

落橋防止装置等の溶接不良に関する有識者委員会

中間報告書

平成27年12月22日

落橋防止装置等の溶接不良に関する有識者委員会

落橋防止装置等の溶接不良に関する有識者委員会 中間報告書

目次

	ページ
はじめに	1
I 有識者委員会の設置	2
1. 設置の趣旨	
2. 有識者委員会の構成	
3. 有識者委員会の開催経緯	
II 落橋防止装置等の溶接不良事案の概要等	3
1. 落橋防止装置等の溶接不良の現状等	
2. 落橋防止装置等の完全溶込み溶接の特徴	8
III 落橋防止装置等の機能及び溶接不良の影響等	9
1. 落橋防止装置等の機能	
2. 溶接不良が引張強度に与える影響（引張試験結果）	13
IV 落橋防止装置等の溶接不良事案に係る原因分析	20
1. 溶接不良事案に関して確認された不正行為	
2. 不正を生むこととなった環境・背景	21
3. その他溶接の不具合を生んだ原因	22
V 原因分析を踏まえた再発防止策	24
1. 基本的考え方	
2. 具体的な再発防止策	
VI 落橋防止装置等の補修・補強等について	28
おわりに	30
参考資料	31

はじめに

平成 27 年 8 月に、京都府内の国道 24 号勸進橋において、耐震補強工事に使用された落橋防止装置等の溶接部における不良が確認された。本事案における溶接不良の原因は、製作会社である久富産業（株）が工場内の溶接作業工程の一部を意図的に怠っていたことが原因である可能性が高いとともに、検査会社である（株）北陸溶接検査事務所の職員も不良データの隠蔽を行っていた可能性があることが判明した。

これを踏まえ、国土交通省、高速道路会社、地方公共団体等において調査が進められたところ、久富産業（株）等が同様の不正を働いた疑いのある製品が他の橋梁にも多数あることが判明するとともに、久富産業（株）以外の製品についても、同様の溶接不良の製品が発見された。

落橋防止装置等の溶接不良に関する有識者委員会は、以上の状況を踏まえ、原因究明と再発防止策等について専門的見地から検討し、国土交通省に対して提言を行うことを目的として設置されたものである。

本中間報告書は、これまでの検討を踏まえた再発防止策等について、国土交通省に対する提言としてとりまとめたものである。なお、本中間報告書は、本件事案の責任を問うことを目的としたものではない。

I 有識者委員会の設置

1. 設置の趣旨

平成 27 年 8 月に、京都府内の国道 24 号「^{かんじんぼし}勸進橋」において、落橋防止装置・変位制限装置（以下、「落橋防止装置等」という）の溶接不良が発見された。

溶接不良の原因として、製作会社である^{ひさとみ}久富産業（株）（福井県福井市）が意図的に工程を省いた疑いのある製品を納品したこと、加えて検査会社である（株）北陸溶接検査事務所（福井県福井市）の職員も不正を働いた可能性があることが判明した。これを踏まえ、国土交通省、高速道路会社、地方公共団体等において調査が進められたところ、久富産業（株）等が同様の不正を働いた疑いのある製品が、他の橋梁（落橋防止装置等）にも使用されていることが分かった。さらには、久富産業（株）以外の製品についても溶接不良の製品が発見された。

これらを受けて、国土交通省は、原因究明と再発防止策等について専門的見地から検討し、国土交通省に対して提言を行うことを目的とした「落橋防止装置等の溶接不良に関する有識者委員会」を設置した。

2. 有識者委員会の構成

委員会は以下の委員により構成された。

委員会名： 「落橋防止装置等の溶接不良に関する有識者委員会」

委員長： 森 猛 法政大学教授

委員： 秋山 充良 早稲田大学教授

委員： 大森 文彦 東洋大学教授・弁護士

委員： 金井 道夫 (公財) 日本道路協会 橋梁委員長

委員： 村越 潤 国立研究開発法人土木研究所
橋梁構造研究グループ 上席研究員

3. 有識者委員会の開催経緯

第 1 回開催： 平成 27 年 10 月 13 日（火）16:00 ～ 18:00

場所) 中央合同庁舎 3 号館 4 階特別会議室

第 2 回開催： 平成 27 年 12 月 4 日（金）12:00 ～ 14:00

場所) 中央合同庁舎 3 号館 4 階特別会議室

第 3 回開催： 平成 27 年 12 月 22 日（火）16:00 ～ 18:00

場所) 中央合同庁舎 2 号館 共用会議室 3A・3B

II 落橋防止装置等の溶接不良事案の概要等

落橋防止装置等の溶接不良事案について、国土交通省等が実施した調査結果及び今後の調査見込み等については、以下の通りである。（「現時点」とあるのは、平成 27 年 12 月 18 日時点のものである。）

1. 落橋防止装置等の溶接不良の現状等

(1) 勸進橋での事案発覚

平成 27 年 8 月に京都府内の国土交通省管理の国道 24 号勸進橋^{かんじんばし}において、耐震補強工事の完了後に落橋防止装置等の溶接部に不良が確認された。溶接不良確認後、国土交通省等が、当工事の元請会社であるショーボンド建設（株）（東京都中央区）、製品製作会社である久富産業（株）及び溶接検査会社である（株）北陸溶接検査事務所に対するヒアリング等を実施し、以下の事実を把握した。

- ① 久富産業（株）が、工場内の溶接作業工程の一部（裏はつり^{＊1}）を意図的に怠っていた可能性が高い
- ② （株）北陸溶接検査事務所の職員が、納品の際に求めている超音波探傷試験の実施の際に不良データを隠蔽していた可能性がある
- ③ 久富産業（株）等は、他の橋梁の工事においても、同様な不正行為を行っていた疑いがある

※1：突き合わせ溶接で、片面溶接後、裏溶接に先立って開先^{かいさき}※2底部の不良部分あるいは第1層部分を裏面からはつりとること。ガウジング^{＊3}は、その一つの手法。

※2：先端部を斜めに削り取る作業のこと

※3：高熱で溶接部を一部溶かしつつ、不純物を吹き飛ばし、深掘りを行う作業のこと

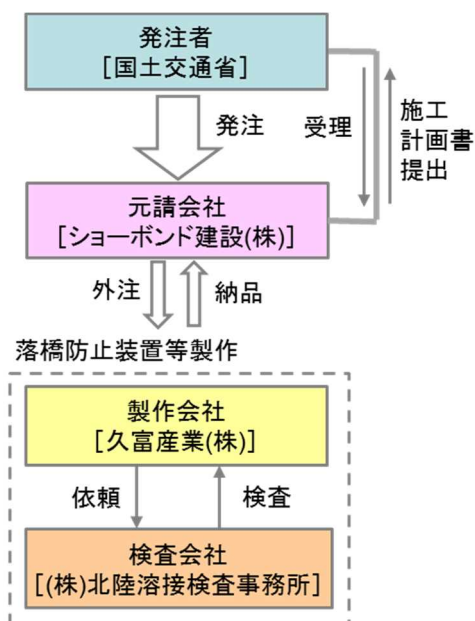


図 II - 1：勸進橋耐震補強工事の体制図
(落橋防止装置等関連部分)

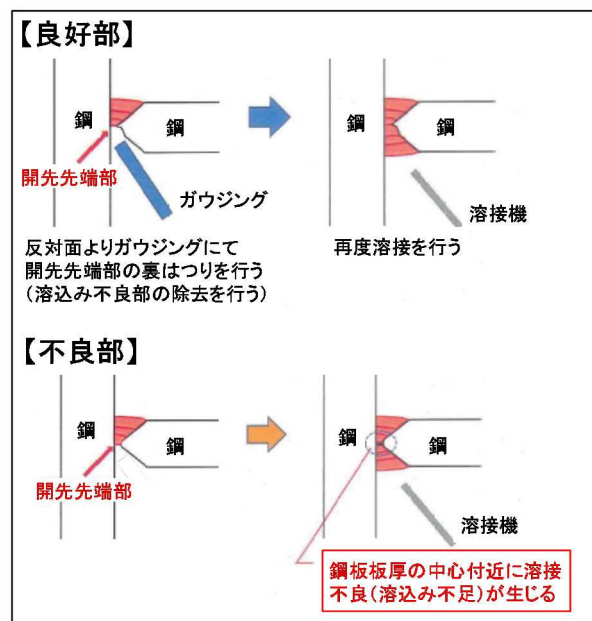


図 II - 2：完全溶込み溶接の作業内容

以上のことから、国土交通省は、高速道路会社をはじめとする他の発注者とともに、落橋防止装置等の完全溶込み溶接部の健全性について、久富産業(株)の製品を使用した他の橋梁でも検査を行うほか、久富産業(株)以外の製作会社の製品についても、元請会社の協力により抜き取り非破壊検査等を行うことにより、その現状を把握することとした。

(2)久富産業(株)の製品に対する検査

① 国土交通省及び高速道路会社が管理する橋梁

国土交通省及び高速道路会社が管理する橋梁において、久富産業(株)の製品を使用している橋梁の特定作業が進められたところ、205橋梁(国土交通省管理175橋、高速道路会社管理30橋)での使用が判明した。これらの全ての橋梁について、元請会社の協力により、完全溶込み溶接部の健全性の検査が実施された結果、169橋(国道24号勸進橋含む)(国土交通省管理144橋、高速道路会社管理25橋)で不良品が確認された。

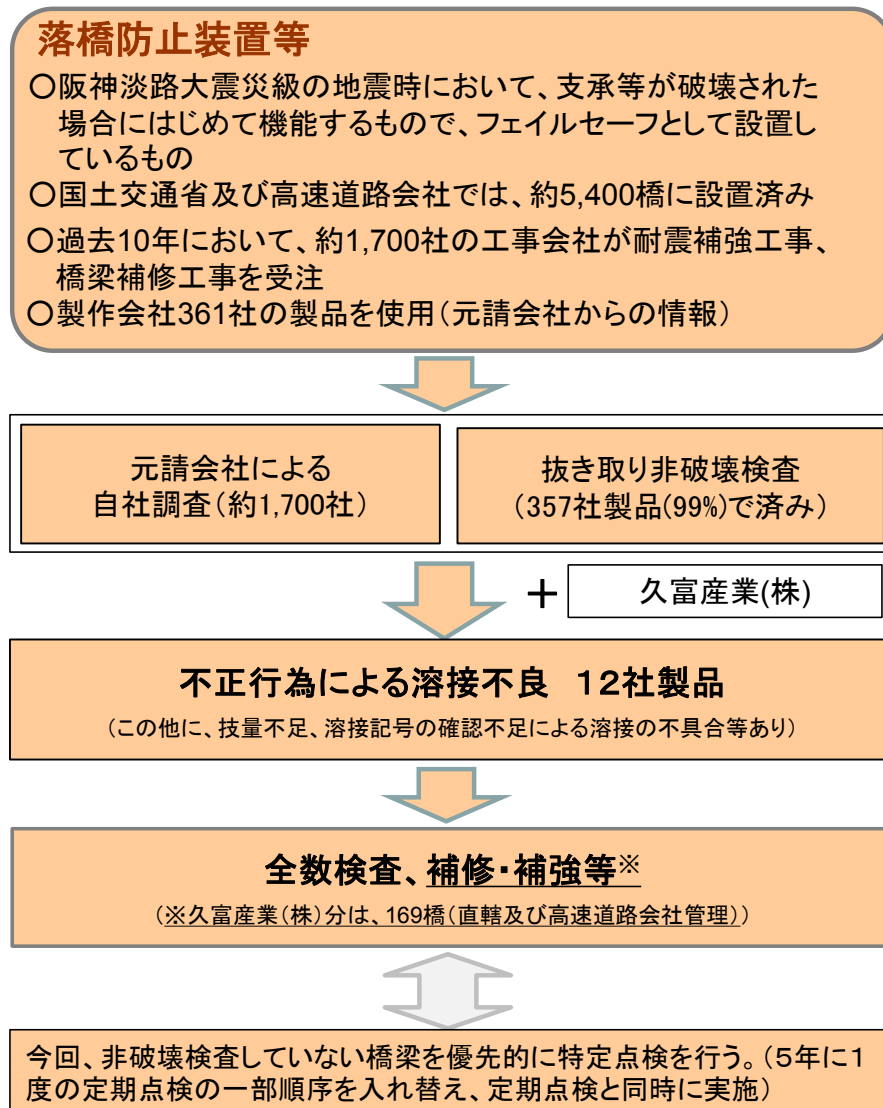
② 地方公共団体等が管理する橋梁

地方公共団体及びその他関係機関が管理する橋梁については、久富産業(株)及び(株)北陸溶接検査事務所から提出された過去の納品先の資料を参考に、それぞれの機関において、久富産業(株)の製品の使用橋梁の特定作業が進められた。その結果、78機関の351橋での使用が判明している。これらについては順次検査が進められており、現時点において、検査が完了した橋梁247橋のうち、67機関の214橋で不良品が確認されている。

