

日本国有鉄道 正員 日下部好男
西松建設 齊藤 正忠
住友金属工業 正員 高瀬 幸紀

1. まえがき

既設線路および道路下等に交通の現状を阻害しないで構造物をつくる、例えば地下道方式の立体交差工事を行なう際、鋼管矢板を鉄道、道路の荷重を支持する仮受桁として水平に使用するパイプビーム工法が考案された。この設計法としては鋼管矢板の継手の効果を安全側という理由で無視し、単独の鋼管が併設されたものとし、単純梁理論が採用されている。しかし、継手材により多数の鋼管を連結した鋼管矢板構造については、これまで解析に必要な荷重の分配率、たわみ性状が明らかにされていないのが現状である。そこで、水平鋼管矢板の継手の荷重分配効果、および国鉄が一般に採用している有道床PC枕木構造、吊桁構造、大版PC枕木構造の実物線路を敷設してこれを供試体として用いた荷重分散効果の実験を行ない、継手の荷重分配効果およびたわみ性状を検討し、解析を行なったので報告する。

2. 実験の種類および方法

実験の種類およびその目的を表1に、供試体は主要諸元を表2に、載荷方法を図1～図4に示す。供試体は継手せん断試験体を2体、単体曲げ試験体を1体、9本組試験体を1体製作し、9本組試験体については、継手部モルタル充填前、充填後（ $\sigma_{28}=435\text{Kg/cm}^2$ ）、PC枕木敷設後、吊桁+PC枕木敷設後、LPC枕木敷設後に順次載荷を実施し、最後にLPC枕木を敷設した状態で疲労実験を行なった。なおバラスト厚さは300mmである。

荷重の載荷は、継手せん断試験および単体曲げ試験は降伏まで、継手効果実験時の9本組供試体には6.8tの2点載荷、道床部荷重分散効果実験の時は6.8tの2点載荷と50.4tの4点載荷、疲労実験はMTS疲労試験機を用い2t～50.4tの片振り4点載荷を行なった。サイクル数は2Hz

である。表2 供試体主要諸元

区 分	寸法(mm)
① 主 管	318.5 ϕ ×12.7 t
② 継 手 管 大	76.3 ϕ ×4.2 t
③ " 小	48.6 ϕ ×3.4 t
④ 継手用プレート	9 t ×25W
⑤ 矢板ピッチ	406
⑥ 矢板支間	5,700*

*せん断試験体は $l=300$

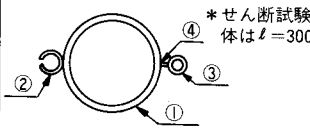


表1 実験の種類と目的

区 分	目 的	備考
静的実験	9本組曲げ試験	(1)継手の面外せん断抵抗による荷重分配効果
		(2)継手部モルタル充填効果
	継手せん断試験	継手の面外せん断挙動と耐力
	単体曲げ試験	荷重分配効果判定の基準値
	道床部荷重分散効果実験	(1)レール、PC枕木、バラスト系の荷重分散効果 (2)-(1)に吊桁併用時の効果 (3)大版枕木(LPC)の効果
疲労実験	200万回繰返し載荷後の荷重分散効果	図4

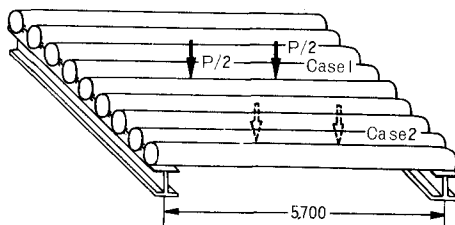


図1 9本組曲げ試験

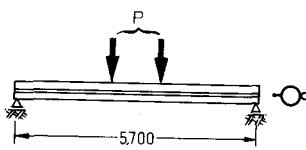


図3 単体曲げ試験

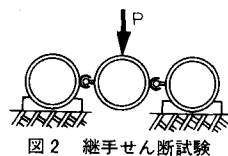


図2 継手せん断試験

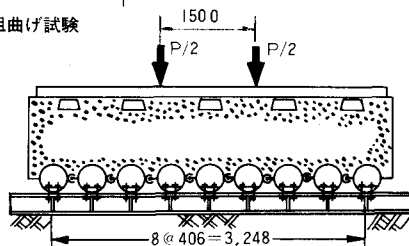


図4 道床部荷重分散効果試験

3. 実験結果と考察

3-1. 継手の荷重分配効果

図5～図6にCase 1(N₀5矢板に
載荷), 図7～図8にCase 2(N₀1
矢板に載荷)のそれぞれ各矢板中央
点のたわみおよび縁応力度分布に対
する継手モルタルなしとあり, の比
較を示した。さらに同じ荷重に対す
る単体中央点の縁応力度, たわみを
基準として, 分配率 η_σ, η_δ を次式で
定義し, その計算結果を表3に示す。

$$\eta_\sigma = \sigma_i / \bar{\sigma}, \quad \eta_\delta = \delta_i / \bar{\delta} \quad \dots (1)$$

