

産業用ヘルメットの進化

ヘルメット規格の変遷とともに

谷澤直人

我が国に国産製品が登場して八十余年、産業用ヘルメットは働く人の大切な頭部を守ってきた。初めて産業用ヘルメットに関する日本工業規格（JIS）ができたのは1951年のことであるが、以来、数次にわたるJIS改正、1975年の「保護帽の規格」制定およびその改正を通じて、性能に関する要求水準は段階的に上がっていった。

本稿では産業用ヘルメットに係る規格の、主な内容の変遷を辿るとともに、製品の進化を追う。

キーワード：ヘルメット、保護帽、安全帽、保安帽、飛来・落下物用、墜落時保護用

1. はじめに

我が国で産業用ヘルメットが使われ始めたのは、昭和初期である。(株)谷沢製作所の前身、谷澤営業所(1932(昭和7)年創業)がファイバー製の国産ヘルメットの販売を開始した1933年ごろは、炭坑や鉱山で使われていた帽子のほとんどが布製で、ごく偶にアルミ製が使われていた。

ヘルメットが広く全産業に普及したのは、太平洋戦争終了後である。戦後の復興とともにヘルメットの生産も再開されたものの、当初はかなり粗悪な製品も流通したが、1951年に日本工業規格（JIS）が定められ、製品に一定の性能が求められるようになった。それ以降、製品の進化とともに行われた規格改正により、産業用ヘルメットの性能水準は着実に向上していった。

なお、産業用ヘルメットはこれまで「保安帽」「安全帽」「保護帽」と三通りで呼ばれてきたが、本稿ではそれを区別せずに、単に「ヘルメット」と記すことにする。

2. 規格以前の産業用ヘルメット

志賀四郎の「保安帽の二十年史」（日本保安用品協会「セイフティダイジェスト14巻12号」1968年）には、1932年頃に安全福利社の上野歳夫がアルミ製ヘルメットを作り始めたとある。これが国産ヘルメットの第一号である。

また、日本鉱山協会が昭和9年度事業で、国内にある13か所の鉱山に、アルミ製の「上野式安全帽子1

号型」を配布して試用させたという記録がある（日本鉱山協会「安全帽子の試用成績」1936年）。ここには、ヘルメット着用により災害を軽減できた例が多数書かれているが、それとともに、重い、換気不良等の不満の声も記録されている。また、アルミ製ならではの欠点として、2か月ほどで顎紐の取り付け部分が汗のために腐食した、酸性水溶液の発生する坑道では3、4か月の使用で穴が開いた、こぶし大の落石でへこみ、第一線の作業者のものは1年間ですっかり形が変わった、などと報告されている。当時のアルミ製帽体は旋盤によるへら絞りで作られており、堅牢さを欠いていた。

一方、谷澤営業所が1934年2月に実用新案特許を認められたヘルメットは、バルカナイズドファイバーに漆を三度塗りして仕上げたもので、カップ型と呼ばれる独特の形状をしていた（写真-1）。この素材は電気絶縁性、耐摩耗性、耐衝撃性に優れ、軽くて通気性が良く、アルミ製よりも安価だった。着装体が現在と同じハンモック式であることから、相応の衝撃吸収性能も備えていたが、使用しているうちに帽体断



写真-1 ファイバー製カップ型保安帽

面から水を吸い、次第に柔らかくなってしまおうという大きな弱点があった。また、耐側圧性能はゼロに等しかったので、坑内で時々発生していた挟まれ事故には無力だった。

戦時中も軍事用に石炭が増産されたため、ヘルメットの需要は続いたが、アルミ帽は早々に原料入手が困難となり、もっぱらこのファイバー製のヘルメットが供給された。

終戦後、あらゆる資材が払底し、暫く生産できない期間が続いたが、進駐軍の憲兵隊（MP）が鉄帽の下に被っていたフェノール樹脂（ベークライト）製の内帽（インナー）の大量払い下げがあり、それを苛性ソーダで洗浄し、再塗装した上で内装体を取り付けて販売したところ、人気商品となった。これが現在まで続く、MP型ヘルメットの源流である。