(3) 久富産業（株）以外の製品に対する検査

国土交通省及び高速道路会社が管理する橋梁のうち、落橋防止装置等が設置されている橋梁は約 5,400 橋ある。

久富産業（株）以外が製作した製品について不良品の有無を確認するため、国土交通省及び高速道路会社は、過去 10 年間において国土交通省及び高速道路会社から耐震補強工事、橋梁補修工事を受注した全ての元請会社約 1,700 社に対して、工事施工における溶接部材の品質確認に関する自社調査（書面の提出）を要請した。この調査結果において、落橋防止装置等の製作に携わった製作会社が久富産業（株）以外に 361 社あることが確認された。



図Ⅱ－3：不正行為を行った製作会社等の特定フロー

国土交通省及び高速道路会社は、この 361 社の製作会社を全て網羅できるように、元請会社の協力を得て、抜き取りによる非破壊検査を実施してきたところである。そして、完全溶込み溶接部において許容値を超える内部きずが存在する製品が発見された場合には、元請会社、製作会社等へのヒアリングを実施し、その原因究明が行われてきた。この結果、非破壊検査を実施した 357 社の製品のうち、溶接工程を一部省略するなど、不正行為を行っていた製作会社 11 社が特定されたところである。

表Ⅱ－１：不正行為を行っていた製作会社

	製品製作会社	左記製作会社の使用橋梁数※
1	(株)マルエヌ野村工業 ^{のむら}	北海道札幌市 8
2	(株)トーカン工業	千葉県横芝光町 39
3	てっけん 鉄建工業(株)(現:エスイー鉄建(株))	愛知県刈谷市 36
4	やそや (株)八十八工業	静岡県静岡市 11
5	しのだ (株)篠田工業	静岡県静岡市 31
6	フジタ建設工業(株)	三重県玉城町 1
7	ありもと 有元プラント工業(株)	大阪府堺市 1
8	せいさくしよ (有)キシマ製作所	鳥取県鳥取市 10
9	(株)サンベルコ	岡山県岡山市 6
10	たいよう 太陽工業(株)	広島県広島市 2
11	おおいたとうめい (株)大分東明工業	大分県大分市 4
合 計 (重複を除く)		146橋

※久富産業(株)を除く

※国・高速道路会社が管理する橋梁のうち、現時点で判明している橋梁数

これら 11 社の製作会社の製品については、それらが使用されている橋梁の特定作業が進められてきたところであるが、現時点において、国土交通省及び高速道路会社が管理する橋梁において 146 橋あることが判明している（久富産業(株)の製品の使用橋梁は先述の通り 205 橋）。今後は、久富産業(株)の製品と同様、全ての橋梁において完全溶込み溶接部の健全性の検査が行われることとされている。現時点では、66 橋において検査が完了しており、このうち 50 橋において不良品が確認されている。

また、これら 11 社の製作会社から提出された過去の納品先の資料は、関係する地方公共団体等にも提供されており、今後は、各地方公共団体等においても、久富産業(株)の製品と同様の作業が進められていくものと認識している。

また、これら不正行為による不良品の他に、今回の調査の過程において、不正行為はこれまでに確認されていないものの、技量不足により基準を満たさない溶接の不具合や溶接記号の確認不足等による溶接の不具合が、現時点において、113 社の製作会社の製品で確認されている。これら 113 社の製作会社の製品についても、それらが使用されている橋梁の特定作

業が進められてきたところであるが、現時点において、国土交通省及び高速道路会社が管理する橋梁において 596 橋あることが判明している。今後は、不正行為の行われた製作会社の製品と同様、全ての橋梁において完全溶込み溶接部の健全性の検査が行われることとされている。現時点では、319 橋において検査が完了しており、このうち 257 橋において不具合が確認されている。

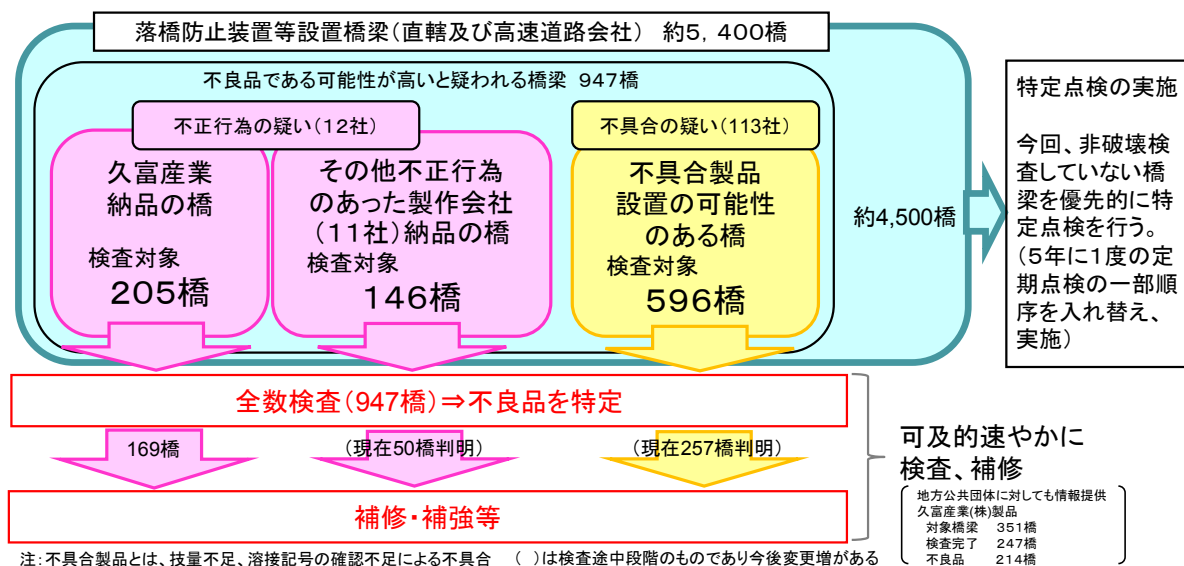
なお、技量不足や溶接記号の確認不足等による溶接の不具合が確認された製作会社の多くは、国土交通省及び高速道路会社の工事での使用実績が少ないと思われる会社である。

また、これら 113 社の製作会社のうち、既に提出のあった 91 社の製作会社に関する過去の納品先の資料は、関係する地方公共団体等にも提供されており、今後は、各地方公共団体等においても、不正行為の行われた製作会社の製品と同様の作業が進められていくものと認識している。

なお、国土交通省及び高速道路会社においては、今回の自社調査及び抜き取り非破壊検査の結果を踏まえ、落橋防止装置等が設置されている橋梁のうち、今回の一連の調査で非破壊検査を行っていない橋梁全てについて、完全溶込み溶接部の健全性の検査を優先的に行う特定点検として、5年に1度の定期点検の一部順序を入れ替えて、定期点検と同時に実施していくこととしている。

(4) 不良品の補修・補強等

国土交通省及び高速道路会社では、不正行為による不良品、及び技量不足や溶接記号の確認不足等により不具合が生じた製品について、全て補修・補強等を行っていく方針としている。



図Ⅱ－４：不良品の確認された橋梁数

2. 落橋防止装置等の完全溶込み溶接の特徴

今回不正行為等が確認された落橋防止装置等の完全溶込み溶接部については、

① 阪神淡路大震災級の地震時において、支承等が破壊された場合にはじめて機能するもので、通常時には応力がかからないため、き裂等の変状が発生しにくく、定期点検での発見は困難である

② 不良となる内部きずが、外部から目視で確認できない

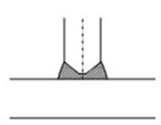
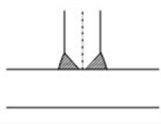
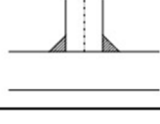
といった特徴があり、それが盲点となり、不正行為等が行われやすい環境が生まれたのではないかと考えられる。

一方、完全溶込み溶接部以外については、品質管理において肉眼及び測定器具等により外部の欠陥を全区間で確認するものとなっており、複数の目で確認することが可能であるため、不正が生じにくいものと考えられる。



また、完全溶込み溶接部においても、落橋防止装置等以外の接合部（桁など）については、車両や風などの荷重が常時作用し、き裂等の変状を定期点検等により早期に発見し、補修が可能となっている。

さらに、橋梁本体については、製造部門と品質管理部門が分離され、多重のチェック体制が整備されているほか、発注者による検査もあることから、不正が生じにくい環境となっていると言える。

これらと比較すると、落橋防止装置等の完全溶込み溶接部については、今回の不正事案に鑑みれば従前のチェックシステムでは十分とは言えず、今後は、橋梁本体と同様に、多重のチェック体制を構築する必要があるものと考えられる。

溶接の種類		適用箇所	溶接後の検査
完全溶込み溶接		引張応力、あるいはせん断応力と引張応力を受ける箇所に適用可能	・内部欠陥を非破壊試験により確認（JIS資格を有する検査者による） ・肉眼により外観の欠陥等を全長について確認
部分溶込み溶接		せん断応力を受ける箇所に適用可能 (引張応力を受ける箇所には適用不可)	・肉眼及び測定器具により外観の欠陥、形状を全長について確認 ※外観は、複数の目で確認することが可能(供用後も確認可能)
すみ肉溶接			

図Ⅱ－５：主な溶接の特徴

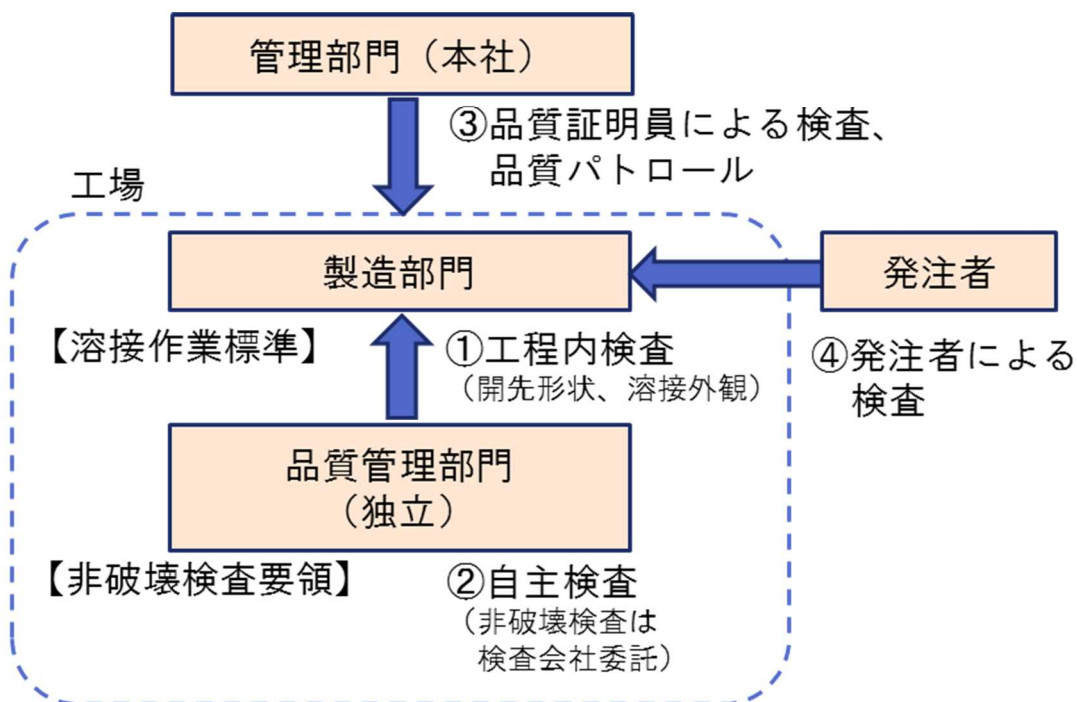
-  荷重が常時作用し、き裂等の変状を定期点検により早期発見・補修可能
-  品質管理を外観等から行うものであり、異常を比較的容易に検知可能

