

補剛材の低減が製作の合理化に及ぼす効果の評価手法（その2）

(株)サクラダ 正会員 南 邦明
 同上 ○正会員 田村 潤

1. はじめに

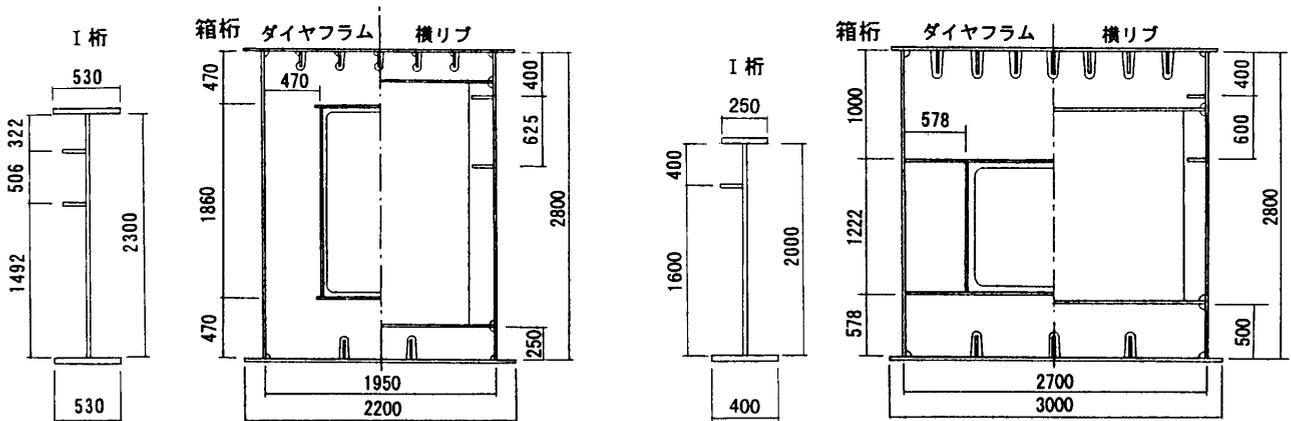
溶接作業の合理化手法として、補剛材を低減させる方法があるが、溶接長の低減率が溶接作業工数の低減率に等しくならないことを別報¹⁾で述べた。

本報告は、補剛材の低減が合理化に及ぼす効果を調べるため、別報で示した合理化評価手法を用いて、4つのモデルを対象に補剛材低減シミュレーションを行った。これらの結果を参考に、パネル製作工程における合理的な生産計画の考え方を考察した。

2. 合理化効果のシミュレーション

(1)シミュレーション方法 対象としたモデルは、図-1 および表-1 に示す日本道路公団、阪神高速道路公団の標準設計図集^{2),3)}から抜粋したI桁とRC床版箱桁の1枚のウェブパネルとした。シミュレーション方法は、各モデルの垂直補剛材を一定とし、水平補剛材の段数を変化させた。対象モデルの水平補剛材の段数は、阪神高速道路公団のI桁を除き2段であり、これを1段、さらに0段とした場合の溶接長を計算して、別報で示した算定式(1)式に代入し、算出された作業時間から1日に製作可能なパネル数量を求め、水平補剛材の低減による合理化効果を調べた。なお、阪神高速道路公団のI桁は、水平補剛材が1段であるので、同量の水平補剛材がもう1段あるものとして計算した。また、使用ワイヤーおよび溶接条件については、別報で示したものと同様とした。

(2)シミュレーション結果 表-2 に示すように、材片数で見た場合、水平補剛材の段数の低減により、平均すれば1段とすることで63%、0段(水平補剛材の省略)とすれば29%となった。一方、溶接長で見た場合も同様に、平均すれば1段とすることで72%、0段とすれば44%の比率となり、大きな低減効果が現れた。