3. ヘルメットに関する JIS 規格の制定

(1) 「JIS M 7608-1951（鉱山用保安帽）」

1947（昭和22）年4月、労働基準法が制定され、戦前に炭鉱や工場に対して出された安全に関する諸規定が労働安全衛生規則としてまとめられた。その後、1951年に我が国初のヘルメットに関する規格として、「JIS M 7608-1951（鉱山用保安帽）」が制定された。当時、炭鉱や鉱山で落石による頭部の事故が続出したことから、特に鉱山で使用される保安帽に適用されたものである。

この JIS 規格はまことに簡素なもので、耐電圧性と強さ（帽体強度）により、4形式に分かれていた（表—1）。強さ試験では、製品の堅牢さと耐貫通性が求められた。堅牢さの試験では、表—1に示された質量の鉄球を、定められた高さから帽体頂部に落下させ、帽体の破碎や亀裂、大きくくぼみができないことが要求された。今日求められている衝撃吸収性能は、規格の項目に入っていない。

耐貫通性試験は、表—1に示された質量の鉄錐を、定められた高さから帽体頂部に落下させ、頂部に10ミリ以上のくぼみができないこと、また、帽体に突き

刺さった場合でも、先端が帽体頂部から10ミリ以上出ないことが求められた。現行の「保護帽の規格」の墜落時保護用の試験では、帽体に1.8kgの円錐形ストライカを0.6mから自由落下させた時のくぼみが15ミリ以下であるから、落下エネルギーで比較すると、当時のA-1、B-1形の方が寧ろ厳しかったことになる。

耐電圧性試験は形式A-1、A-2の保安帽に対して行われたが、保安帽に霧状の水を2分間散水した後、帽体頂部とハンモックの内側の任意の点との間に2,000Vの電圧を1分間加え、これに耐えることが要求された。これは、坑内電車に用いる裸線の架空線接触による感電防止を念頭に置いたもので、直流低電流に対する性能であった。

戦前からのファイバー製ヘルメットは、この規格の「堅牢さの試験」に合格するために、従来よりも傘の部分が高く改良せざるを得なくなったが、これは狭い坑内で働く作業者の評判を落とし、その後、1960年代前半にはすっかり姿を消した。

機械的強度に劣っていたアルミ製だが、素材メーカーと共同で型押しによる成形技術と新素材の研究が進み、航空機に用いられた通称17S（ジュラルミン）と呼ばれるAl-Cu合金製の製品が作られた。これは従来品に比べて遥かに頑丈だったが、耐食性に劣ったため、数年で製造が打ち切れ、52Sと呼ばれるAl-Mg合金に切り替った。また、耐食性対策のアルマイト加工や、感電事故対策の絶縁塗装といった工夫がなされた。現在販売されているアルミ合金製は、わずか1型式のみである。

さて、国産のプラスチック製ヘルメットが発売されたのは、フェノール樹脂製が1950年、FRP（繊維強化プラスチック）製が1953年である。フェノール樹脂の帽体は、樹脂を含浸させた布を数枚積層し、それを金型で加熱加圧して成形する。その特性は機械的な強度が強いほか、軽量で電気絶縁性、耐水性、耐熱性にも優れていた。一方、FRPの帽体は一般に、母材にポリエステル樹脂、強化材にガラス繊維を用い、金型で加熱加圧して成形する。その特性として衝撃吸収性、対候性、耐熱性、耐薬品性などに優れており、その後、産業用ヘルメットの材質の主流となった。

フェノール樹脂はFRPに優るとも劣らない帽体材質であったが、成形時に樹脂の着色ができず、仕上げに塗装が不可欠なことが製造上の重大な欠点となり、次第に姿を消していった。

(2) 「JIS M 7608-1955（保安帽）」

1952（昭和27）年、「労働安全衛生規則」が改正され、

表—1 「JIS M 7608-1951（鉱山用保安帽）」の形式区分

形式	耐電圧性	強さ試験	
		堅牢さの試験	耐貫通性試験
A-1	○	3,600 g/1.5 m	450 g/3 m
A-2	○	2,300 g/1.0 m	300 g/2 m
B-1	×	3,600 g/1.5 m	450 g/3 m
B-2	×	2,300 g/1.0 m	300 g/2 m

