

5. 建設車両用タイヤの発展と今後の動向

機械部会タイヤ技術委員会：助友 利隆（㈱小松製作所）

1. まえがき

我国の建設機械は

- ① 1952年(昭和27年)の電源開発促進法の制定を契機にしたダム建設の活発化
- ② 1955年(昭和30年)代に於ける経済の高度成長による各種プロジェクトの活発化
- ③ 建設工事量の増加に伴う、建設労働人口の不足と高齢化および高賃金化

表1 25年間のGNPと建設投資

項目	1964 (昭和39年)	1964 (昭和39年)	倍率
建設機械生産額 (10億円)	127.0	1486.2	11.7
建設投資(兆円)	5.5	67.1	12.2
G N P (兆円)	29.7	366.5	12.3
主な社会事象	・東京オリンピック ・東海運新幹線開業	・青函トンネル開業 ・神戸大橋開通 ・マム優待止	

これらを背景にした機械化施工の活発化によりめざましい発展を遂げてきた。

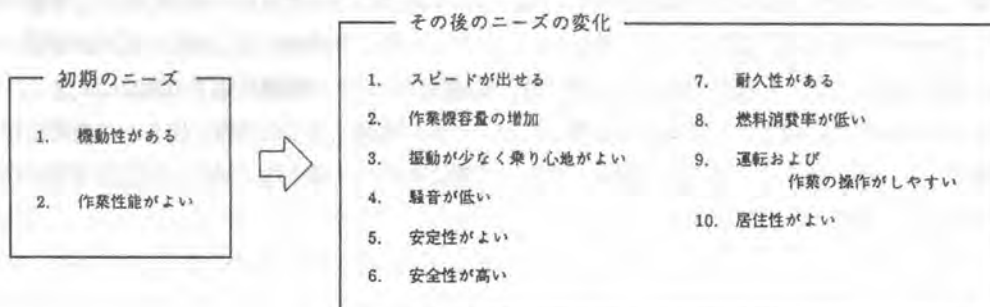
中でも、機動性や乗り心地に優れた、ホイールローダ、ダンプトラック、モータスクレーバ等のタイヤ式建設車両の発展は著しい。その影には、これらの車両を支え、駆動力を伝えるため、大地との唯一の接点であるタイヤの発展が大きく貢献している。

この度、機械部会タイヤ技術委員会では、委員会の活動の一環として、施工技術の変化や建設車両のニーズの変化に対し、建設車両用タイヤがどのように変化し、現在に至ったのかをまとめたので報告する。

2. 建設車両に対するニーズの変化

前述から、より速く、より多くの作業を行なう建設機械へのニーズは、作業性、耐久性等の基本性能に加え、近年では、人間尊重の立場から、居住性、操作性等が重要視され、これらのニーズに最も適したタイヤ式建設車両が著しい発展を遂げた。

表2 タイヤ式建設車両のニーズの変化



3.建設車両用タイヤに対するニーズの変化

建設車両用タイヤも車両側のニーズ変化に伴い、性能面でその要求特性が、より能率的、経済的方向に向かい、この要求を満たすため、多岐にわたり改善がなされた。

表3 建設車両用タイヤの要求品質と技術的対応

主な建設車両 タイヤに 対する車両側 の要求品質	ホイール	ダンプ	モータ	技術的対応	タイヤの構造・材質・形状				
	ローダ	トラック	スクレーバ		パイ アス	ラジ アル	偏 平	バ タ ー ン	ゴ ム 質
耐荷重性が大きい	○		○	構造の改善 耐カット 耐摩耗用ゴムの開発 タイヤ剛性の向上 (プライズ) 空気圧の増加 運動エネルギー消費の 少ないタイヤの開発 放熱のよいゴムの開発 接地圧が低いタイヤの開発 振動が少ない タイヤパターンの開発 グリップ性能がよい タイヤパターンの開発	○	○			
タイヤカットが少ない (トレッド・サイド)	◎	○	◎						○
タイヤの磨耗が少ない	◎	◎	◎						
スピードが出せる	○	◎	○			○	○		
揺れが少ない	○	○							
乗り心地がよい	◎	○	○				○		
燃費が少ない	○	◎	◎						○
軟弱路面走破ができる	◎		◎					○	
制動性能がよい	◎	◎	○						○
駆動力が出せる	◎	◎	◎						○