(a)日本道路公団モデル

(b)阪神高速道路公団モデル

図-1 シミュレーションモデルの断面図

表-1 シミュレーションモデル

	日本道路公団		阪神高速道路公団	
	I桁	箱桁	I桁	箱桁
橋梁形式	I桁	箱桁	I桁	箱桁
部材長	12.940m	11.600m	12.000m	11.270m
ウェブ高	2.300m	2.800m	2.000m	2.800m
垂直補剛材間隔	1.438m	1.452m	1.225m	1.335m
補剛材 材片数	垂直	9	6	10
	水平	20	18	10
溶接長	垂直	41.40m	28.74m	39.20m
	水平	47.74m	43.45m	21.58m
溶接長の合計	89.14m	72.19m	60.78m	67.00m

表-2 水平補剛材の段数低減による溶接長と溶接長比率

	橋梁形式	日本道路公団		阪神高速道路公団	
		I桁	箱桁	I桁	箱桁
2段	材片数	29	24	30	23
	溶接長	89.14m	72.19m	82.36m	67.00m
1段	材片数	19	15	20	13
	溶接長	65.27m	50.47m	60.78m	47.19m
	比率	73.22%	69.91%	73.80%	70.43%
0段	材片数	9	6	10	6
	溶接長	41.40m	28.74m	39.20m	28.55m
	比率	46.44%	39.81%	47.60%	42.61%

注) 材片数および溶接長は垂直補剛材と水平補剛材の合計

キーワード：合理化、製作、ロボット、補剛材の低減、シミュレーション

連絡先：〒272-0002 千葉県市川市二俣新町 21 TEL 047-328-3148 FAX 047-328-3156

図-2は、別報で示した各パネル施工における最大作業時間(以下、臨界時間)を考慮し、8時間労働(8h)における水平補剛材の段数を低減させた場合の溶接長と1パネルの製作に必要な作業時間との関係を示したものである。これらの結果が示すように、全ケースで水平補剛材を1段低減させた程度では、製作できるパネル数量の違いはなく、水平補剛材を省略しない限り、合理化効果は得られない結果となった。

3. 考察

(1) 製作の合理化を可能にさせる生産計画 前章のシミュレーションで示したように、材片数を低減させたとしても、多くのケースで合理化効果が得られない結果となった。このため、これまでとは異なる生産計画法を考える必要があると言える。補剛材の低減による製作の合理化が実現できると考えられる生産計画法として、まず、その日に行う各パネルの溶接長から1日の作業時間を算定する。そして、パネルの製作数量を増加させるのに必要な作業時間を明確にした上で、オペレーターの1日の労働時間(残業時間も含めた)を検討する方法が考えられる。

別報の図-2で示したタイムスケジュールは、8時間労働で検討したものであるが、これと同様に時間外労働を考慮した場合の各パネル施工における臨界時間は表-3となる。これらの関係を考慮したものが図-3である。この結果が示すように、8時間労働では、水平補剛材を1段とした場合では、パネル製作数量が変わらず、すべてのケースで合理化効果が得られなかったが、作業時間を増やすことで、1日に製作可能なパネル数量が増加するケースが生じてくる。以上のように、労働時間を考慮すれば、合理化効果が得られる結果となった。ただし、ここで示した生産計画は、あくまでもパネル工程のみ考慮した場合であるので、必ずしも最適な計画であるとは言えない。すなわち、パネル製作のみ急いだとしても、後工程で待ち時間が生じる場合は、部材の置き場を検討しなければならないという課題や、パネル製作工程のみで、クレーンのオペレータも時間外労働を行うなどの問題も発生する。このため、全体の作業を考えた上で、ここで示した生産計画の適用を検討する必要がある。

(2) 労働時間を考慮した合理化効果判定基準 表-4は、表-3の各臨界時間を別報で示した算定式(1)に代入して求めた各労働時間における臨界溶接長を示したものである。生産計画時にこれらのデータを用いれば、その日に行うパネル数量を明確にすることができる。

