

VI-8

建設機械用ゴム材の耐動的カッタ性

愛媛大学工学部 正員 河原 莊一郎
愛媛大学工学部 正員 室 達朗

1. まえがき 履帯やO Rタイヤに使用されている耐摩耗ゴムには、碎石などが原因でカットが偶発的に発生するが、カットの発生するメカニズムはほとんどわかっていない。

ここでは、5種類の耐摩耗ゴムの耐カッタ性を明らかにすることを目的とし、碎石にみたてた切断刃の刃先角、ゴム厚のゴムの動的切断に及ぼす影響をモデル実験により調査する。

2. ゴム供試体および切断刃 ゴム供試体として表1に示す代表的な耐摩耗ゴム5種類を使用した。ゴム供試体A, B, Cは天然ゴム (NR) を主としてスチレレンブタジエンゴム (SBR) を配合したもので、ゴム硬さを変化させている。ゴム供試体D, EはNR, SBRであり、原材料の影響を調査するためゴム硬さHs63に揃えている。ゴム供試体は切断幅50×長さ100mm, 5通りの厚さ $t=10\sim50$ mmである。碎石にみたてた切断刃 (SS400) は、刃幅100×長さ80×厚さ16mmであり、刃先角 $\theta=30, 45, 60, 75, 90^\circ$ の5種類である。

3. 実験装置および方法¹⁾ 図1に示すゴムの動的切断装置は、重錘落下の際の衝撃力によりゴム供試体を切断する機構である。脚部を含めた全高は約4mで、トンビの紐を引張ると重錘（質量 $M=20.9\text{kg}$, 直径10cmの鋼製円柱）が最高2mの高さより落下する。4本の支柱からなる落下道は、ターンバックルにより鉛直性を微調整することができる。

切断部¹⁾にはゴム供試体と切断刃がセットされている。切断刃の回転を防止し鉛直方向への貫入を保つため、切断刃の横に装着された左右各2本のステンレス製丸鋼（直径8mm）がサイドガイドの鉛直溝を滑っていくようになっている。また、切断刃に衝撃力を確実に伝えるため、切断刃プロテクター（厚さ10mm, 直径100mm）を装着している。ゴム供試体の両端は固定されていて、その下部には3層からなる木製防刃材（層厚10mm）を設置して刃先を保護しており、刃と衝突する部分（幅20mm）は実験毎に交換した。脚部には重錘落下による衝撃力を緩和させないように落下箇所下部に支柱をいれて補強した。

4. 臨界切断点落下高さ 重錘の落下高さを適宜変化させて、ゴムが過不足なく切断されときの落下高さ（臨界切断点落下高さ）を決定した。臨界切断点落下高さは断続的にしか決定できないので、それぞれの臨界切断点落下高さの上下の幅を最大20%以内に収まるようにした。図2に臨界切断点落下高さ h_c と刃先角 θ の関係をゴム供試体Cについて、図3に臨界切断点落下高さ h_c とゴム厚 t の関係をゴム供試体Dについて示す。刃先角 θ およびゴム厚 t が大きくなるにつれて臨界切断点落下高さ h_c が増加する。しか

表1 ゴム供試体の性状

ゴム	材質	硬さ H _s	伸び E _b (%)	引張強さ T _b (kgf/cm ²)	引裂強さ T _r (kgf/cm)
A	NR主体	63	573	212	65.7
B	NR主体	55	635	240	41.0
C	NR主体	70	541	224	71.0
D	NR	63	575	239	96.0
E	SBR	63	679	227	46.0

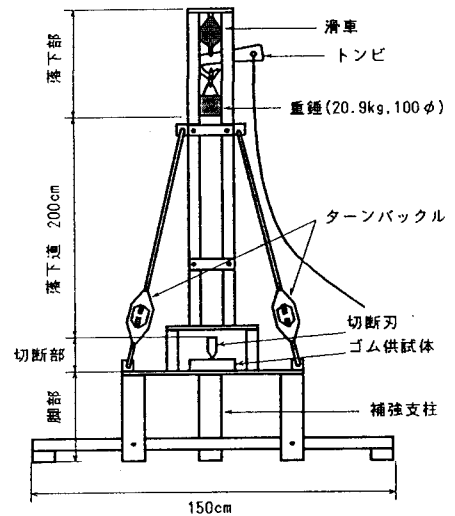
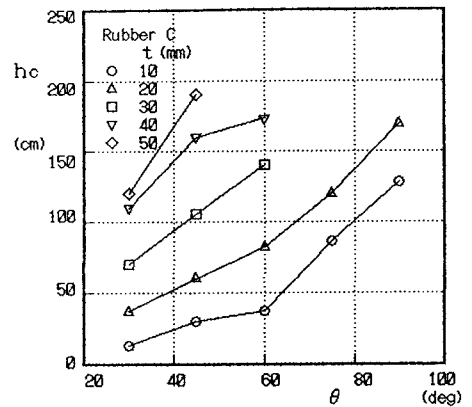