『ずい道の掘削工事，岩石の切取作業，又は船台の付近若しくは高層建築場等で物体の落下する危険の多い場所における作業』で，「保護帽」の着用が義務化された（129条の2）。これにより，産業用ヘルメットが広範囲の産業に普及し始めた。

このため，1955年に「JIS M 7608」が改正され，名称が「鉱山用保安帽」から「保安帽」に変更された。また，全産業に向けての規格であることを意図して，冒頭で適用範囲を，『鉱山・工場その他物体の落下，飛来または倒壊の危険の多い事業場において使用する保安帽』と規定された。

種類は帽体の強さにより1形，2形に分かれ（従来規格のAとB），さらに耐食性と耐電圧性の有無の組み合わせで12種類に分けられた。この細分化は帽体材質の多様化に対応したものである。

新たに加えられた「帽体の耐電圧性の試験」では，水槽内で帽体につばから13ミリのところまで食塩水を満たし，2,000Vの電圧に1分間耐え，さらに漏洩電流が3mA以下であることと定められた。

この頃，我が国の化学工業は急速に発展し，高密度ポリエチレン樹脂（HDPE），ABS樹脂，ポリカーボネート樹脂（PC）などが工業化された。それに伴い，ヘルメット各社でも最新の樹脂を用いた帽体の開発が始まり，1958年にHDPE製が，さらに1960年前後にABS製とPC製が製品化された。

この中でPCは，FRPとともに帽体材質の主流となった。また，ABSは当初，耐候性などに問題があったが，近年，樹脂の改良が進み，製品の品質も上がった。成形がし易いという製造上の利点もあり，現在では最も多く使われている材質である。

(3) 「JIS M 7608-1962（保安帽）」と「JIS M 7608-1966（保安帽）」

1961（昭和36）年に安全衛生規則が改正され，転倒や墜落の危険の多い港湾荷役と林業関係も，保護帽着用が義務化されたが，それに続いて，翌1962年にはJIS規格も改正された。ここでは保安帽の適用範囲が『鉱山，工場，土木，建築，造船，林業，その他物体の落下，飛来または倒壊する危険の多い事業場において，頭部を保護するために使用する』と規定され，形式は整理されて3種類になった（表一2）。

この改正では初めて，耐衝撃性と帽体の強さを計量値で判定できるように，具体的な数値が規定された。耐衝撃性は，質量3.6kgの鉄球を1.5mの高さから自由落下させた時，帽体の変形量と着装体の伸びの合計が40mm以下，かつ著しい亀裂が生じないこととさ

表一2 「JIS M 7608-1962（保安帽）」の形式区分

記号	帽体材質	耐電圧性
PE	合成樹脂製	○
P		×
M	金属製	×

れた。帽体の強さでは，1.8kgの円錐形ストライカを0.6mの高さから帽体頂部に自由落下させた時，帽体内部に取り付けた粘土にできたクボミの深さが15mm以下と定められた。

また，外観についての要求項目が新たに加わり，『帽体表面は，明るくあざやかな色彩のものであること』とされた。

その後，1966年に改正があり，耐熱と耐寒に関する試験の評価方法が明確化された。

4. 荷役用安全帽と電気用安全帽のJIS規格

1970（昭和45）年，新たに荷役用安全帽と電気用安全帽のJIS規格が制定された。

(1) 「JIS T 8134-1970（荷役用安全帽）」

荷役用安全帽とは，積みおろし作業，「はいつけ」または「はいくずし」などの荷役作業において，主として墜落による頭部の障害を軽減するために着用するヘルメットである。乗車用安全帽と同様，衝撃吸収ライナーを内装しており，今日に続く墜落時保護用ヘルメットの嚆矢となった。

この規格では衝撃吸収性試験において，初めて電気的機器を用いた計測方法が規定された。示された3通りの方法のうち，荷重計を用いた方法では，前頭部と後頭部に4.5kgの木製平面ストライカを1.5mの高さから自由落下させ，衝撃荷重が1,800kgfを超えないこととされた。また，様々な使用環境を想定して，試料となる製品に，高温，低温，浸せきの前処理が加えられることになった。