4. まとめ

シミュレーション結果で示したように、材片数を低減させたとしても、合理化効果が得られないケースが多く発生した。合理化を実現させるには、溶接長から、その日の作業時間を算定し、パネル製作数量が増えるような労働時間(残業時間を設定)を設定しない限り、合理化効果は得られない。

【参考文献】

- 1)南 邦明, 藤尾武明: 補剛材の低減が製作の合理化に及ぼす効果の評価手法(その1),第57回土木学会年次講演会概要集,2002.9
- 2)日本道路公団: 構造物標準設計図集(鋼橋編),1981.4
- 3)阪神高速道路公団: 鋼構造物標準図集, 1991.4

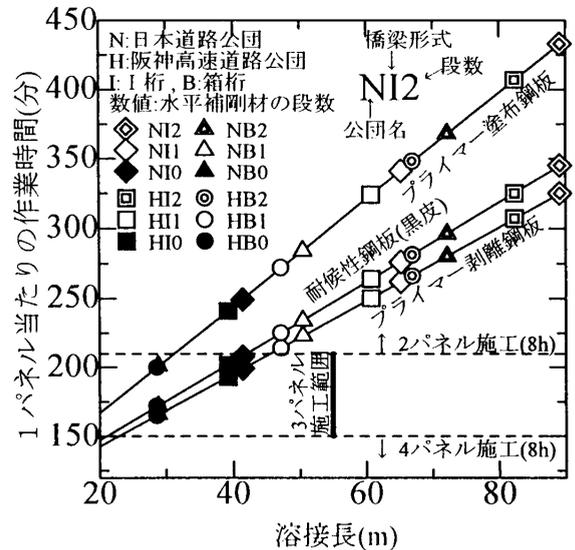


図-2 シミュレーション結果 I (8h の場合)

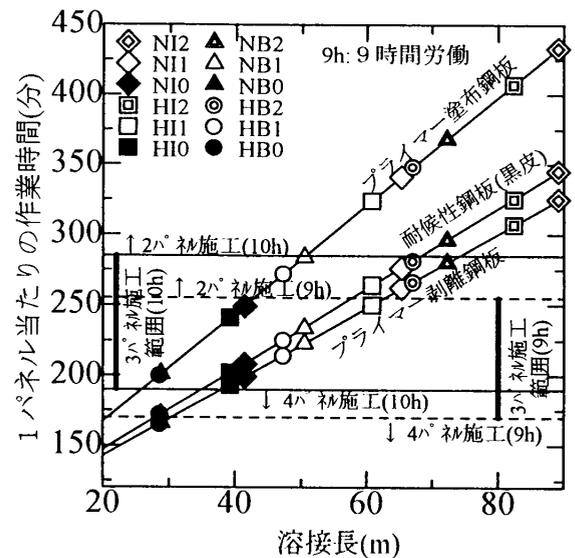


図-3 シミュレーション結果 II (9h, 10h の場合)

表-3 臨界時間(8,9時間労働)

労働時間	臨界時間(min)		
	2パ初施工	3パ初施工	4パ初施工
9h	510	255	170
10h	570	285	190

注)8hの臨界時間は、別報の図-2参照

表-4 合理化効果の評価判定基準(9,10時間労働)

鋼板の表面処理	労働時間	臨界溶接長(m)		
		2パ初施工	3パ初施工	4パ初施工
プライマー 塗布鋼板	9h	109.2 ≧	42.9 ≧	20.8 ≧
	10h	124.8 ≧	50.7 ≧	26.0 ≧
プライマー 剥離鋼板	9h	159.6 ≧	62.7 ≧	30.4 ≧
	10h	182.4 ≧	74.1 ≧	38.0 ≧
耐候性鋼板 (黒皮)	9h	147.0 ≧	57.8 ≧	28.0 ≧
	10h	168.0 ≧	68.3 ≧	35.0 ≧

注)8hの臨界溶接長は、別報の表-3参照