施設名	接合方法			
	完全溶込み溶接	部分溶込み溶接	すみ肉溶接	ボルト
橋(本体)	桁・橋脚	○	○	○
橋(附属)	支承	△	○	○
	落橋防止装置等	○	○	○
附属物等	シェッド		△	○
	ガードレール		△	○
	照明	△	△	○
	標識	△	△	○
	防音壁		△	○

※各施設の接合方法 ○:多く使用 △:使用する可能性がある
 ※上記はあくまで一般的なものであり、個々に異なる事例がある可能性はある

橋本体

- ・製造部門と品質管理部門の分離
- ・多重のチェック体制



図Ⅱ-6：道路構造物に用いられている溶接部の特徴

Ⅲ 落橋防止装置等の機能及び溶接不良の影響等

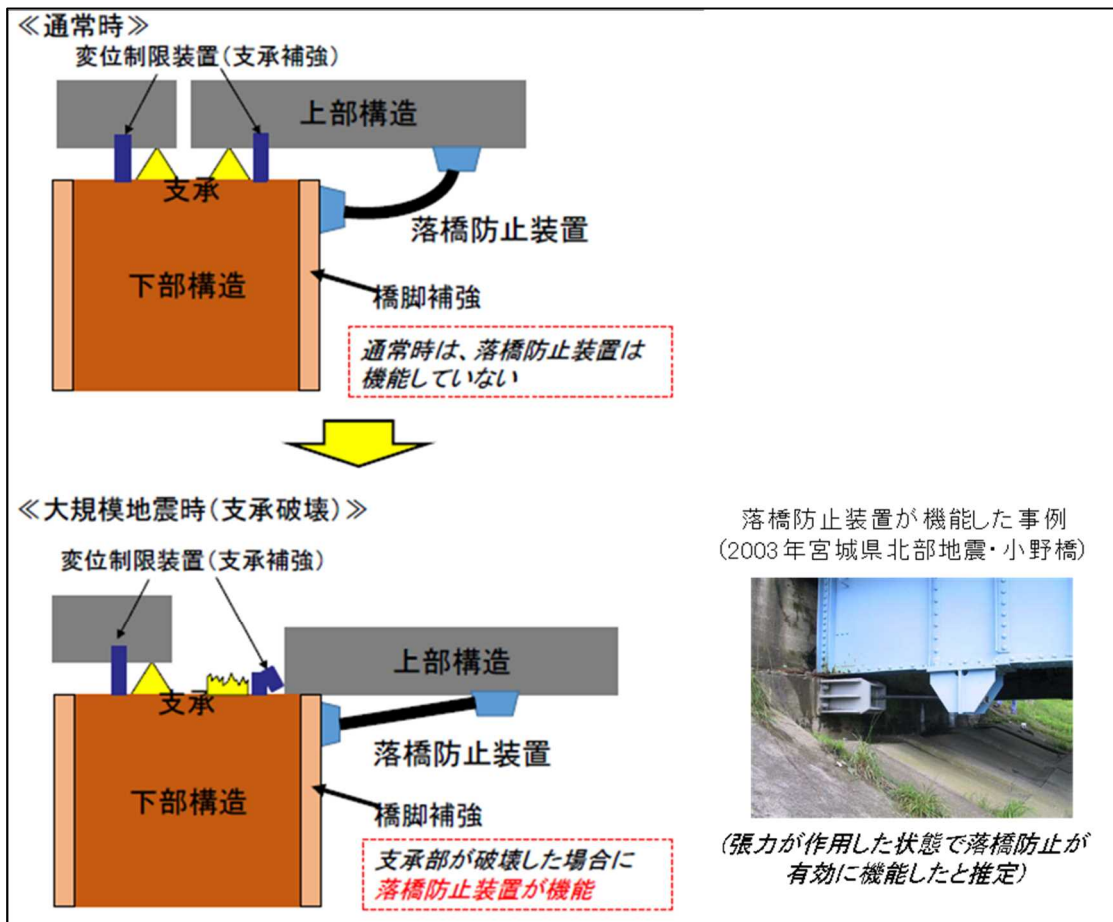
1. 落橋防止装置等の機能

(1) 落橋防止装置の機能

落橋防止装置は、阪神淡路大震災級の地震時において、橋を支える部材（支承）が破壊した場合でも、上部構造の落下を抑止する目的でフェイルセーフとして設置されているものである。

通常の交通荷重を支える状況では落橋防止装置に全く力は作用しておらず、機能していない。また、設計の想定内の地震動を橋が受ける場合でも、橋を支える部材（支承）により耐えるように設計されているため、落橋防止装置には力は作用せず機能しない。

さらに、阪神淡路大震災級の大きな地震動が作用したとしても、設計段階での様々な安全側の配慮と耐震補強などにより、ただちに橋脚や支承が損傷・破壊し、落橋防止装置が必要な状況となる可能性は小さいと期待される。なお、過去に落橋防止装置が機能した事例としては、2003年宮城県北部地震で被災した小野橋（宮城県管理）がある。

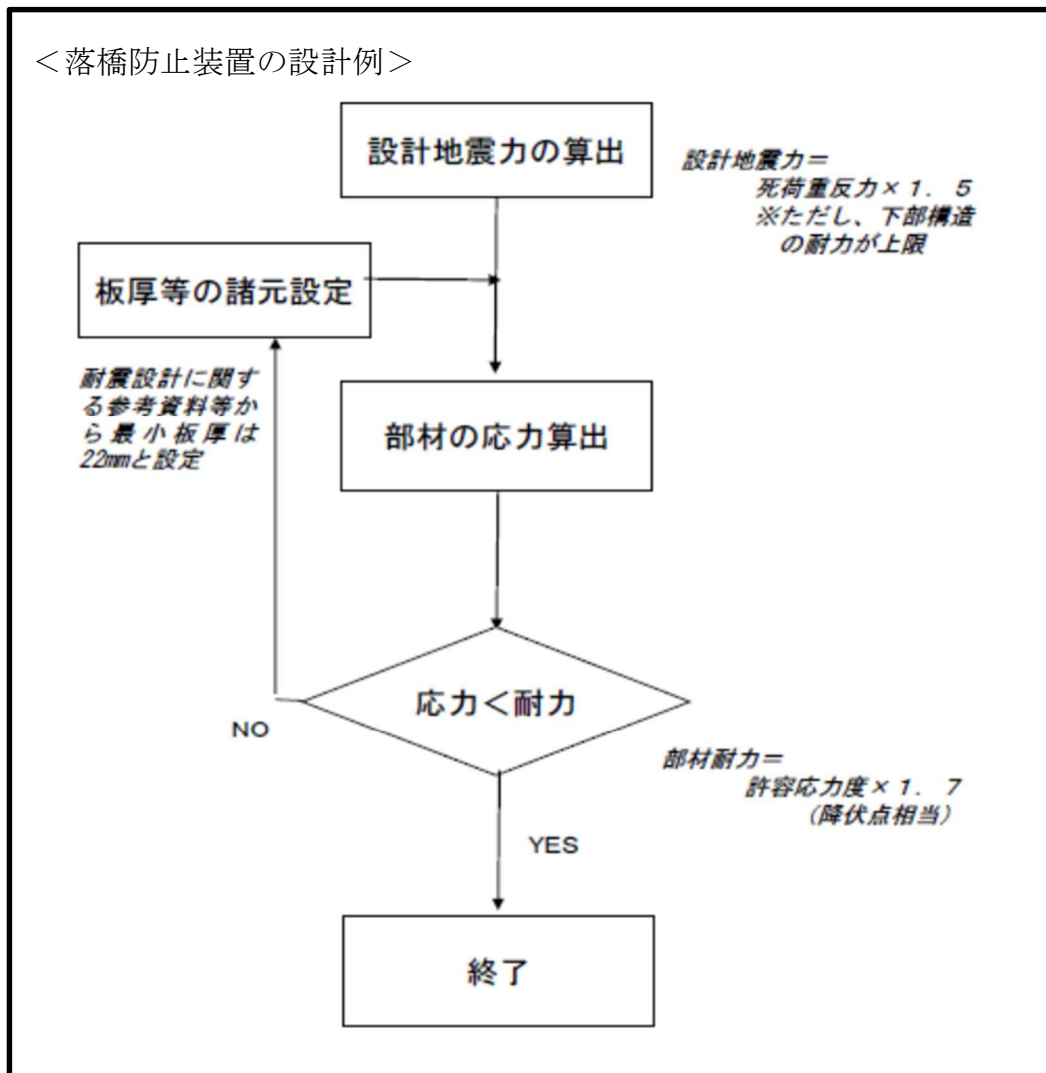


図Ⅲ－1：落橋防止装置の機能

(2) 落橋防止装置の設計

落橋防止装置の設計については、まず作用する設計地震力の算定を行い、溶接部は完全溶込み溶接を前提として、板厚等の構造諸元を設定し、応力が耐力を越えないことの照査を実施する。その結果、満足しない場合には、満足するまで板厚の増加等により繰り返し計算を実施する。

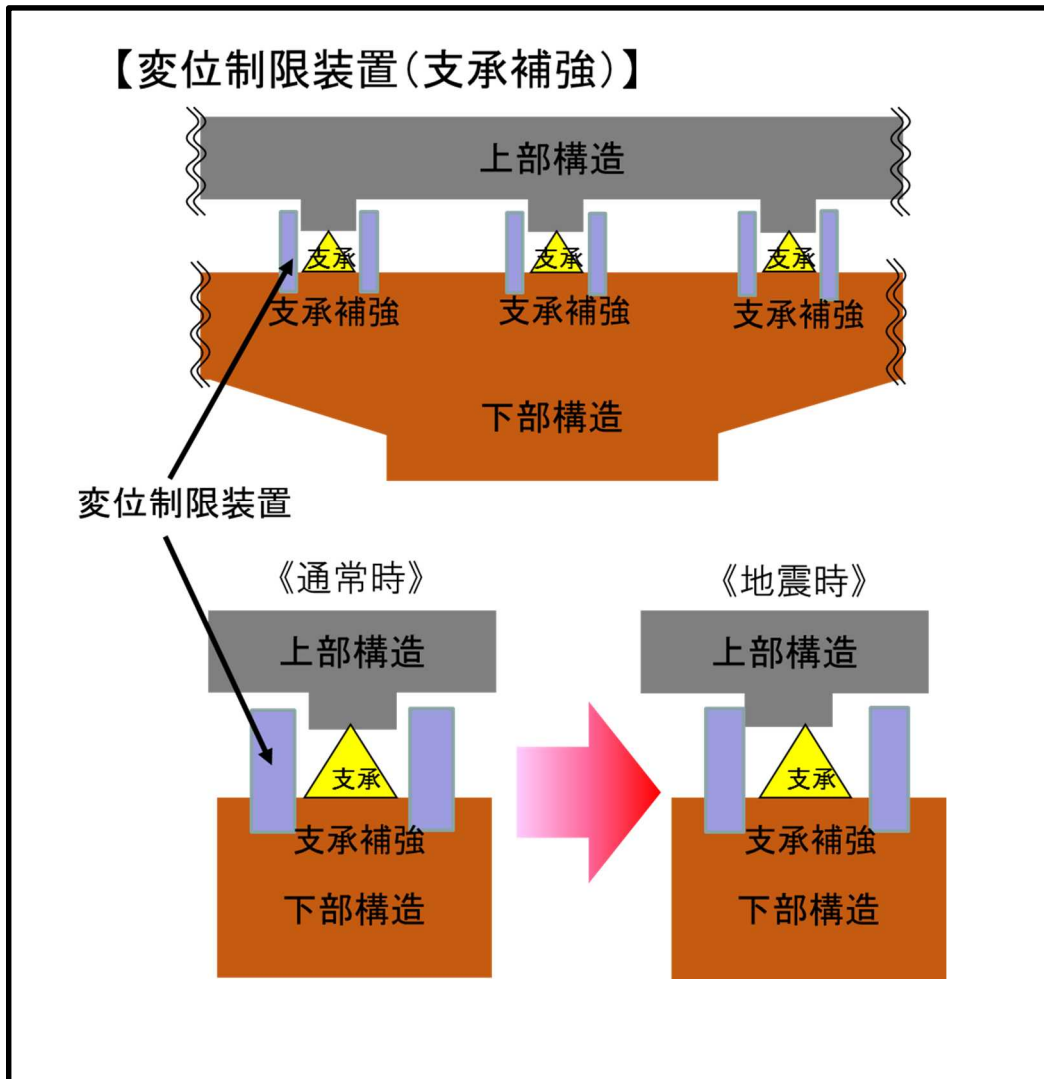
なお、板厚については、耐震設計に関する参考資料等を踏まえ、剛性確保のため最小板厚 22mm が一般的に採用されている。



