

我が国における木製車両用防護柵の開発状況

安藤和彦*

1. はじめに

道路の路側や歩道と車道の境界に設置されるガードレール等の車両用防護柵（以下防護柵という。）について、ビームに木材を用いた防護柵が近年利用されるようになってきている。これは、国内資源としての国産木材、特に間伐材の有効利用および地場産業の活性化、木材利用によるCO₂削減などを主な目的として、道路管理者のみならず林業関係団体や民間企業が積極的に開発に取り組んでいるためである。

ここでは、木製防護柵の開発状況や構造について整理するとともに、木製防護柵を普及させるための今後の課題などについて報告する。

2. 木製防護柵の開発経緯

米国では、1970年代の防護柵に関する基準書¹⁾で、支柱に木材を使った防護柵が標準的な構造の一つとして認められており、今日まで使用されてきている（写真-1）²⁾。また、1990年代からは、ビームに木材を使用した木製防護柵が一般的に用いられるようになってきた（写真-2）³⁾。欧州でもフランスの防護柵メーカーが木製防護柵を開発し、国際的な普及を図っている（写真-3）⁴⁾。これらの木製防護柵は、木材の材質特性を活かし、主に景観に配慮した地域や乗用車の交通量が多い道路等で用いられている。

一方我が国では、2000年に、国土技術政策総合研究所が国内で初めて、木製材料を使った防護柵の実車衝突実験（乗用車、大型車について各1回）を行った⁵⁾。このときの防護柵は、木製の支柱と木製のビームを金具で接続する構造であり、支柱本体に木材を使った防護柵は、我が国では今日までこの実験で用いられた供試体のみである。このときの実験結果では、乗用車を誘導する性能は確認されたが大型車は防護柵を突破する結果となった。しかしこの実験により、木材同士を組み合わせる

勘合部は強度的な弱点となること、十分な支柱強度が求められること、乗用車を誘導する補助ビームの設置が望まれることなど、木製防護柵開発における基本的な要件が示された。

この実験に先立ち、1998年に防護柵に関する基準が改訂され、従前は防護柵材料が金属や鉄筋コンクリートに制限され寸法も規定されていた（仕様規定）ものが、実車衝突実験により性能が



写真-1 支柱に木材を使った防護柵の例²⁾



写真-2 米国の代表的木製防護柵³⁾



写真-3 フランスの代表的木製防護柵⁴⁾



大型車実験



乗用車実験

写真-4 衝突実験状況⁵⁾

確認されればどのような材料でも利用できるようになった。これらを追い風として、宮崎県の和光コンクリート工業株式会社が開発したウッドGrの衝突実験が2001年に行われ（写真-4）⁶⁾、防護柵の性能を有することが認定されて実用化第1号となった。その後、道路管理機関の他、林業関係団体や民間企業による開発が相次ぎ、現在9種類の木製防護柵が実用化されている。

3. 代表的木製防護柵

防護柵の設置に関する基準である「防護柵の設置基準の改定について」（国土交通省道路局長通達、平成16年3月、国道地環第93号）（以下、防護柵基準という。）に示された性能確認試験を実施し実用化されている9種類の防護柵のうち、代表的なものを写真-5に示す。これらは、防護柵基準による種別C、種別Bとして区分されるものであり、一般道路等で用いることのできる性能を有している。なお、種別C、Bの衝突条件は表-1に示すとおりである。

表-1 C、B種防護柵の衝突条件

種別	車種	車両質量 (t)	衝突速度 (km/h)	衝突角度 (度)
C種	大型車	25	26	15
	乗用車	1	60	20
B種	大型車	25	30	15
	乗用車	1	60	20

4. 木製防護柵の構造

基本的な構造例を図-1に示す。

現在の木製防護柵は、ビームに木材、支柱に鋼材や鉄筋コンクリート材を用いた複合構造になっている。支柱を木製装飾版で覆い外見上木製になっているものもあるが、この場合も強度を受け持つ支柱本体には鋼材が使われている。支柱に木材が使われない理由としては、我が国の多雨、多湿な気候では、地際部の腐朽を防ぎ、支柱の強度を維持することが難しいことが挙げられる。