一方，耐貫通性試験では，1.8kgの円錐形ストライカを前頭部と後頭部に0.6mの高さから自由落下させた時，ストライカの先端が10mm以上突き抜けないことが規定された。

(2) 「JIS T 8135-1970（電気用安全帽）」

電気用安全帽とは，作業中における高圧以下の頭部感電事故を防止するとともに，これに関連して落下物から頭部を保護するために使用するヘルメットである。耐電圧試験では，水槽内で帽体につばから30ミ

りのところまで清水を満たし、20kVの電圧に1分間耐え、充電電流が10mA(60Hz)以下とされた。耐衝撃性試験は「JIS M 7608-1966(保安帽)」と、耐貫通性試験は「JIS T 8134-1970(荷役用安全帽)」と概ね同じ内容である。

なお、規格検討に当たっては、電力会社、電気工事会社、鉄道会社より、乗車用安全帽と兼用できる製品の規格制定が強く求められたが、最終的には乗車用とは別立てで規格化された。

5. 「保護帽の規格」制定とJIS規格の統合

(1) 「保護帽の規格」

1972(昭和47)年6月、労働安全衛生法が制定された。その後、1975年1月に、譲渡等の制限等を定めた第42条に「保護帽」が追加され、同年12月に「保護帽の規格」公布、1977年より国家検定が開始された。これ以降、検定に合格しないと「保護帽」として販売できないことになった。

規格の区分は製品の目的により、飛来・落下物用と墜落時保護用に分かれた(表-3)。

表-3 「保護帽の規格」の区分

区分	構造
飛来・落下物用	帽体、装着体、あごひもを有す
墜落時保護用	帽体、衝撃吸収ライナー、あごひもを有す

従来のJIS規格からの構造上の大きな変更箇所はまず、帽体の強度低下を防ぐため、プラスチック製の帽体では通気孔が許されなくなったことである。また、JIS規格では、装着体のハンモックの上端を結束していた「環ヒモ」と呼ばれる部品により、頭頂部と帽体内頂面との隙間を自由に調整できることが規定されていたが、「保護帽の規格」では逆に、環の大きさを調節できないこととなった。これに関連して、装着体の取り付けを通し紐で行うことが多かったFRP製のヘルメットでは、それを緩めたり、長い紐に替えたりすることにより、不安全な状況で使用される可能性があったため、これ以降、プラスチック製の連結鉤または金属製リベットが用いられるようになった。

耐貫通性能の試験はJIS規格同様、1.8kgの鋼製ストライカを帽体に0.6mの高さから自由落下させ、飛来・落下物用では帽体内部に取り付けた粘土にできるクボミが10mm以下、墜落用ではクボミが15mm以下とされた(落下箇所はJIS規格と同じ前頭部、後頭部に両側頭部が加わった)。

衝撃吸収性能の試験は高温、低温、浸せきの前処理を行った上で、飛来・落下物用では5kgの平面ストライカを1mの高さから頭頂部に落下させ、墜落時保護用では同じストライカを1mの高さから前頭部、後頭部に落下させ、①衝撃荷重は1,000kgf以下であること、②750kgf以上の衝撃荷重が1,000分の3秒以上継続しないこと、③500kgf以上の衝撃荷重が1,000分の4.5秒以上継続しないこと、④保護帽に著しい損傷が生じないこと、とされた。

電気用のヘルメットに関しては、1972年に「絶縁用保護具等の規格」が制定された後、1975年に労働安全衛生法施行令の一部が改正され、絶縁用保護具としてのヘルメットが型式検定の対象となった(1977年より実施)。

(2) 「JIS T 8131-1977(安全帽)」

強制法規である「保護帽の規格」との整合性をとるため、新たなJIS規格が制定された。この規格は従来の3規格(保安帽、荷役用安全帽、電気用安全帽)を統合したものである(表-4)。

表-4 「JIS T 8131-1977(安全帽)」の形式区分

種類	使用区分
A	飛来・落下物用
B	墜落時保護用
AB	飛来・落下物用 / 墜落時保護用
AE	飛来落下 / 電気用(使用電圧7,000V以下)
ABE	飛来落下 / 墜落 / 電気(使用電圧7,000V以下)