図Ⅲ－２：落橋防止装置の設計フロー

(3) 変位制限装置（支承補強）の機能

変位制限装置（支承補強）とは、阪神淡路大震災級の地震動により生じる水平力に対して、支承と補完しあって抵抗し、支承の損傷を防ぐ構造物であり、地震後における緊急車両通行の確保を目的に設置しているものである。



図Ⅲ－3：変位制限装置（支承補強）の機能

2. 溶接不良が引張強度に与える影響（引張試験結果）

（1）試験体による引張試験

溶接不良が落橋防止装置等の強度にどのように影響を与えるのかを把握するため、試験体（テストピース）を製作し、引張試験を実施した。試験概要は以下の通りである。なお、今回の試験体は実際の施工条件や未溶着の状況とは異なる可能性があるが、定性的な傾向を把握することを目的としている。

① 実施機関

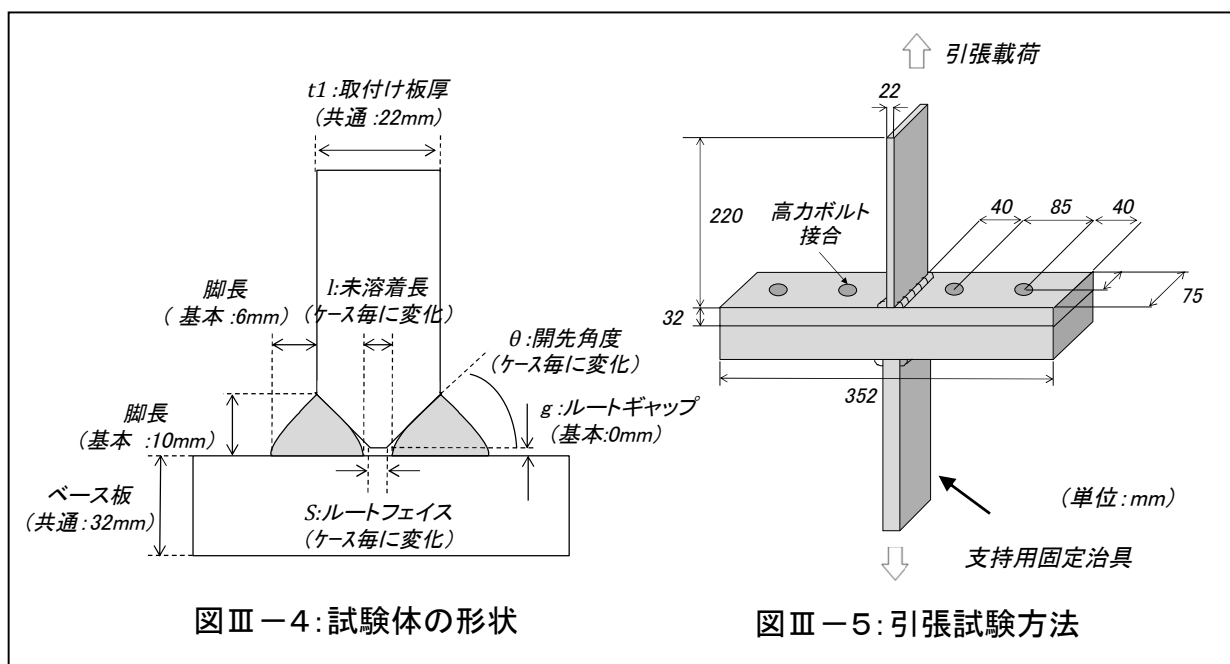
- ・ 国土交通省が委託した民間企業

② 試験体（いずれも取付け板厚 22 mm の T 字継手試験体 24 体）（図 III - 4 参照）

- ・ 溶接部の脚長は一定とし、ルートフェイスを変化させた 4 パターンを 3 体ずつ（計 12 体）、すみ肉溶接を 6 体
- ・ ルートフェイスの未溶着に加えて開先方向にも未溶着や空洞が存在するもの 2 パターンを 3 体ずつ（計 6 体）

③ 試験方法（図 III - 5 参照）

- ・ 試験体を、高力ボルトにより支持用固定治具に固定し、溶接線に対して、直角方向に引張载荷を実施

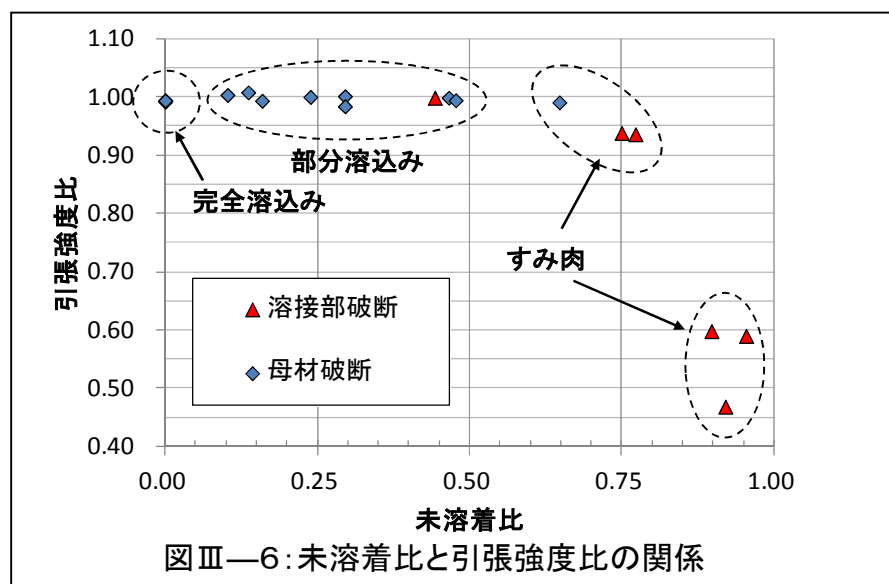


(2) 未溶着と引張強度との関係

引張試験の結果を表Ⅲ—1の通り整理した。この結果、未溶着と引張強度との関係については、以下の通りと考えられる。

- ① 未溶着比が大きい部分溶込み溶接1体及びすみ肉溶接5体が溶接部で破断
 - ・未溶着が存在する場合には、母材相当の引張強度が確保されない可能性がある。特に、すみ肉溶接では引張強度が確保されない可能性が高い。
 - ・一方で両側から開先をとり、溶込みが確保される場合には、相当程度の引張強度を有する可能性がある。
- ② 溶接部で破断した場合、破壊面の状態は試験体により異なる。
- ③ 溶接部で破断した場合、破断時の伸びは母材破断の場合と比較して小さい。
 - ・未溶着が存在し溶接部で破断する場合には、破断時の伸び性能が低下する可能性がある。
- ④ 母材で破断した場合でも、未溶着部の応力集中部からき裂が発生する。

また、図Ⅲ—6は未溶着比と引張強度比の関係を図示したものであり、未溶着が大きい場合は強度が低下することがわかる。



図Ⅲ—6: 未溶着比と引張強度比の関係

未溶着比=未溶着長(測定値)/取付け板の板厚(22mm)
引張強度比=引張強度の測定値/母材の引張強度推定値

表Ⅲ—1：引張試験結果一覧

溶接種類	試験体番号	ルートフェイス (mm)	未溶着長 ^{※1} (mm)	未溶着比 ^{※2}	ルートキャップ ^{※3} (mm)	脚長 (mm)		開先角度 (度)	破断時伸び ^{※3} (%)	引張強度 (kN)		引張強度比 ^{※5}	破断箇所	未溶着部からのき発生
						取付け板側	ベース板側			母材推定値 ^{※4}	測定値			
完全溶込み	1-1	0.0	0.0	0.00	0.0	10	6	45.0	30.2	740	736	0.99	母材	—
	1-2	0.0	0.0	0.00	0.0	10	6	45.0	31.0	742	736	0.99	母材	—
	1-3	0.0	0.0	0.00	0.0	10	6	45.0	30.0	742	738	0.99	母材	—
部分溶込み	2-1	5.5	3.0	0.14	0.0	10	6	50.5	30.1	741	747	1.01	母材	有り
	2-2	5.5	2.3	0.10	0.0	10	6	50.5	29.9	739	742	1.00	母材	有り
	2-3	5.5	3.5	0.16	0.0	10	6	50.5	30.0	737	732	0.99	母材	有り
	3-1	11.0	5.3	0.24	0.0	10	6	61.2	32.4	735	735	1.00	母材	有り
	3-2	11.0	6.5	0.30	0.0	10	6	61.2	31.9	737	738	1.00	母材	有り
	3-3	11.0	6.5	0.30	0.0	10	6	61.2	31.9	745	733	0.98	母材	有り
	4-1	16.5	10.3	0.47	0.0	10	6	74.6	31.3	733	732	1.00	母材	有り
	4-2	16.5	9.8	0.44	0.0	10	6	74.6	18.4	739	738	1.00	溶接部	—
	4-3	16.5	10.5	0.48	0.0	10	6	74.6	32.7	743	739	0.99	母材	有り
すみ肉	5-1	22.0	17.0	0.77	3.0	10	10	—	9.1	738	691	0.94	溶接部	—
	5-2	22.0	14.3	0.65	3.0	10	10	—	33.3	749	742	0.99	母材	有り
	5-3	22.0	16.5	0.75	3.0	10	10	—	9.4	744	698	0.94	溶接部	—
	6-1	22.0	19.8	0.90	0.0	6	6	—	2.2	715	428	0.60	溶接部	—
	6-2	22.0	20.3	0.92	0.0	6	6	—	1.7	715	335	0.47	溶接部	—
	6-3	22.0	21.0	0.95	0.0	6	6	—	1.8	727	429	0.59	溶接部	—

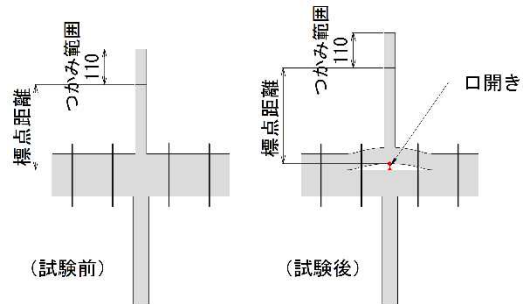
※1 試験体両端部の未溶着長（測定値）の平均値

※2 未溶着長（測定値）/取付け板の板厚（=22mm）

※3 $\left\{ \frac{\text{試験後の標点距離} - \text{試験前の標点距離}}{\text{試験前の標点距離}} \right\} \times 100$