ここに δ_i : 9本組*i*番目矢板中央
点のたわみ, σ_i : 9本組*i*番目矢板
中央点付近の縁応力度, $\bar{\delta}$: 単体中
央点のたわみ $\bar{\sigma}$: 単体中央点付近の
縁応力度

載荷矢板の分配率に着目すると継手モルタルなしの場合Case 1では η_σ, η_δ はともに0.4程度, Case 2
では0.7程度である。モルタル充填後の分配率はさらにこの値の4割程度である。なお図中に示した計算値
は理論解析によるもので, その詳細は本講演概要集論文N₀1-31を参照願いたい。

3-2. 軌道および道床の荷重分散効果

上記Case 1と同じ荷重形式で載荷した場合の軌道構造形式による各矢板中央点のたわみを図9に, 列車荷
重を想定した4点載荷による各矢板中央点のたわみおよび, 中央点付近縁応力度を図10～図11に示す。

荷重分散効果を載荷矢板スパン中央点に関するたわみの減少で考えると, 図9より道床なしに比べ, 道床
がある場合は25～40%減少している。しかし継手の分配効果に比較すると, 道床の効果は小さく, 軌道
形式による相異はさらに小さい。

3-3. 疲労実験結果

MTS疲労試験機により200万回繰り返し載荷を行なった後, 道床部荷重分散効果実験と同様に $P = 50.4$
tの4点載荷を実施したが縁応力度および, たわみは静的載
荷時と比較すると同様であった。($\sigma = 750 \text{ Kg/cm}^2, \delta = 9 \text{ mm}$)

4. まとめ

以上の結果, 水平鋼管矢板は継手部にモルタルを充填する
ことにより荷重が均等に分配されることが明らかになった。

本実験が, 水平鋼管矢板の新しい設計法確立の一助となれ
ば幸いです。

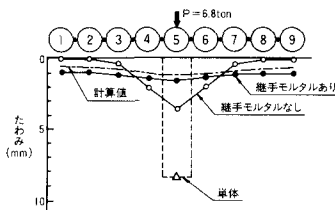


図5 各矢板中央点のたわみ分布比較 (Case1)

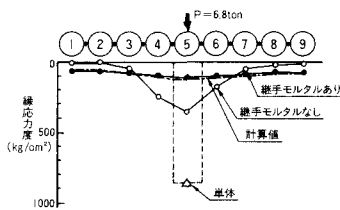


図6 各矢板中央点付近の縁応力度分布比較 (Case1)

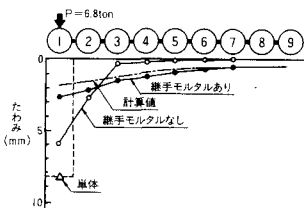


図7 各矢板中央点のたわみ分布比較 (Case2)

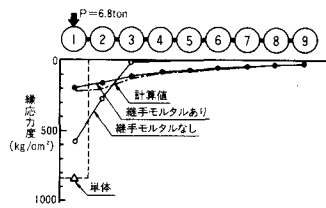


図8 各矢板中央点付近の縁応力度分布比較 (Case2)

矢板		No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	No.8	No.9
荷重 ケース 1	継手 モルタル なし	η_δ	0.007	0.007	0.051	0.256	0.431	0.256	0.051	0.007
		η_σ	0.005	0.007	0.042	0.273	0.394	0.217	0.047	0.007
	継手 モルタル あり	η_δ	0.128	0.128	0.135	0.171	0.191	0.174	0.134	0.128
		η_σ	0.084	0.091	0.103	0.123	0.118	0.118	0.101	0.089
荷重 ケース 2	継手 モルタル なし	η_δ	0.720	0.323	0.025	0.019	0.004	—	—	—
		η_σ	0.665	0.320	0.010	0.007	0.005	0.005	0.002	0.005
	継手 モルタル あり	η_δ	0.319	0.256	0.174	0.137	0.103	0.078	0.065	—
		η_σ	0.234	0.187	0.135	0.101	0.081	0.059	0.049	0.039

表3 継手モルタルなしとありの分配率の比較

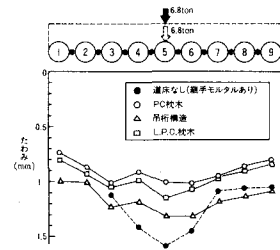


図9 道床効果比較(各矢板中央点のたわみ)

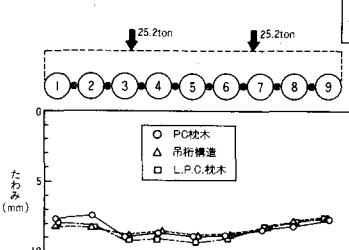


図10 道床効果比較(各矢板中央点付近の縁応力度)

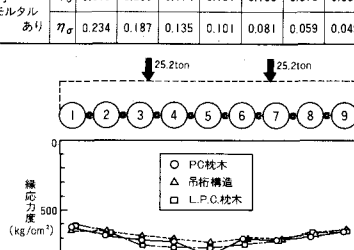


図11 道床効果比較(各矢板中央点のたわみ)