これ以降、JIS規格は「保護帽の規格」に対して、『法律上の運用を補完するものとして位置付けられる』ことになった(日本工業標準調査会 標準部会 労働安全用具技術専門委員会「『労働安全用具技術分野』における標準化戦略」2001年)。

6. 国際規格との整合性を踏まえた規格改正

(1) 「保護帽の規格」の改正

1991(平成3)年8月、イギリス、アメリカ、ドイツ各国の規格を勘案しながら、「ISO規格3873」を極力取り入れて、「保護帽の規格」が改正された。

飛来・落下物用の耐貫通性能試験では、3kgの円錐形ストライカを製品(従来は帽体)に対して、1mの高さから自由落下させた時、その先端が人頭模型に接触しないこと、衝撃吸収性能試験では高温、低温、浸せきの前処理を行った上、5kgの半球形ストライカ(従来は平面型ストライカ)を1mの高さから自

由落下させた時に衝撃荷重が500 kgf以下と、厳しくなる方向で変更になった。

一方、墜落時保護用の規定はISO規格にはない、我が国独自の内容だったが、墜落災害における効果が大きいことから規格に残り、試験方法等も従来どおりとなった。

また、従来、設置が許されていなかった通気孔が、ISO規格にならない、国内規格でも認められた。これを受けて、検定代行機関である社団法人産業安全技術協会が「保護帽の検定における通気孔の指針」を定めたため、それに基づいた製品が作られるようになった。

その後、1999年に規格内の計量単位が国際単位系(SI単位)に改められた。

(2) 「JIS T 8131-1990 (産業用安全帽)」と「JIS T 8131-2000 (産業用安全帽)」

1990(平成2)年12月、「保護帽の規格」よりも一足早く、「JIS T 8131-1990 (産業用安全帽)」が改正された。改正内容は新「保護帽の規格」とほぼ同じだが、耐水性試験と難燃性試験は独自の規定である。また、「絶縁用保護具等の規格」では耐電圧試験により、20kVの電圧に1分間耐える性能を有することとなっているが、加えて、漏洩電流が10 mA (60Hz)以下であることが規定された。

2000年3月、構成をISO規格に準じるとともに、欧州規格EN397を参考に改正された。主要な改正点として、ISO規格に準じた人頭模型を試験に用いることになった他、耐貫通試験において、新たに高温と低温の前処理が必要になった。また、任意試験として超低温試験と耐側圧性試験が加わったが、これらは全て「保護帽の規格」には無い、より厳しい試験である。このため、検定を取得して販売中の製品でも、JIS規格には合格できないことがある。なお、表4の「墜落時保護用」が「転倒・転落時保護用」に、「電気用」が「高電圧電気絶縁用」に名称を変えた。

7. おわりに

以上のように、我が国の産業用ヘルメットはこの80余年間、規格の整備と競うように進化を遂げてきた。その前半の進化は、新たに取り入れた帽体材質の特性に負うところが大きかったが、近年、それは大きな技術革新によって為されている。

FRP製の帽体では、母材と強化材の双方に新素材を試すと同時に、その組み合わせを試行錯誤することにより、高性能でより軽量の製品が生まれてきたが、今後も更なる軽量化が期待できる。また、新たな帽体成形方法により、これまで不可能だった内装取り付けブラケットを成形し、耐電性能をもつFRP帽体の製品化に成功した。これも今後の大きな進化につながる可能性がある。

一方、ABS、PCといった熱可塑性樹脂では、三次元CADの活用と金型流動解析の精度向上により、従来よりも複雑な構造の帽体や装着体を、比較的小さなリスクで成形できるようになった。例を挙げれば、透明なひさし、スムーズな動きの内蔵シールド面、大きな開口部をもたらす二層構造帽体などが製品化され、ヘッドバンドやハンモックのかぶり心地や機能向上なども図られている。

今後も新しい素材や技術を用いて、より快適なかぶり心地の、安全性の高い、革新的なヘルメットを世に出していくことが、メーカーとしての使命と考えている。

JCMA

【筆者紹介】

谷澤 直人 (たにざわ なおと)
 ㈱谷沢製作所
 取締役副社長 営業部長

