったことが致命的な要因といわれている。

施工者の碧山建設（株）は、所要の設計技術および架設計画技術を自前で保有していないので、下請業者へ一括下請け（丸投げ）していた。入札・契約に伴って必要となる設計図書や施工計画書は、下請業者が作成したものを借用して、そのまま流用していた。設計施工監理者の建設振興公団および優待技術団の技術者は、新工法であるプレストレストコンクリート斜張橋の設計施工監理を所管できる技術水準に達していなかった。

当時の韓国の建設業界は、建設資材の調達難（セメント・骨材等の資材不足と不良資材

の流入)と労働者不足(未熟練無経験労働者の流入)に見舞われており、新幸州大橋は、さらに政府の予算不足の影響で、当初の1990年末竣工予定が1992年末までに大幅に工期が遅延してたので拙速に工事を進めようとする慌ただしい雰囲気があったことも事故の原因として指摘されている。

設計段階において施工順序(架設順序)を考慮した体系的な計画をしなかったため、施工開始後に煩雑に設計変更と施工方法変更が実施された。その結果、仮支柱(仮橋脚)の作用荷重を急激に増加させることが見落とされた可能性がある。

この当時、韓国政府の公共工事は、国、地方自治体、政府投資機関(公団)等の発注者当局が、公共事業の竣工目標年度を工事特性に関する十分な検討をしないで一方的に決定し、それを設計施工業者に提示する方式が慣行化していた。公共発注者は、事業の竣工時点を早めようとして、余裕のない短い設計期間を設定し、建設現場の地質や地盤調査および地形や河川状況の測量調査等の事前調査が粗雑になっていた。そのため、建設工事の開始後の施工途中に設計変更せざるを得ない事柄が数多くあった。

それに加えて、公共発注者の工事監督と検査が、外観を眺める程度の粗雑粗略のものであったという。

8. 後日談

1988年のソウル・オリンピックの大成功を契機に経済発展途上にあつた韓国において、1990年初頭までに連鎖的に起こつた新幸州大橋を始めとする崩壊事故は、政権交代時期における社会全般政府機構等の規律弛緩と関連している深刻な問題と思われた。その後の対処・対策によっては、今後の大惨事につながる可能性があるため、政府当局の後続的な不正や、各種の建設工事の手抜きや不正を改善するための大手術が必要として指摘された。しかし、約2年後の聖水大橋の崩壊落下事故あるいは営業中の三豊デパートの床崩壊落下事故等、この指摘は不幸にも的中することとなる。

9. よもやま話

新幸州大橋の崩壊事故から約2年後、供用中に崩落し多数の死傷者をだした同じソウル市の漢江をわたる聖水大橋の事故に関しては、我が国の新聞や雑誌等に数多くの記事が掲載された。新幸州大橋の事故の場合は、人命への影響が皆無であつたせい我が国における報道は殆どなかった。本稿の記述内容は、すべて韓国語の資料から翻訳したものである。

注1 東京大学大学院 新領域創成科学研究科

環境学研究系 環境学専攻

国際環境基盤学大講座/都市環境基盤開発学分野 教授

東京大学大学院 工学系研究科社会基盤学専攻 教授(兼任)