図1 ゴムの動的切断実験装置


図2 臨界切断点落下高さ h_c と刃先角 θ の関係

し、ゴム厚 $t=40\text{mm}$ 以降の臨界切断落下高さ h_c の増加の度合はそれまでに比べてやや低くなっている。

5. 切断深さ 次に、落下高さを変化させてゴムの切断深さを測定した。刃先角 $\theta=30^\circ$ 、ゴム厚 $t=40\text{mm}$ について切断深さ d_c と落下高さ h の関係を図4に示す。切断深さはゴム供試体E、C、A、B、Dの順に小さく、ゴム供試体B、Dにはほとんど違いがみられない。したがって、ゴム供試体Eが耐動的のカット性に最も優れている。また、ゴム硬さが大きいほど切断深さが小さくなる。

静的切断は切断刃がかなり貫入して開始される²⁾ので、動的切断においてもある落下高さになったときに切断が開始されると考えられる。そこで、次式の直線を用いた回帰線を図中に示す。

$$d_c = c_0 \cdot h + c_1 \quad (1)$$

切断深さ d_c は落下高さ h と概ね直線関係にある。ゴム供試体により多少ばらつくが、切断開始点落下高さ h_y （上式の h 軸切片 $= -c_1/c_0$ ）は刃先角 $\theta=30^\circ$ では最大10cm程度、 $\theta=75^\circ$ では最大120cm程度である。

また、ゴム供試体Eについてゴム厚 t を変化した場合の切断深さ d_c と落下高さ h の関係を図5を示す。ゴム厚が厚いほど切断深さが小さい傾向がみられる。したがって、ゴム厚を増加させることはこの範囲では耐動的のカット性の向上につながるといえる。

6. 考察 ゴム供試体Eは静的切断の切断開始点貫入量 d_{sy} が5種類のゴム供試体の中で最大であった²⁾。この特性はゴム供試体Eが耐動的のカット性に最も優れていることに関連性があると考えられる。一般に、ゴム供試体によって変形特性が違うため同じ落下高さから重錘を落下させてもゴム供試体に作用する衝撃力は同じであるとは限らない。ゴム供試体Eでは静的切断でみられたように比較的小さな垂直荷重で大きな変形が起きるので、衝撃に対してはゴムが変形することにより衝撃力を緩和することができると思われる。

ゴム供試体Aは静的切断において耐カット性に最も優れており、動的切断においてもゴム供試体E、Cに次いで耐カット性に優れている。また、ゴム供試体Eは耐摩耗性に劣る³⁾ので、耐摩耗性と耐カット性にバランスよく優れているゴム材料は、NR（天然ゴム）にSBR（スチレンブタジエンゴム）をブレンドしたゴム供試体Aであるといえる。

7. あとがき 5種類の耐摩耗ゴムの中でゴム供試体Eが耐動的のカット性に最も優れていること、ゴム厚を増加させることが耐動的のカット性の向上につながる。耐摩耗性と耐カット性にバランスよく優れているのはゴム供試体Aであることが判明した。

参考文献

- 1) 河原・室・梶川：履帯用耐摩耗ゴムの切断特性について、土木学会第46回年講VI，pp.258-259，1991.
- 2) 河原・室：建設機械用ゴム材の耐静的のカット性，土木学会第47回年講VI，pp.342-343，1992.
- 3) 室・河原：履帯用ゴム材の摩耗特性，愛媛大学工学部紀要，12巻3号，pp.155-166，1992.

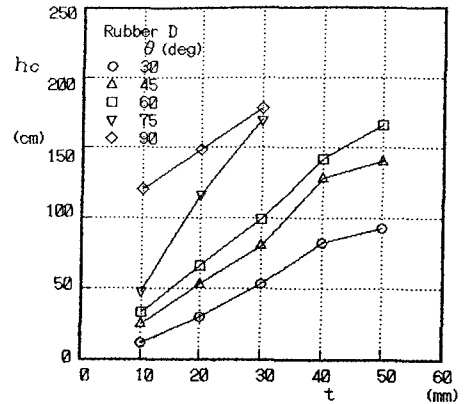


図3 臨界切断点落下高さ h_c とゴム厚 t の関係

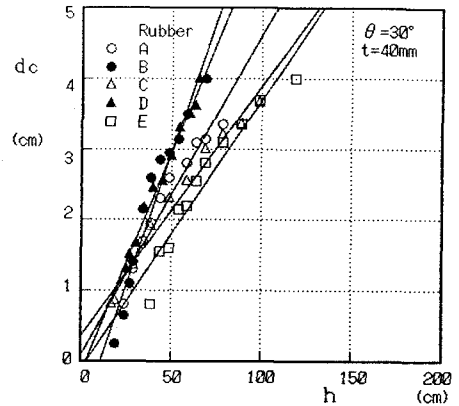


図4 切断深さ d_c と落下高さ h の関係

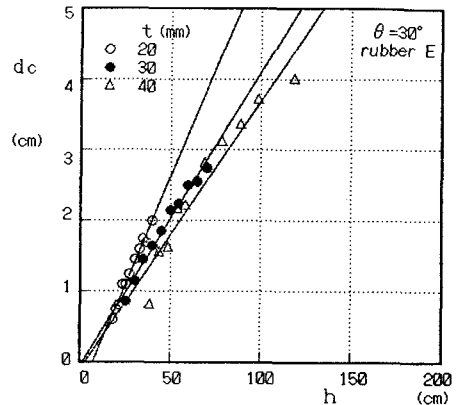


図5 切断深さ d_c と落下高さ h の関係