※4 ミルシート値（降伏点：317N/mm²、引張り強さ：437N/mm²）に断面積を乗じた推定値

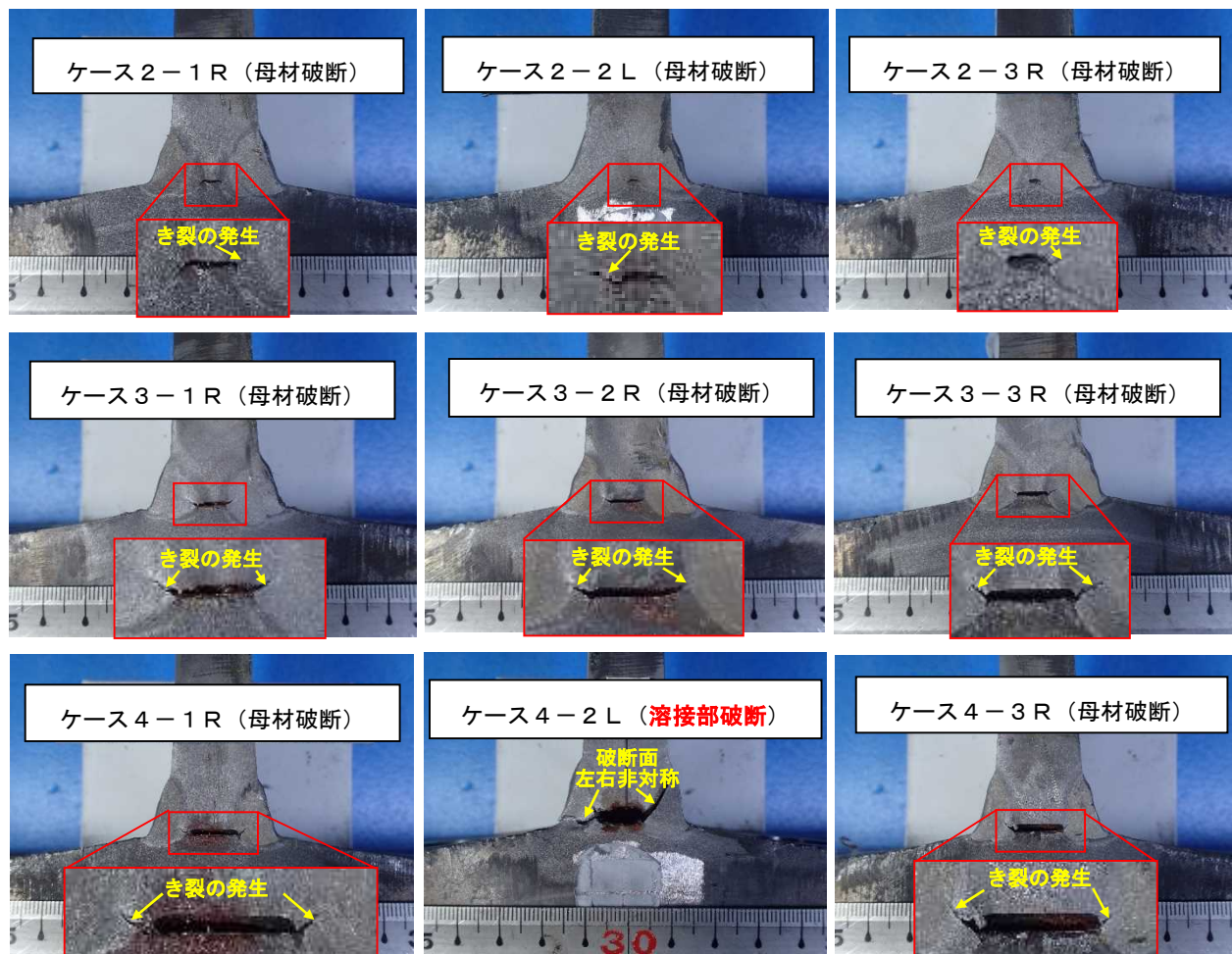
※5 $\left(\frac{\text{引張強度の測定値}}{\text{引張強度の母材推定値}} \right)$



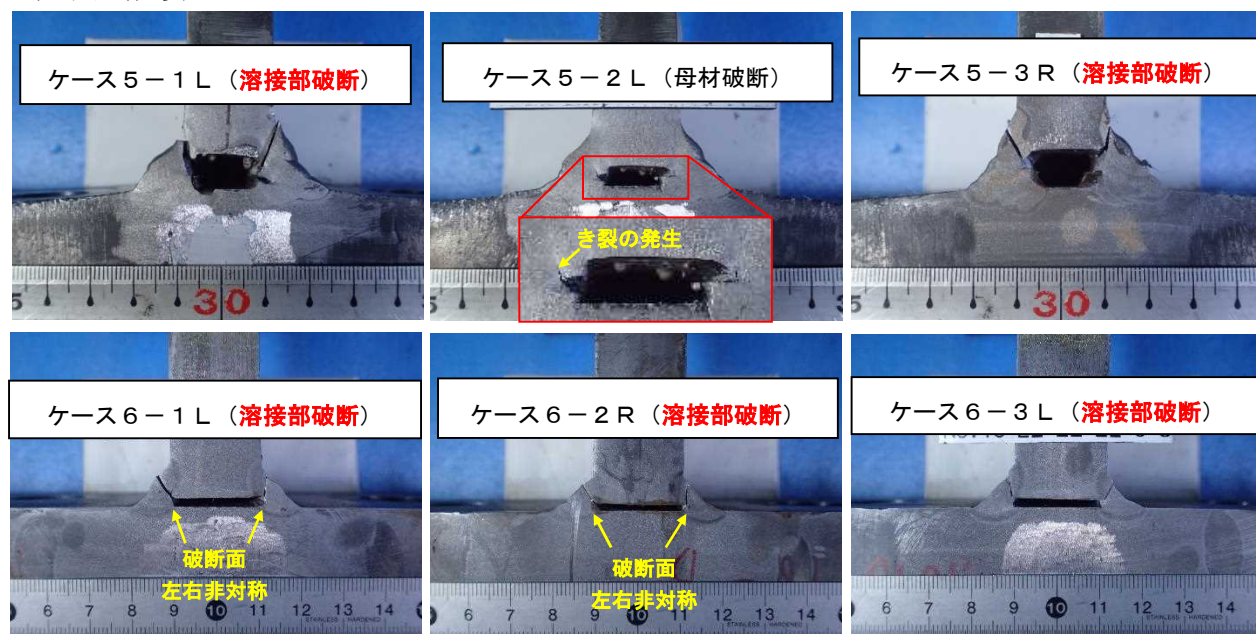
【参考】溶接部の破壊状況写真

※1 ケース名の記号 (L, R) は、試験体の両側端面を指す。
 下記では片側のみの写真 (き裂が明確な端面側) を示す。
 ※2 母材破断の場合、母材の破断部の状況写真は省略

○部分溶込み溶接



○すみ肉溶接



(3) 開先方向の溶接不良と引張強度との関係

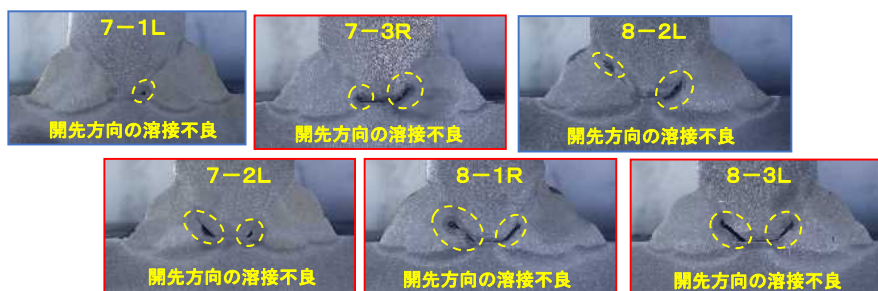
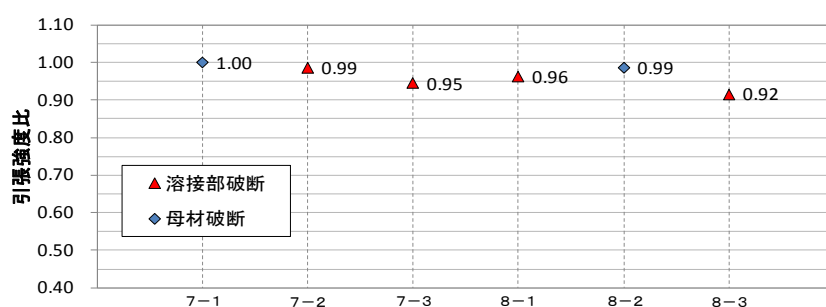
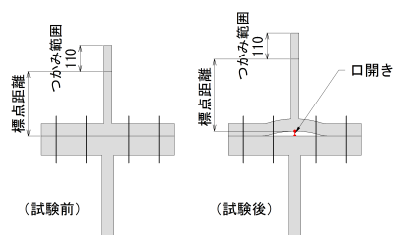
未溶着に加えて、開先方向の溶接不良が強度にどのように影響を与えるのかを把握するため試験を実施した。試験結果は表Ⅲ—2の通りであり、未溶着比に関係なく6体のうち4体が溶接部で破断した。

いずれの試験体も接着面での未溶着比は0.25程度であったが、開先方向に溶接不良（融合不良）がある場合、溶接部での破断も起こり得ることがわかる。なお、図Ⅲ—7に断面写真と引張強度比を示す。

表Ⅲ—2: 引張試験結果一覧

溶接種類	試験体番号	ルートフェイス (mm)	未溶着長 ^{※1} (mm)	未溶着比 ^{※2}	ルートギャップ (mm)	脚長 (mm)		開先角度 (度)	破断時伸び ^{※3} (%)	引張強度 (kN)		引張強度比 ^{※5}	破断箇所	未溶着部からのき裂発生
						取付け板側	ベース板側			母材推定値 ^{※4}	測定値			
部分溶込み	7-1	5.0	6.0	0.27	0.0	10	6	45.0	30.8	722	721	1.00	母材	有り
	7-2	5.0	5.8	0.26	0.0	10	6	45.0	16.5	726	715	0.99	溶接部	—
	7-3	5.0	5.8	0.26	0.0	10	6	45.0	10.5	713	674	0.95	溶接部	—
	8-1	5.0	5.5	0.25	0.0	10	6	45.0	11.7	717	690	0.96	溶接部	—
	8-2	5.0	5.8	0.26	0.0	10	6	45.0	32.6	720	710	0.99	母材	有り
	8-3	5.0	6.0	0.27	0.0	10	6	45.0	8.8	715	655	0.92	溶接部	—

- ※1 試験体両端部の未溶着長（測定値）の平均値
- ※2 未溶着長（測定値）/取付け板の板厚（=22mm）
- ※3 $\left\{ \frac{\text{試験後の標点距離} - \text{試験前の標点距離}}{\text{試験前の標点距離}} \right\} \times 100$
- ※4 ミルシート値（降伏点: 317N/mm²、引張り強さ: 437N/mm²）に断面積を乗じた推定値
- ※5 $\left(\frac{\text{引張強度の測定値}}{\text{引張強度の母材推定値}} \right)$
- ※6 試験体 No. 7 と No. 8 では溶接の条件を変更している



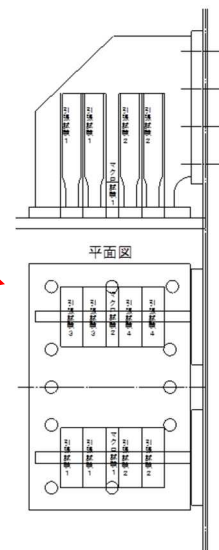
図Ⅲ—7: 開先方向の溶接不良と引張強度比

(4) 勸進橋に用いられた製品の引張試験結果

勸進橋の耐震補強工事を施工したショーボンド建設(株)が、勸進橋に設置されていた落橋防止装置を取り外し、以下の通り引張試験を実施している。

① 引張試験概要

- ・ 試験機関：第三者機関（公的機関）
- ・ 試験部材：上部構造への取付部材のうち、溶接不良部材 4 体、適正な溶接部材 3 体



写真Ⅲ－1：勸進橋に用いられた製品の引張試験部材

② 溶接不良の状況（マクロ写真）

マクロ写真により溶接不良の状況を確認すると、部分溶込み溶接となっていることがわかる。



写真Ⅲ－2：勸進橋に用いられた製品の溶接不良の状況

③ 引張試験結果

引張試験結果は表Ⅲ－３の通り、溶接不良部材も含めて全て母材で破断しており、結果として溶接部は強度が確保されていた。

表Ⅲ－３：引張試験結果

供試体No.	断面積 (mm ²)	荷重 (N)	引張強さ (N/mm ²)	平均引張強さ (N/mm ²)	破断位置
A-2	533.5	263,000	493.0	494.9	母材
A-3	533.5	264,000	494.8		母材
A-4	529.2	263,000	497.0	比率(1.0)	母材
B-1	531.4	259,500	488.3	493.3	母材
B-2	531.4	262,000	493.0		母材
B-3	529.2	261,500	494.1		母材
B-4	531.4	264,500	497.7	比率(1.0)	母材