◎：最適、○：適合

建設車両用タイヤもこのような改善を行ってきた結果、タイヤの需要も拡大された。

表4 建設車両用タイヤの生産推移と主な歴史

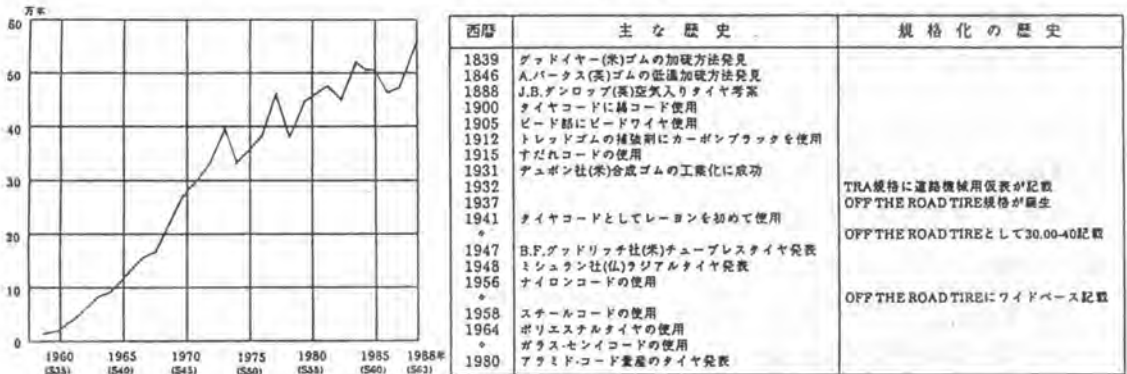


図1 一般的構造と各部の名称

4.建設車両用タイヤの一般的構造

軟弱地、泥ぬい地、岩盤地、碎石地、森林地等、一般道路以外の不整地での作業用として開発された建設車両用タイヤは、ホイールローダ、ダンプトラック、モータグレーダ、モータスクレーバ、タイヤローラ、ホイールクレーン等の建設車両に装着されており、その一般的な構造は、図1のようになっている。



- ① トレッド
- ② ショルダ
- ③ サイドウォール
- ④ ビード
- ⑤ インナライナ
- ⑥ カーカス
- ⑦⑧ ブレーカ
スロベルト

5.建設車両用タイヤの技術の変化

建設車両用タイヤの技術の変化には、大きく分けて次の6要素がある。

要素	技術の変化	要素	技術の変化
1 構造	バイアス→ラジアル化	4 ゴム質	最適ゴムの開発・改善
2 形状	標準→ワイド化(偏平化)	5 コード	綿コード→ナイロン→スチールコード化
3 トレッド	トレッドパターンの多様化	6 配合剤	ゴム補強剤の開発・改善

この6要素に加え、製造技術の向上、品質管理体制の充実、アフタケアの進歩等も見逃せない。

次に、この6要素の技術的变化について触れてみる。

(1)構造

建設車両用タイヤが実用化されてからの構造の大きな変化は、カーカス配置方法を、バイアス構造→ラジアル構造に進んだことである。その他、細かな構造変化は、製造技術の進歩等により変化・改良されてきている。ラジアル構造ではタイヤの変形によるカーカス間の変位が少なく、内部発熱を押しえられる。

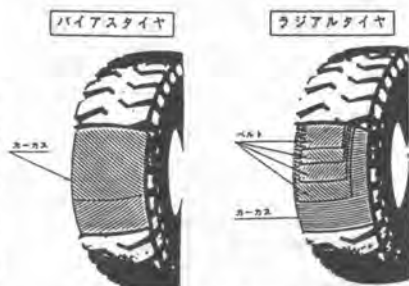


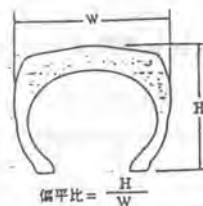
図2 バイアスとラジアルの構造

(2)形状

建設車両の進歩・多様化に伴い、要求も多様となり、条件に合ったタイヤ形状の開発がされてきた。その結果、建設車両用タイヤもワイド化(偏平化)されてきている。偏平にすることによって横揺れが大幅に減る。