木材を用いたビームには、木材のみでビームを構成するタイプ（以下木製ビームという。）と、木材を鋼材で補強したタイプ（以下複合ビームと

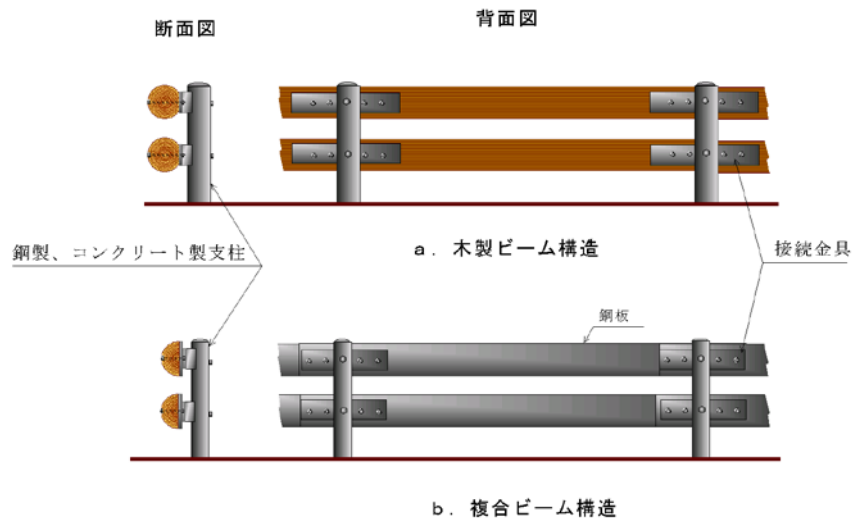


図-1 木製防護柵の基本的部材構成の例



ウッドGr⁵⁾



LG-C-4E型⁶⁾



ST型⁶⁾



ウッドGr-P型⁶⁾



日本木材加工技術協会型



神奈川県型⁷⁾



四国地方整備局型⁸⁾

写真-5 代表的木製防護柵

土研センター

いう。)の2種類がある。欧米で開発された防護柵は、ビームが1段の構造が多い(写真-2、写真-3)が、我が国の木製防護柵は、丸ビームの場合上下2段に配置される構造(写真-5のウッドGr、ST型、日本木材加工技術協会型、四国地方整備局型等)になっている。これは、欧米の防護柵は主として乗用車等の衝突を想定した条件で設計されているのに対して、我が国の防護柵は乗用車とともに大型車の衝突に対しても誘導機能を発揮することが基準上求められ、乗用車および大型車の誘導に必要な強度と高さを確保するには2段ビーム構造が適するためである。

ビームと支柱を接続する部分には全ての防護柵で金具(接続金具)が使われている。

木製防護柵の視認性としては、写真-5及び図-1をみればわかるように、支柱や接続金具を背面側に隠し、運転者側(正面側)には木製ビームを目立たせる構造になっており、力学的な性能のみならず景観にも配慮したものとなっている。

5. 木製防護柵の変形特性と性能

防護柵基準に示された形式として、現在の木製防護柵は、車両衝突時に変形するたわみ性防護柵に分類される。この他防護柵形式としては、車両が衝突しても変形しないコンクリート製防護柵等の剛性防護柵もある。

たわみ性防護柵では、車両の衝突エネルギーを防護柵の変形によりある程度吸収することが求められるが、木製部材自体は大きく変形するとせん断破壊してしまうため、鋼製ビームのようにビー

ムを大変形させることや木製ビーム同士を連続させて張力を発揮させることができない。このため、木製ビームを使った防護柵では支柱の強度を高め大きな変形が生じない構造とし、支柱と接続金具の変形で衝突エネルギーを吸収するものとなっている。複合ビームはビームの鋼製部材によってある程度の大きな変形とエネルギー吸収が期待でき、支柱強度も木製ビームを使った場合ほど高い強度は要求されない。

これらの関係を整理したものが表-2である。

6. 木製防護柵の課題

木製防護柵は、2001年に開発されて以降、木製材料の人に対する親和性や自然景観へのなじみややすさを活かし、景勝地や山間部等を中心に設置延長を伸ばしているが、費用や耐久性の面で鋼製防護柵等に比べて不利な点もあり、解決すべき課題も多い。

現在考えられる主な課題を以下に示す。

6.1 防護柵構造

木製部材がある程度の強度を得るためには部材断面を大きくする必要があり、防護柵構造としては比較的大断面になってしまう。我が国の標準的な道路構造では、ほとんどの道路で大断面の防護柵が設置できる余裕がなく、道路の建築限界の制約から木製防護柵の設置箇所はかなり制限される。この点で、断面を小さくするには複合ビームが有利である(図-1 断面図参照)。