} 適正溶接部材
} 溶接不良部材

(5) 既往研究との比較

今回の試験は、試験体による限られた試験であり、強度のばらつきも想定されるが、溶接不良と引張強度との関係に関する既往研究^{*}の結果をみても、今回の試験結果と概ね符合している。

※既往研究の例

- ・ 塗装鋼板のすみ肉施工試験および十字継手の引張強度と疲労強度（森猛・三木千壽ほか 1994年3月構造工学論文集）
- ・ 未溶着を有する十字継手の強度評価（神林順子ほか 2007年3月溶接学会春季全国大会）

(6) 試験結果等から得られる考察

以上の試験結果等を踏まえると、今回確認されている溶接不良は、溶接が全くなされていなかったものではなく、「開先^{かいさき}」と呼ばれる先端部を斜めに削り取る作業を伴った溶接がなされており、現時点では、落橋防止装置としての機能が低下している可能性は小さく、強度的には深刻な問題ではない。

しかしながら、溶接不良のある製品を将来にわたって管理する上で、耐久性や不確定要素を考慮すれば、補修等は必要である。

IV 落橋防止装置等の溶接不良事案に係る原因分析

1. 溶接不良事案に関して確認された不正行為

不正行為による溶接不良が見つかった12社の製作会社に関連した事案について、国土交通省等により元請会社、製作会社並びに検査会社等へのヒアリングが行われた結果として明らかになった不正行為を整理すると以下の通りである。なお、一つの事案において、以下の複数の不正行為が行われていた事例もある。

(1) 溶接工程の省略

製作会社が、一部の製品について、要求性能として発注図面に指定されていた完全溶込み溶接を実施していない事例があった。具体的には、ガウジングという工程について、省略や手抜きをしていた。

(2) 不正な検査報告書の作成

検査会社が、必要な検査を一部実施していないにも関わらず、その検査を実施したことにした検査報告書を作成し、提出していた事例があった。製作会社が自ら検査を行った場合についても、不良品を合格としていた事例があった。また、製作会社から製品を調達し元請会社に納品を行っていた会社が、検査において不良品が発見されていたにも関わらず、合格とする検査報告書を作成させていた事例もあった。

(3) 不適正な抽出検査に基づいた検査報告書の作成

製作会社が、10%のランダム抽出検査が求められていたにもかかわらず、要求性能を満たす製品を全体数の10%以上分製造した段階において、そこから全体数の10%分を抜き取って検査を行うよう検査会社に依頼し、検査会社は全体数を把握していたにもかかわらず、その結果に基づいて検査報告書を作成していた事例があった。その結果、要求性能を満たすよう製作された製品以外については全く検査が行われず、それらについては(1)のような不良品が製作されていた。

(4) 立会検査時における不正行為

検査会社が、製作会社からの依頼により、元請会社の立会検査において、要求性能を満たさない製品が検査対象になった場合に、立ち会っている元請会社には不良の事実が把握されないよう、咄嗟に非破壊検査機器の探触子の角度を変えることによって画面に不良が表示されることを回避していた事例があった。

(5) 品質マニュアルに基づかない社内体制

検査会社が、品質マニュアルを作成し、その内容を踏まえて非破壊検査事業者認定（（一社）日本溶接協会認定）を受けていたにも関わらず、以下の規定などが守られていない事例があった。

- ・ 検査管理技術者が、検査仕様書を確定するとともに、検査手順書を承認すること
- ・ 上級検査技術者が、検査業務手順を立案するとともに、検査技術者の監督・指導を行うこと

(6) その他の不正行為

製作会社が、溶接の資格を有しない実習生に、完全溶込み溶接の作業をさせていた事例があった。

2. 不正を生むこととなった環境・背景

上記の通り明らかになった不正行為については、当事者の倫理観の欠如が一番の問題点であると言えるが、一方で、そのような不正行為を生むこととなった環境・背景があることも否定できない。それらについて以下の通り整理した。

(1) 元請会社の不十分な品質管理

元請会社が、契約書に基づき、品質管理の責を負うこととされているにも関わらず、その認識や取り組みが十分ではなかったこと。

具体的には、元請会社が検査を含む品質管理全体を製作会社に委ね過ぎており、立会検査の形骸化にもつながったものと言える。

(2) 製作会社が検査会社と契約

元請会社が検査会社と契約していないこと。

このことが、検査会社にとって製作会社が顧客であるとの認識を持たせることとなり、適正な検査を阻害したものと考えられる。

(3) 検査の位置付けに関する検査会社の確認不足

検査会社が、(2)の影響もあって、検査の主旨を確認せずに製作会社の社内検査であると思い込み、抽出検査であることや第三者検査であることを認識していなかったこと。

この結果として、検査会社が製作会社の指定する製品のみを検査するという行為が常態化し、製作会社が、検査を受けるものは良品を製作し、検査を受けないものは不良品を製作する、という不正行為につながったものと言える。

また、製作会社の社内検査であるとの思い込みの結果、検査において不良品が発見された場合において、当該不良品のみ補修が行われ、抜き取り部分以外の製品については追加の検査等が行われることなくそのまま全数が納品されていたという、不適切な事例につながったものと言える。

(4) 検査抽出率が不明確

「橋、高架の道路等の技術基準」およびこれを解説した「道路橋示方書・同解説」では、引張応力を受ける完全溶込み溶接部は、主要部材については全数検査が行われるべきことが明記されているものの、落橋防止装置等の附属物については全数検査の適用が必ずしも明記されていないこと。

このため、検査抽出率がそれぞれの元請会社の判断で決定され、抽出検査となっている場合には、製作会社の誘導により良品のみ検査が行われるという不適切な検査につながったものと言える。

3. その他溶接の不具合を生んだ原因

以上が、不正行為に関する環境・背景であるが、併せて、溶接の不具合について、その原因を以下の通り整理した。

(1) 技量不足による溶接の不具合

技量不足により基準を満たさない溶接の不具合については、溶接作業者の技術が未熟だったこと、抽出検査であったために検査で発見されなかったこと、といった原因が考えられる。

(2) 溶接記号の確認不足による溶接の不具合

溶接記号の確認不足による溶接の不具合については、土木関係工事における設計図面では、慣例として、K記号のみをもって「完全溶込み溶接」を意味して用いられているが、これを認識しておらず、かつ発注元に対して確認もしていないものが、元請会社、製作会社を問わず一部の会社において存在していたことが主な原因と考えられる。

これは、契約図書の一部である道路橋示方書・同解説において、「溶接線に直角な方向に引張応力を受ける継手には、完全溶込み開先溶接を用いるのを原則とする」となっているにもかかわらず、一部の会社がこれを認識していなかったとも言える。

先に示した通り、溶接の不具合が確認された製品の製作会社の多くは、国土交通省及び高速道路会社の工事での使用実績が少ないと思われる会社であり、その多くは上記のような完全溶込み溶接の必要性の認識がない社の疑いがある。引張応力を受ける継手は完全溶込み溶接を用いる、という原則が、実績の少ない会社では十分に認識されていなかった可能性が高い。

	土木の分野	建築の分野
完全溶込み溶接	<p>①ルート間隔 ②開先角度 ③開先深さ</p> <p>①2mm ②45° ③10mm</p> <p>○慣例として、数字のないものは、完全溶込み溶接を指す。 ○完全溶込みを明確にするために、数字は記載せず、「F.P」と記載する場合あり。</p>	<p>①ルート間隔 ②開先角度 ③開先深さ</p> <p>①2mm ②45° ③10mm</p> <p>○形状寸法を明記する ※完全溶込みの場合、溶接深さは記載しない</p>
部分溶込み溶接	<p>①ルート間隔 ②開先角度 ③開先深さ ④溶接深さ</p> <p>①0mm ②45° ③7mm ④7mm</p> <p>○部分溶込み溶接の場合は、開先深さに加え溶接深さを()で併記する。両者が同じ場合は、開先深さを省略する。 ※上図は、開先深さと溶接深さが同じため、開先深さは省略し、溶接深さ(7)のみを記載</p>	<p>①ルート間隔 ②開先角度 ③開先深さ ④溶接深さ</p> <p>①0mm ②45° ③7mm ④7mm</p> <p>○部分溶込み溶接の場合は、開先深さに加え溶接深さを()で併記する。両者が同じ場合は、開先深さを省略する。 ※上図は、開先深さと溶接深さが同じため、開先深さは省略し、溶接深さ(7)のみを記載</p>

図IV-1：土木、建築で用いられている溶接記号

V 原因分析を踏まえた再発防止策

1. 基本的考え方

これまで整理してきた原因分析を踏まえ、再発防止策については、「外部から品質確認が出来ず、かつ不良が時間の経過によっても露出しないう構造物については、多重のチェック体制をとる」ことを基本とし、

- (1) 元請会社による品質管理の強化
- (2) 製作・検査における不正防止対策の強化
- (3) 発注者の取り組みの強化

の観点から、今後は多重のチェック体制を構築していくのが望ましい。

なお、以下の具体的な再発防止策については、製作会社と検査会社がともに不正行為を行ったという最も悪質なケースを念頭に置いて整理した上で、これらがその他の不正行為や不具合の防止をカバーできるか確認し、不足があれば対策を追加していく、という手順により整理したものである。

2. 具体的な再発防止策

(1) 元請会社による品質管理の強化

① 検査会社との契約主体の見直し等

道路橋の落橋防止装置等において、完全溶込み溶接部の内部きずの検査は、継手全長を対象として行うこととし、元請会社は、外部の製作会社に製作を外注する場合には、当該検査を元請会社自身あるいは第三者検査で行うことを施工計画書に明記の上、発注者に提出すべきである。その上で、元請会社は、検査を外注する場合には、当該工事の製作会社に所属せず、かつ、当該工事の品質管理の試験（社内検査）を行っていないなど、公正性を疑われない第三者の検査会社を自らが選定し、直接契約を行うべきである。

② 適切なプロセス管理の実施

元請会社においては、溶接作業の状況等を管理し記録を残すような品質管理体制を構築する必要があり、プロセス管理について施工計画書等に明記の上、発注者に提出したり、ISO9001を取得している製作会社及び検査会社を利用したりする等、適切なプロセス管理を行うべきである。さらに、溶接無資格者を排除し、責任を持った溶接作業を促すためにも、溶接作業等者の資格証明書の施工計画書への添付を必須とすべきである。

上記の①及び②については、発注者は入札時における条件として仕様書等に明示し、元請会社との契約事項とすべきである。

(2) 製作・検査における不正防止対策の強化

① 検査抽出率の見直し

道路橋の落橋防止装置等において、完全溶込み溶接部については、特別な理由がない限り、一律に溶接継手全長の検査を行うようにすべきである。

その際、契約図書の一部である共通仕様書において「適用すべき諸基準」として引用されている道路橋示方書・同解説を改定することが想定されるが、改定には時間を要することから、当面は特記仕様書に記載することにより速やかに実行に移すべきである。

② ISO9001取得会社の活用等による品質管理の充実

製作会社や検査会社による不正を防止するためには、会社が所要の品質を確保するためのシステムを確立していることが重要であり、元請会社は、より品質管理が充実した者と契約する必要がある。そのためには、例えば当該分野について ISO9001 を取得しているあるいはそれと同等以上のシステムを有する製作会社及び検査会社の活用を促進することも選択肢の一つと考えられる。

