



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	鋼道路橋における経年鋼材の使用安全性評価に関する研究 [論文内容及び審査の要旨]
Author(s)	松縄, 秀範
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(工学)
Dissertation Number	甲第11457号
Issue Date	2014-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/55540
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	doctoral thesis
File Information	Matsunawa_Hidenori_review.pdf, 審査の要旨



学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称 博士 (工学) 氏名 松縄 秀範

審査担当者 主 査 特任教授 林川 俊郎
 副 査 教 授 横田 弘
 副 査 教 授 中村 孝
 副 査 准教授 松本 高志

学位論文題名

鋼道路橋における経年鋼材の使用安全性評価に関する研究
(Evaluation for Usability and Safety of Overage Steel Plates in Highway Bridges)

アメリカで初めてアイバーチェーンで架設された吊橋 (ポイントプレザント橋) が供用中に突然崩壊し、多数の車が橋から墜落し、多数の死者を出す重大事故が 1967 年 12 月に発生している。事故の原因はアイバー頭部の脆性破壊であり、ピン孔周辺の腐食が進み、応力腐食割れと応力集中を誘発させたものと指摘されている。その後もゲルバー桁のピンプレート破断により落橋が起こり、「荒廃するアメリカ」という衝撃的な状況が表面化し、橋梁の維持管理の重要性が認識されるようになった。鋼道路橋では走行車両の衝撃や疲労により、鋼材や溶接継手の靱性劣化部を起点とする脆性的な破壊形態の発生が見られる。これらの破壊形態は、継続的な観察により発見できることは稀であり、そのほとんどが瞬時に亀裂進展を呈し崩壊に至る。とくに、北海道などの積雪寒冷地においては、鋼材の衝撃吸収エネルギーが著しく低下することが知られており、低温下における鋼材の脆性破壊防止は重要な検討課題である。

鋼道路橋の設計に用いられる鋼材の最小板厚は 8mm であり、1996 年の道路橋示方書・同解説の改訂により、板厚による鋼種選定標準は 100mm までその適用範囲を広げた。今後、北海道においても高齢化した橋梁が急速に増加することが予想され、経年鋼材の使用安全性や適切な維持管理に向けた点検手法の確立が求められている。さらに、コスト縮減を目指した少数主桁橋や合理化橋梁の開発が進められ、厚板鋼材の適用例が増加しており、低温下における厚鋼板の靱性評価も重要な検討課題である。

このような背景のもと、本論文は北海道において約 50 年以上供用された既設橋梁から採取した経年鋼材と新設橋梁に用いられる厚鋼板を供試体として、材料試験、シャルピー衝撃試験、CTOD 試験を実施し、鋼材のエネルギー遷移温度に着目した衝撃特性を評価し、鋼材の脆性破壊防止に資する新たな知見を得ている。さらに、定期点検と臨時点検における疲労亀裂や変形、初期欠陥などの生じやすい部位の外観検査と材料試験を併用する手法を提示し、積雪寒冷地における鋼道路橋の脆性破壊防止を取り入れた維持管理計画の策定を提案している。

本論文は全 7 章から構成されており、各章の内容は以下のようである。

第 1 章では、研究の背景および既往の研究成果をまとめ、本研究の目的を明確に示し、各章の構成について記述している。

第 2 章では、JIS 規格の橋梁用鋼材に要求される吸収エネルギー値は、JIS 規格制定当時の諸外国の規格を準用したものであり、制定後 50 年余り経過した現在においても当時の規格値が踏襲さ

れていることを指摘している。英国船級協会ロイドが制定した靱性指標を文献などから整理するとともに、JIS 規格に準用されている靱性要求値の力学特性について考察している。脆性破壊発生評価指標として、0℃以下において吸収エネルギー値 47J 以上を要求することは過剰要求となる可能性を指摘している。

第 3 章では、北海道各地において長期間供用された橋梁から採取した鋼材を供試体として、材料試験およびシャルピー衝撃試験を実施している。製造技術が未発達な時代の鋼材には、組成成分が劣悪なものもあり、著しくシャルピー衝撃特性が劣る鋼材が存在することを指摘している。WES3003 規格に準用した低温下における衝撃特性を評価する手法を提案し、低温下で疲労や亀裂などの初期欠陥がある経年鋼材は母材に脆性破壊の危険性があることを提示している。

第 4 章では、SS41 材を主要部材として 1960 年代以前に架設された鋼道路橋は、シャルピー衝撃特性が著しく劣ることを明示している。また、三点曲げ CTOD 試験結果より、吸収エネルギー遷移温度と限界 CTOD 値とは高い相関性が認められ、シャルピー衝撃試験による簡便な靱性破壊の評価は、エネルギー遷移温度が重要な指標となることを提示している。

第 5 章では、少数主桁橋や合理化橋梁に適用される厚鋼板を対象として、低温下におけるシャルピー衝撃試験から WES3003 規格を適用した新しい使用安全性の評価手法を提案している。遷移温度から求めた対象鋼材の使用限界温度を架橋地点の最低温度分布と対比することで、鋼材の適用判定が可能であるとしている。引張領域の主要部材に疲労や亀裂などの欠陥があり、低温下で衝撃的な荷重を受けるとき、脆性破壊の危険性があることを指摘している。

第 6 章では、鋼道路橋の優先的な維持管理を行うために、定期点検と臨時点検における外観検査とシャルピー衝撃特性を評価する材料試験を併用する手法を提示している。また、経年橋梁の供用年数、補修履歴、材料特性および気象条件や環境条件などの情報を一元管理することで、優先的な維持管理計画を策定することが可能であるとの知見を得ている。

第 7 章では、各章で明らかとなった内容を要約し、本論文を総括している。

これを要するに、著者は経年鋼材と厚鋼板を供試体として、材料試験、シャルピー衝撃試験、CTOD 試験を行い、鋼材の使用安全性を評価する手法を提案し、鋼道路橋の優先的な維持管理計画の策定に資する新たな知見を得たものであり、橋梁工学、鋼構造学、メンテナンス工学に貢献するところ大なるものがある。よって著者は、北海道大学博士(工学)の学位を授与される資格あるものと認める。