表5 タイヤ形状区分

タイヤ形状区分		偏平比
名称		
スタンダードタイヤ		約0.98
ワイドベースタイヤ		約0.82
65シリーズタイヤ		約0.65



(3)トレッドパターン

建設車両および建設現場の路面に合った最適パターンの開発が進み、建設車両用タイヤ寿命の向上、車両の高効率化を可能にしている。

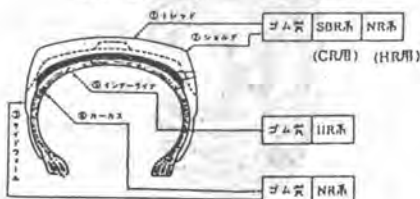
(4)ゴム材料

建設車両用タイヤの肉付けとなるゴムで1931年以降の合成ゴム開発がタイヤ寿命の向上、車両の高効率化を可能にした。主な特性は右表による。

表6 主要原料ゴムの物性

	NR	SBR	BR	IR	EPT	HR
	天然ゴム	スチレン・ブタジエン・ゴム	ブタジエン・ゴム	合成天然ゴム (イソブレン・ゴム)	エチレン・プロピレン・ポリマー	ブナル・ゴム
組成	イソブレン	スチレン・ブタジエン	スチレン・ブタジエン (シス1,4結合)	イソブレン	エチレン・プロピレン	イソブレン + イソブレン
引張り強さ	kg/cm ² 310	kg/cm ² 240~280	kg/cm ² 190~250	kg/cm ² 300~310	kg/cm ² 250	kg/cm ² 180
伸び	700%	550%	600%	700%	650%	650%
耐摩耗性	良	良上	優	良	不可	不可
耐熱性	可	可上	良	可	優	優
引張戻り率	強	可	可	良	良	優
耐老化性	良	良	良	良	優	優
気体保持性	良	良	良	良	良	優
用途	ゴム製品一般 トレッド用 カーカス用 練生地	トレッド用 カーカス用 練生地	トレッド用 カーカス用 練生地	トレッド用 カーカス用 練生地	チューブ エア・バッグ サイド・ウォール	チューブ エア・バッグ インナ・ライナー

図3 建設車両用タイヤ主要ゴム質



(5) タイヤコード

建設車両用タイヤの骨組となるカーカスコードは、当初、縦・横に糸の入ったキャンバス(織布)を使用していたが、1941年以降、合成繊維の発達と共に、ナイロン、レーヨン、ポリエステル、アラミド(ケブラー)、ガラス繊維、スチールコードが使用され、近年のラジアルタイヤの普及によりスチールコードが著しく増した。

もちろん、合成繊維の発達の他に、コードの織り方の研究から糸の改良等がなされた。合成繊維コードの主な特性は下表の通りである。

表7 各種タイヤコードの特性

	レーヨン	ナイロン		ポリエステル	スチール	アラミド
構造	1650D/2	1260D/2	1890D/2	1500/2	1×3+9+15×0.175+1×0.15	1500/2
コードゲージ(mm)	0.71	0.65	0.80	0.65	1.34	0.66
原糸強度(g/4)	4.5-5.0	10.0-11.0	9.0-9.5	8.0-9.0	3.5-4.5	18
強 力(kg)	15.0-15.5	21.8-22.5	32.0-33.0	21.0-22.5	170-180	55
中間伸度(%)	1.5-2.5	8.5-9.5	8.2-9.2	4.0-5.0	---	---
耐疲労性	可	優	良	可	優	良
耐熱性	良	可	可	良	優	優
耐水性	可	良	良	優	可	良
寸法安定性	優	可	可	良	優	優
接着性	優	優	優	良	優	可

(6) タイヤゴム配合剤

タイヤゴムに薬品を添加することにより、ゴムに耐摩耗性、引張強さ、耐熱性、耐候性、粘度等の諸特性を使用目的に合うよう引き出すことが可能となる。このような薬品を総じて、ゴム配合剤(カーボンブラック、加硫剤等)と呼んでいる。配合剤は、1839年のゴム加硫方法の発見を契機に、1912年には、カーボンブラックが使われ初め、以後、現在に至るまで種々の配合剤が発見され、使用されてきた。

表-8 配合基本構成

配合基本構成	主な配合剤の例
ゴム	天然ゴム、合成ゴム
加硫剤	硫黄、有機加硫剤
加硫促進剤	チアゾール系促進剤
促進助剤	亜鉛華、ステアリン酸
老化防止剤	アミン系老防剤、フェノール系老防剤、ワックス
増強剤	カーボンブラック、ホワイトカーボン
元てん剤	炭酸カルシウム、クレー
軟化剤	石油系プロセス油、バインダー、アロマチック油
増色剤	チタン白、亜鉛華

6. 建設車両用タイヤの今後の動向

建設車両用タイヤが今日に至るまでの発展の経過を説明してきた。建設車両の性能および稼働には、タイヤが大きな役割を果たしている。

近年に於ける建設車両は、より高出力化、高速化、高荷重化に移行しており、これらの傾向は、今後共続くものと考えられる。

このような傾向を、背景に建設車両用タイヤも現在進みつつあるラジアル化、扁平化をベースに新素材の開発、最適形状の開発、最適トレッドパターンの開発等を行い、より経済性を追求したタイヤに向かうであろう。

表9 要求特性に対するタイヤ構造

対応	要求に対処できる タイヤの構造・材質・形状				
	バイ アス	ラ ジ ア ル	偏 平	バ タ ー ン	ゴ ム 質
大型化	○	○	○		
高速化		○			○
経済性		○			
乗心地		○	○	○	
作業性の安定性	○	○	○		