③ 関係する業界等への要請

製作会社、検査会社に不正行為を行わせないため、溶接業界や非破壊検査業界も含めた関係者に対して、自浄努力や制度の改善等の取り組みを要請すべきである。

具体的には、

- ・（一社）日本溶接協会に対しては、非破壊検査事業者の認定審査の厳格化や溶接管理技術者等の認証における倫理規定の導入及び審査の厳格化
- ・（一社）日本非破壊検査協会に対しては、非破壊試験技術者の認証手続きにおける倫理規定遵守の更なる周知徹底及び審査の厳格化
- ・（一社）日本非破壊検査工業会に対しては、会員各社に対する、各検査業務の位置付け（第三者検査か社内検査か）の確認等の周知徹底

などが考えられる。また、それぞれの団体においては、必要に応じて内部調査委員会を立ち上げ、今回の不正行為等事案の原因究明を徹底的に行い、不正行為を働いた者や企業に対する対応についての検討を求めたい。

④ 不正を働いた製作会社、検査会社等に対する措置

今後、製作会社や検査会社による不正行為を発生させないようにするためには、製品の製造・検査において不正行為を働いた会社に対して、当面の間、元請会社による厳格な対応を求める措置について検討することが必要と考える。

(3) 発注者の取り組みの強化

① 発注者による検査の強化

橋梁工事においては、これまでも適宜発注者による検査が行われてきているものの、その頻度や内容については事業毎に設定して行われてきている。今後は、抜き打ち検査の実施など、発注者による検査を強化すべきである。その際、抜き打ち検査を実施する可能性があることは入札条件として明示した上で契約図書に記載するとともに、仮に抜き打ち検査で合格となった場合にも受注者は免責されないことを契約図書に明記すべきである。

なお、発注者による検査が適正なものとなるためには、非破壊検査に関する専門的な知識や資格等の技能が必要であることから、検査の実施にあたっては、別途、非破壊検査の専門家を同行させるなどの工夫が必要である。

② 契約図書における溶接種別の更なる明確化等

今回のような溶接記号の確認不足が生じないように、発注者は、施工計画書等を通して、元請会社の認識を確認すべきであるとともに、元請会社は、製作会社の作成する製作要領書を確認すること等により、製作会社の認識を確認すべきである。

また、元請会社、製作会社を問わず、道路橋示方書・同解説の内容等の認識が不足していた点については、それぞれにおいて十分に認識を深めるべきということは言うまでも無いが、一方で、国土交通省においては、契約図書における溶接種別の更なる明確化を図ることを求めたい。

さらに、溶接作業が困難な設計が見られる等の声も聞かれることから、「施工時に溶接が困難とならないように設計する必要がある」とする道路橋示方書・同解説を踏まえた設計を当初から行うよう、設計会社に再周知することも併せて国土交通省に対して求めたい。

③ 他の発注者への周知

公共調達において同種類の問題の防止に資すると考えられることから、本再発防止策について、地方公共団体等の発注者に対して情報提供を行うことが重要である。

VI. 落橋防止装置等の補修・補強等について

溶接不良箇所については、完全溶込み溶接で求めている性能に足りない部分は補修・補強等を求めるという考えを基本として、以下の方針で補修・補強等を進めるべきである。

(1) 基本的な考え方

落橋防止装置として必要な強度が設計計算上確保できるよう、橋梁毎に必要な補修・補強または更新により是正を行う。

(2) 具体的な補修・補強等

補修・補強または更新による是正は、以下の方法を基本とし、現場条件等を考慮して適切なものとなるように行う。

- ① 新規製作の装置を設置（取替え又は追加設置）
- ② 既設装置の溶接不良部分を再溶接（完全溶込み溶接）
- ③ 既設装置の改造（補強部材の設置等）

なお、図VI-1に補修・補強等のイメージ図を示す。

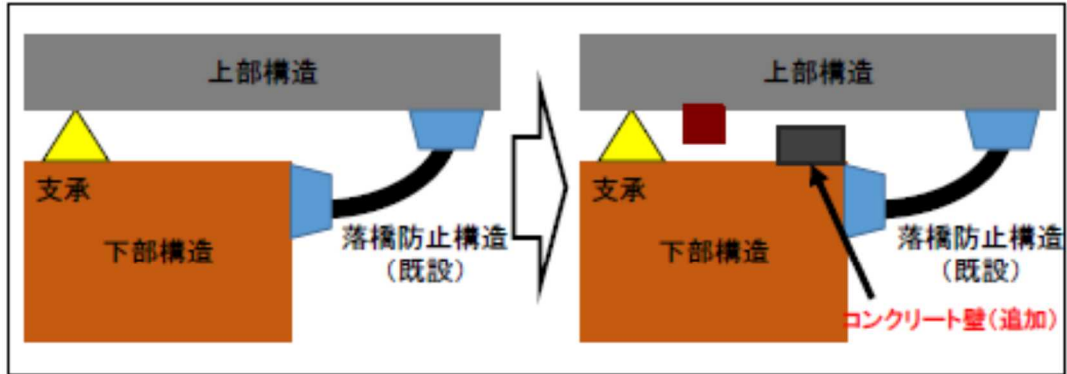
(3) 検討にあたっての条件

- ① 設計計算上引張応力を受ける溶接継手を是正の対象とする。
- ② 部分溶込み溶接となっている溶接継手については、溶込みの程度やビードの状態から判断して、せん断力には抵抗するものとして設計計算に考慮してよい。
- ③ 既存部材に補強部材を追加する場合、既存部材の板厚によらず、必要な強度が確保出来る補強材サイズまたはボルト接合とすればよく、必ずしも母材強度以上の強度となる補強材またはボルト接合とする必要はない。

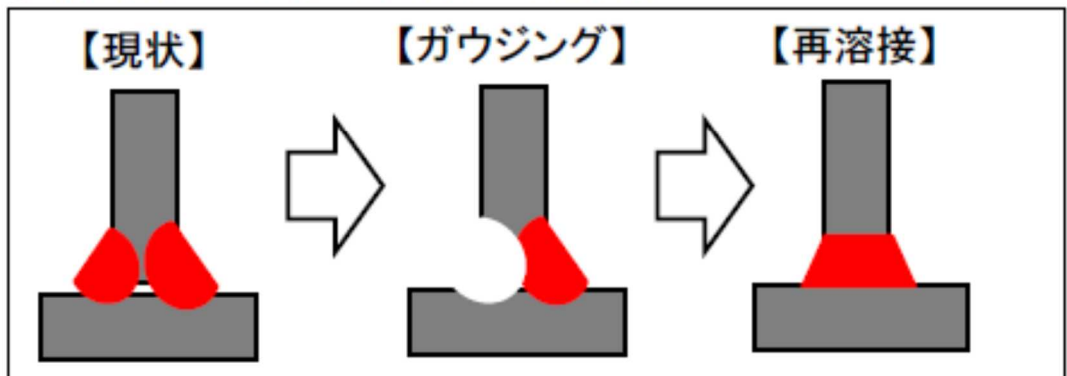
(4) 検討方法等

補修・補強等の方法の内容は、現場条件等により、必要に応じて学識経験者等の意見も踏まえつつ、個別に検討を行うものとする。また、補修・補強等は、当該橋梁及び路線の重要性等を踏まえ優先順位をつけて行うものとする。

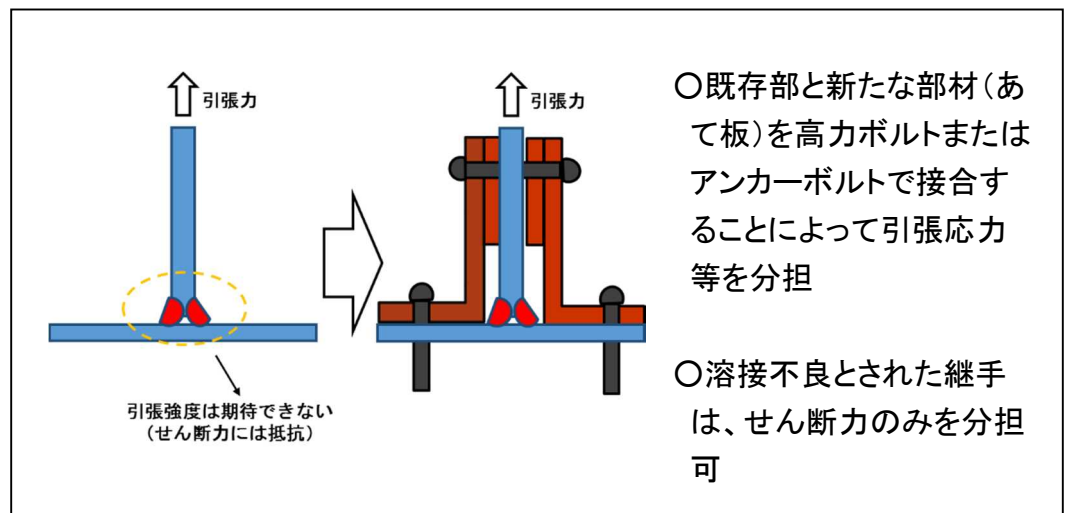
①新規製作の装置を設置



②既設装置の溶接不良部分を再溶接



③既設装置の改造 (補強部材の設置等)



図VI-1 : 補修・補強または更新のイメージ

おわりに

国道 24 号勸進橋において発覚した、落橋防止装置等の完全溶込み溶接部における溶接不良は、その後の国土交通省及び高速道路会社の調査によって、12 社もの製作会社において不正行為が行われていたという事実の判明へと展開しているとともに、一部の検査会社等においても不正行為を行っていたことが確認されている。これだけ多くの会社において不正行為が行われていたことについて、本委員会は大変な驚きと強い憤りを感じている。今回の不正行為は、現在も真面目にそして真摯に働いている溶接や非破壊検査の従事者に対して、世間からの信用を大きく失墜させるものであり、不正行為を行った者に対しては深い反省を促したい。

落橋防止装置は、阪神淡路大震災級の地震により支承等が破壊された場合にはじめて機能するものであり、通常時には荷重がかからず、き裂等が進行しないため、日常の点検では不良部分は発見されにくい。また、今回のような内部きずについては、外部からの目視での確認は不可能であり、その検査は専門能力を有した者が行う必要がある。このようなことが盲点となって、今回の不正行為が行われたものと推察される。

不正行為は、倫理観の欠如が第一の問題である。一方で、今回の事案を分析すると、現行の検査等のシステムが性善説に基づいて実施されている部分が多いことも明らかになった。このため、不正行為に対するチェック機能が十分であったとはいえ、そういった意味では、元請会社においても品質管理に対する認識の甘さがあったことは否定できない。そこで、本委員会では、今後の再発防止策として、多重のチェック体制を構築していくべきとの提言をしたところである。

併せて、本委員会においては、多くの不良品の補修・補強等の方法についても一定の基本方針をまとめたところである。落橋防止装置は、フェイルセーフとして設置しているものであり、また今回発見されている不良品も落橋防止装置としての機能が低下している可能性は小さく、強度的には深刻な問題ではないことが確認されているが、今後は、各管理者において、計画的に補修・補強等を進めるべきである。

最後になるが、二度とこのような不正行為が行われることの無いよう、今回提言した再発防止策が関係者において迅速に実行されるとともに、関係各位が高い志を持ち、倫理観を失うことなく、それぞれの業務に従事されることを期待したい。

【参考資料】

1. 落橋防止装置等の溶接不良に関する有識者委員会規約・名簿
2. 落橋防止装置等の溶接不良事案に関する経緯
3. 道路橋における既往の地震被害と耐震基準の変遷
4. 橋梁の溶接に関する基準、仕様等
5. 既往研究による評価

(参考資料1)

落橋防止装置等の溶接不良に関する有識者委員会 規約

平成27年10月13日

(名称)

第1条 この委員会は、落橋防止装置等の溶接不良に関する有識者委員会(以下「有識者委員会」という。)という。

(目的)

第2条 有識者委員会は、落橋防止装置等の溶接不良の不正事案を受け、原因究明、再発防止策等について専門的見地から検討し、国土交通省に対して提言を行うことを目的とする。

(委員)

第3条 有識者委員会の委員は、別紙のとおりとする。

(委員長)