木製ビームの防護柵については、ビームを連続させてある程度の張力が発揮できる木製部材と接

表-2 木製防護柵とガードレールの材料・特性比較

防護柵種類	ビーム			支柱		接続部	変形特性	対応する製品 (写真-5)	
	材料	曲げ剛性	張力	材料	支持力	材料			
木製防護柵	木製ビーム	木材	大	小	鋼材 鉄筋コンクリート材	大	鋼材	主として支柱の移動と支柱・接続部の変形で衝撃を吸収 ビームの張力が小さいため、防護柵変形は制限される	ウッドGr(B種) ウッドGr-P(C種) 日本木材加工技術協会型(B種)
	複合ビーム	木材・鋼材	中	大	鋼材 鉄筋コンクリート材	中	鋼材	主として支柱の移動、支柱・接続部の変形およびビームのたわみで衝撃を吸収 ビームの張力が期待できるので、大きな変形が許容できる	LG-C-4E型(C種) ST型(C種) 神奈川県型(B種) 四国地方整備局型(B種)
一般品	ガードレール	鋼材	小	大	鋼材	中~大	鋼材	主として支柱の移動、支柱・接続部の変形およびビームのたわみで衝撃を吸収 ビームの張力が期待できるので、大きな変形が許容できる	
	ガードパイプ	鋼材	中	中	鋼材	中	鋼材	主として支柱の移動、支柱・接続部の変形およびビームのたわみで衝撃を吸収 ビームの張力がある程度期待できる。変形は木製とガードレールの中間程度まで許容できる	

注)表内の大、中、小は、各防護柵の相対比較によるものである。

続金具の接続構造が開発されることが望まれる。木製防護柵間の張力が期待できれば、支柱強度を下げることや支柱間隔を広げてより経済性を高めることができる。

使用木材量を増やすためには、支柱に木材を使用する構造についても検討の余地が残されている。支柱地際部の腐朽による強度低下に対してはビームの連結強度を高めることで、ある程度の対応が可能である。腐朽の程度と支柱強度の低下との関係について把握する必要があるが、今後検討が望まれるところである。

6.2 耐久処理

木製部材に防腐剤注入などの耐久処理を行わなければ、最終処分やリサイクルが容易になる利点もあるが、防護柵は車両衝突に対して常に必要な強度を維持することが求められることや、防護柵の交換には費用がかかること等を考えると、防腐処理等を行い木製防護柵の耐久性を高めていくことは不可欠であると考えられる。特に屋外に設置される木材は、周辺環境等によって大きく耐久性が異なるので、周辺環境を踏まえた防腐処理方法を明らかにするとともに、維持管理の面から耐久年数を把握することも重要である。

6.3 木材生産・供給体制

木製防護柵に用いられる木材は、森林を整備する途中段階で発生する間伐材の有効利用が目的の一つになっている。このような間伐材は規格品として大量に生産することが困難な場合も多く、大量需要に答えられる供給体制の整備が必要になる。維持修繕の面では、防護柵は車両衝突により塑性変形することが多く、塑性変形した柵の取替え・復旧は交通安全上緊急に対処すべき作業になるが、このとき、交換する部材の入手に手間取るようなことがあってはならない。通常、ガードレールであれば維持業者が部材をストックしているので特に問題になっていないが、木製ビーム等の場合部材が大きいこと、野ざらしにならないような保管が必要になることなど、保管スペースの確保、保管方法に新たな配慮が求められ、これら木製部材の特性を踏まえた、生産、管理を含む一連の供給体制を整備することが必要である。

経済的な観点では、現段階で木製防護柵は生産規模が小さく部材コストが割高になっている。1998年の防護柵基準改訂後、防護柵は性能規定

化され構造の自由度が高まったが、木製防護柵については、むしろ大量生産が可能な標準構造を開発し、接続金具などを含め部材の大量生産により費用を下げる工夫が必要であると考えられる。

7. あとがき

木製防護柵が開発されてから約10年が過ぎ、設置延長も伸びてきているが、耐久性や維持管理等で未だ不明な点も多い。交通安全施設は経済的で長期間にわたり機能が発揮できることが求められる。木製防護柵についても同様であり、経済的で長期間機能が発揮できる構造や方法を明らかにし、道路管理者に周知していただくことが普及のためには必要ではないかと考えられる。

参考文献

- 1) AASHTO Guide for Selecting, Locating, and Designing Traffic Barriers, 1977
- 2) http://www.contextsensitivesolutions.org/content/topics/css_design/design-amples/flexible-design-elements/barriers-clear-zones/
- 3) <http://www.cwsfence.com/gallery>
- 4) <http://www.tertu.com/securite/en/tertu-guardrails-t18-mixed-wood-steel.html>
- 5) 安藤和彦、森 望、若月 健：木製防護柵に関する実験検討、土木技術資料、Vol.43、No11、pp56～61、2001
- 6) <http://www.wakocon.co.jp/products/>
- 7) <http://www.pref.nagano.jp/doboku/iji/seihin.htm>
- 8) <http://www.pref.kanagawa.jp/osirase/07/1914/odo/mokusei/index.html>
- 9) <http://www.skr.mlit.go.jp/yongi/mb/mb.html>

安藤和彦*



財団法人土木研究センター
技術研究所道路研究部長
Kazuhiko ANDO