第4条 有識者委員会に委員長を1名置く。

- 2 委員長は、事務局の推薦により委員の確認によってこれを定める。
- 3 委員長は、有識者委員会の議長となり、議事の進行に当たる。
- 4 委員長に事故があるときは、委員のうちから委員長が指名する者が、その職務を代理する。

(事務局)

第5条 有識者委員会の事務局は、国土交通省大臣官房技術調査課、道路局国道・防災課が行う。

(関係者からの意見聴取)

第6条 委員長が必要と認めるときは、関係者からその意見を聞くことができる。

(議事の公開)

第7条 委員会については冒頭部分のみ公開とし、傍聴は不可とする。議事要旨について、事務局は委員長の確認を得たのち、委員会後速やかにホームページで公開する。

(守秘義務)

第8条 委員会委員に対しては、国家公務員と同様に国家公務員法上の守秘義務が課せられる。

以上

「落橋防止装置等の溶接不良に関する有識者委員会」

委員長 もり たけし
森 猛 法政大学教授

委員 あきやま みつよし
秋山 充良 早稲田大学教授

委員 おおもり ふみひこ
大森 文彦 東洋大学教授・弁護士

委員 かない みちお
金井 道夫 (公財) 日本道路協会 橋梁委員長

委員 むらこし じゅん
村越 潤 国立研究開発法人 土木研究所
構造物メンテナンス研究センター
橋梁構造研究グループ 上席研究員

(敬称略)

(参考資料 2)

落橋防止装置等の溶接不良事案に関する経緯

- OH27. 8. 12 工事不良（溶接）発見の記者発表（近畿地整）
- OH27. 8. 28 落橋防止装置等の溶接不良についての記者発表
- ・ 久富産業(株)が溶接作業工程の一部を意図的に怠っていたことが原因である可能性が高いこと
 - ・ (株)北陸溶接検査事務所の職員が不良データの隠蔽を行っていた可能性があること
 - ・ 地方整備局及び高速道路会社において、久富産業(株)が製作した製品を使用した過去5年間の耐震補強・補修工事について、同社製の部材の溶接部の健全性の検査を実施すること
- OH27. 9. 11 落橋防止装置等の溶接不良についての記者発表（その2）
- ・ 過去5年間の久富産業(株)の溶け込み溶接製品を使用した橋梁は、国管理72橋、高速道路会社管理20橋の合計92橋であり、今後全数検査を予定
 - ・ 過去6年以上前の工事で久富産業(株)の溶け込み溶接製品、及び久富産業(株)以外の溶け込み溶接製品を使用した橋梁についても、一部について検査を予定
- OH27. 10. 7 落橋防止装置等の溶接不良についての記者発表（その3）
- ・ 過去5年間の久富産業(株)の溶け込み溶接製品を使用した橋梁92橋について検査した結果、72橋で不良品を確認
 - ・ 過去6年以上前についても、一部の橋梁で検査したところ、26橋で不良品を確認
 - ・ 地方公共団体等においても、過去5年間の工事で56団体の199橋において久富産業(株)の製品が使用されていることが判明
 - ・ 久富産業(株)以外が製作した製品についても、一部の橋梁で検査したところ、1橋で不良品を確認（国道1号久能高架橋）
- OH27. 10. 13 第1回 落橋防止装置等の溶接不良に関する有識者委員会
- ・ 落橋防止装置等の溶接不良事案の概要について
 - ・ 溶接不良対策の現状と今後の予定
 - ・ 溶接不良の程度と強度への影響について
 - ・ 原因究明と再発防止の議論の方向性について
- OH27. 12. 4 第2回 落橋防止装置等の溶接不良に関する有識者委員会
- ・ 落橋防止装置等の溶接不良の調査について
 - ・ 溶接不良事案の原因分析について
 - ・ 落橋防止装置等の完全溶け込み溶接の特徴について
 - ・ 溶接不良が引張強度に与える影響について
 - ・ 溶接不良箇所の補修・補強等の基本方針について
 - ・ 原因分析を踏まえた再発防止策について
- OH27. 12. 22 第3回 落橋防止装置等の溶接不良に関する有識者委員会
- ・ 中間報告書とりまとめ

(参考資料 3)

道路橋における既往の地震被害と耐震基準の変遷

地震	被害の概要	耐震基準への反映
関東地震 (大正 12 年)	約 1,800 橋の被害。 基礎の倒壊や傾斜等 の甚大な被害	大正 15 年道路構造に関する細則案 ・震度法による耐震設計の導入
新潟地震 (昭和 39 年)	液状化による下部構 造の変状の被害	昭和 46 年道路橋耐震設計指針 ・液状化に対する耐震設計法の導入
宮城県沖地震 (昭和 53 年)	支承部や鉄筋コンク リート橋脚の損傷	昭和 55 年道路橋示方書 ・鉄筋コンクリート橋脚の設計法の高度化 (段落とし部およびせん断に対する設計法) ・液状化に対する設計法の高度化
		平成 2 年道路橋示方書 ・鉄筋コンクリート橋脚に対する地震時保有 水平耐力の照査の導入 ・連続橋の耐震設計法
兵庫県南部地震 (平成 7 年)	橋脚の破壊・倒壊等 による落橋を含む甚 大な被害	平成 7 年復旧仕様・平成 8 年道路橋示方書 ・兵庫県南部地震のような内陸型地震の考慮 ・支承、橋脚、基礎等各構造物部位に対する 地震時保有水平耐力法の導入

出典：道路橋震災対策便覧（日本道路協会）をもとに作成

(参考資料4)

橋梁の溶接に関する基準、仕様等

国が発注する橋梁の溶接に関する基準、仕様等については、主に「橋、高架の道路等の技術基準（国土交通省都市局長、道路局長）」及びこれを解説した「道路橋示方書・同解説（日本道路協会）」に規定されている。この「道路橋示方書・同解説（日本道路協会）」は、「土木工事共通仕様書（国土交通省）」に基づく適用すべき諸基準の一つであり、契約図書の一部である。

以下、「道路橋示方書・同解説（平成27年3月）」の規定内容を示す。

●溶接の種類と適用：道路橋示方書に溶接の種類と適用を規定

「溶接線に直角な方向に引張応力を受ける継手には、完全溶込み開先溶接を用いるのを原則とし、部分溶込み開先溶接を用いてはならない。」

※この規定は、昭和48年以降の道路橋示方書に記載

●溶接の方法：道路橋示方書に溶接の方法を規定

「溶接施工上の注意 裏はつり
完全溶け込み開先溶接においては、原則として裏はつりを行う。」

・溶接を行う者：道路橋示方書にJISの資格を有すること等を規定

「JIS Z3801に定められた試験の種類のうち、その作業に該当する試験に合格したもの」
「半自動溶接を行う場合には、JIS Z3841に定められた試験の種類のうち、その作業に該当する試験に合格したもの」
（当該資格は「溶接技能者」として日本溶接協会が認証）
「工場溶接に従事する溶接技術者は、6ヶ月以上溶接工事に従事し、かつ工事前2ヶ月以上引き続きその工場において溶接工事に従事」

●溶接部の検査(超音波探傷試験)

・検査の実施義務：検査一般として、道路橋示方書に規定

「(1)設計上の要求事項が満たされる施工がなされていることを適切な方法で確認しなければならない。

(2)1)から9)までに示す項目の中から、施工の難易、材料の種類等を勘案して検査項目を選定して実施するとともに、所定の施工方法で進められていることを確認した場合においては、(1)を満たすものとみなす。

3) 溶接(溶接作業、溶接機材、溶接作業、溶接部)」

・検査の実施義務：内部きずの検査として、道路橋示方書に規定

「(1)完全溶込みの突合せ溶接継手の内部きずに対する検査は、溶接完了後、適切な非破壊検査方法により行い、要求される要求品質を満足していることを確認しなければならない。

・検査の具体的な方法：JISを適用

道路橋示方書には以下のとおり規定

「非破壊検査は、放射線透過試験、超音波探傷試験により行い、継手の板厚、形状等に応じて適切な方法を選定する。」

(道路橋示方書・同解説では、手探傷については、JIS Z3060(鋼溶接部の超音波探傷試験法)によって行うのがよいとしている)

・検査を行う者の資格：道路橋示方書にJISの資格を有すること等を規定

「JIS Z2305に規定された資格のうち、手探傷による超音波探傷試験を行う場合は、超音波探傷におけるレベル2以上の資格とする」

(当該資格は「非破壊試験技術者」として日本非破壊検査協会が認証)

・抜取り検査率：道路橋示方書に抜取り検査率を規定

「主要部材については、表に示す1グループごとに1継手の抜き取り検査を行う。」

表 主要部材の完全溶込みの突合せ溶接継手の非破壊試験検査率

	1 検査ロットをグループ分けする場合の1グループの最大継手数	超音波探傷試験 検査長さ
引張部材	1	継手全長を原則とする
圧縮部材	5	

・判定基準：道路橋示方書に設計上許容される寸法以下と規定

「きず寸法は、設計上許容される寸法以下」

(道路橋示方書・同解説では、道示に従って良好な施工が行われた溶接部に対する内部きず寸法の許容値(疲労の影響を考慮しない場合)は板厚の1/3と考えてよいとしている。)

(JISには判定基準はなく、検査結果の分類のみ規定)

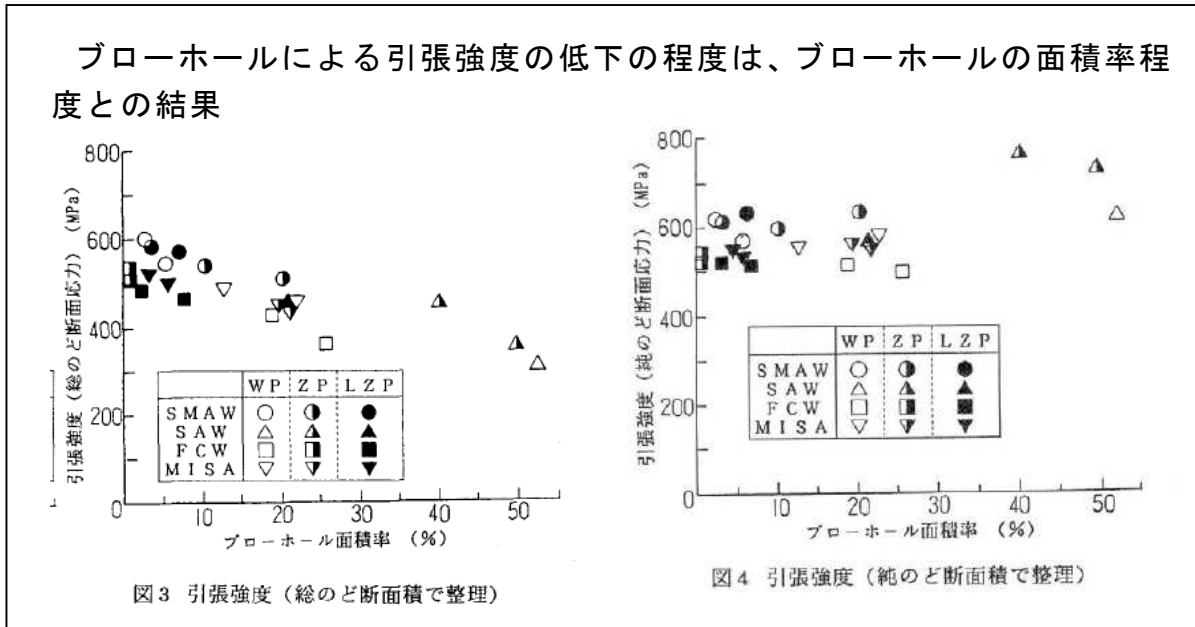
※JIS(日本工業規格)：工業標準化法に基づき制定される国家標準

※道路橋示方書・同解説：共通仕様書に定められた適用すべき諸基準

既往研究による評価

(1) 塗装鋼板のすみ肉施工試験および十字継手の引張強度と疲労強度

(森猛・三木千壽ほか 1994年3月 構造工学論文集)



(2) 未溶着を有する十字継手の強度評価

(神林順子ほか 2007年3月 溶接学会春季全国大会)

